

ELEKTOR

+PC-PLUS:

interrupteur maître/valet

tout sur les formats des CD-R

central pour claviers



**émetteur de mesure HF
de 0,5 à 30 MHz**



**« disc-jockey »
IR pour MiniDisc**

baro-/altimètre numérique

**serrure de
sécurité**

**systèmes
transpon-
deurs**



Elektor
21^{ème} année

SOMMAIRE

INFORMATIONS

60 transpondeurs

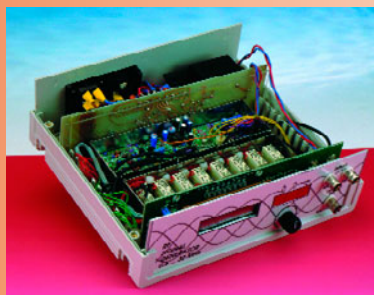
Une nouvelle application pour les cartes à puce que ces transpondeurs : l'interrogation sans contact et sans fil basée sur des circuits résonants.

66 MLX90308, interface programmable pour capteurs

Grâce à son contrôleur intégré, le MLX90308 de Melexis constitue une interface extrêmement flexible qu'il est facile d'adapter aux capteurs les plus divers.

RÉALISATIONS

14 générateur de signal HF (1^{ère} partie)



Le présent générateur signal HF couvre une plage de fréquences s'étendant de 0,5 à 30 MHz et dispose d'une plage de niveaux de sortie allant de 0 à -79 dBm.

Projet : G. Brunner

32 « disc-jockey »

Ce titre IR autonome permet, par le biais d'un PC, de transférer les titres vers une platine Mini-Disc de Sony.
Projet : P. Glatzel



20 API87 (2^{ème} partie)

Cette seconde partie consacrée à notre Automate Programmable Industriel à base de 87C51 fait la part belle au langage de programmation par Liste d'Instructions (LI).

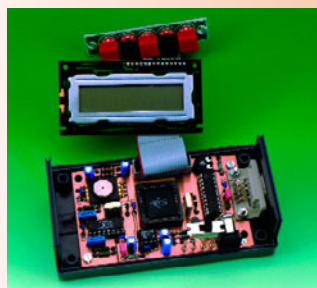
Projet : R. Geugelin

26 serrure à cartes à puce

ou comment utiliser, de façon originale, un « déchet ».

Projet : P. Gueulle

54 baro-/altimètre de précision



Cet instrument pluri-disciplinaire fait appel à un capteur de pression de précision à processeur de signal intégré du type MPXS4100A de l'écurie Motorola.

RUBRIQUES

- 25 Actualités Électroniques
- 53 Actualités Électroniques
- 70 Control Boy F1 – Discover-kit
- 72 Logiciels: TEST DESIGNER V8.5
- 73 Infocartes : set d'instructions pour API87
- 75 les CD-R(W) sur Internet
- 76 Marché
- 78 La sécurité et vous
- 82 Publitronic Service
- 92 Avant-première du numéro de décembre

CE MOIS-CI DANS PC-PLUS:

- premières armes avec l'AVR (2)
- central pour clavier
- les formats des CD-R
- pilote d'affichage compact
- interrupteur maître/valet

générateur de signal HF

1^{ère} partie : description du circuit

Un générateur de signal HF sert au dépannage des circuits radio/TV, aux essais de filtres, à l'alignement de récepteurs, et aux tests comparés de sensibilité de toutes sortes de récepteurs. On le trouve bricolé à la main, récupéré aux puces ou acheté dans le commerce. Le générateur décrit ci-dessous possède une plage de fréquences de sortie allant de 0,5 à 30 MHz qui en fait un auxiliaire précieux pour ces multiples utilisations.



Caractéristiques principales

- Plage de fréquence : 0,5 à 30 MHz
- Niveau de sortie : 0 dBm à -79 dBm, par pas de 1 dB
- Niveau max. de sortie : 0,63 V_{cc} dans 50 Ω
- Impédance de sortie : 50 Ω
- Entrée AM
- Entrée FM
- Lecture par écran LCD
- Contrôle par microprocesseur
- Interface série en option

Toute personne sérieusement impliquée dans la réparation de récepteurs radio et autres équipements de communication tels que filtres ou mêmes antennes, doit disposer d'un signal HF ultra-solide avec une fréquence et un niveau précisément établis. En particulier, les sections HF et FI (Fréquence Intermédiaire) ne peuvent être testées avec un certain degré de sûreté que si

l'on a sous la main un générateur de signal HF fiable. Malheureusement, les générateurs de signal HF de qualité professionnelle (comme le puissant Hewlett Packard 8640B utilisé dans notre laboratoire de conception) coûtent bien trop cher, même si on arrive à en acheter un aux puces. Néanmoins, vous trouverez au moins un générateur de signal HF, fait main, assemblé de bric

et de broc, sur l'établi de tout radio-amateur avancé, simplement parce que cet outil de test est aussi indispensable que le bon vieux multimètre.

La stabilité du générateur de signal HF présenté dans cet article est telle qu'elle répondra à la demande (modeste) de beaucoup d'amateurs. Offrir une gamme de fréquences de 0,5 à 30 MHz et un niveau de sortie jusqu'à -80 dBm est parfait pour le test et l'alignement de nombreux récepteurs et de leurs circuits composants comme les amplificateurs, les mélangeurs et les démodulateurs.

Qu'attend-t-on d'un générateur de signal HF ? La réponse est très simple : une assurance de la précision

1) et de la fréquence

2) et du niveau du signal que vous injectez dans le circuit (récepteur) testé. Si l'une ou l'autre valeur est douteuse, tout test et comparaison des

caractéristiques du récepteur perdent leur sens.

Dans le schéma présenté, la stabilité de la fréquence est assurée par une boucle PLL (boucle à verrouillage de phase), et le niveau de sortie

déterminé par un atténuateur en pi (II) commuté, le tout sous le contrôle d'un microprocesseur.

SYNOPTIQUE FONCTIONNEL

Parce que les schémas des circuits réels des 4 modules qui constituent le générateur de signal sont assez complexes lorsqu'ils sont présentés tous ensemble, nous avons décidé de les dessiner et de les présenter dans des blocs séparés. L'interaction principale entre ces sous-ensembles est présentée dans la **figure 1**. Le schéma du bloc montre que le cœur du circuit est un module PLL synthétiseur conservant sous surveillance un VCO (*Voltage Controlled Oscillator* = oscillateur contrôlé par tension). Le signal de sortie de l'oscillateur VCO est amplifié et injecté simultanément dans la sortie du générateur, dans l'entrée du synthétiseur et l'entrée de l'atténuateur. Un microprocesseur fournit à la boucle PLL une information numérique sur la fréquence de l'oscillateur-cible VCO. Le microprocesseur pilote aussi le tableau de l'interface utilisateur montée en face avant et constituée de 3 interrupteurs, d'un encodeur rotatif et d'un écran LCD (écran à cristaux liquides). Il contrôle

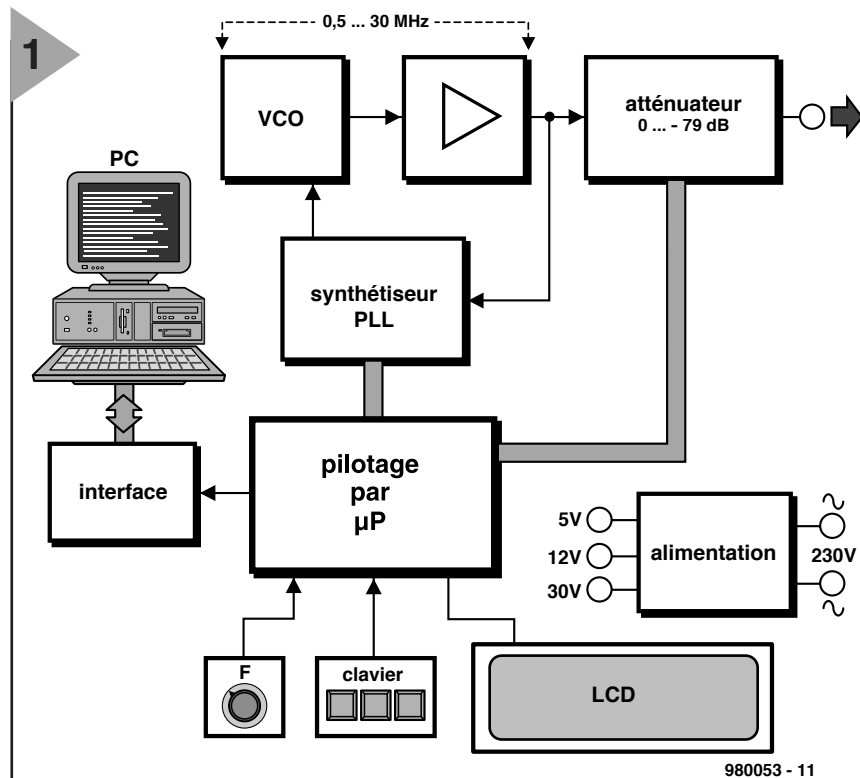


Figure 1. Schéma général du générateur de signal RF. Toute l'intelligence est enfouie dans un microcontrôleur.

aussi la quantité d'atténuation à la sortie du générateur, dans une plage de 0 dB à -79 dB. Une interface série est disponible en option pour relier le générateur de signal HF à un PC par un câble RS232. Fonctionnellement, l'instrument est complété par une source d'alimentation interne.

LE CIRCUIT PLL

Le schéma du circuit de ce premier module à être présenté en détail se trouve en **figure 2**. Il comporte trois sous-circuits : l'oscillateur VCO, le synthétiseur et le circuit tampon de sortie. L'oscillateur VCO et le synthétiseur constituent, ensemble, la boucle PLL

L'oscillateur VCO et les circuits tampons

L'élément actif de l'oscillateur est un amplificateur différentiel construit autour de trois transistors T1, T2 et T3, dont le gain dépend du courant transmis par T3. L'élément résonateur de l'oscillateur est un circuit L-C parallèle résonant connecté à l'entrée de l'amplificateur. Le réseau LC est constitué d'inducteurs L1-L5 combinés avec des diodes à capacité variable (varicaps) D9 et D10. L'autre entrée de l'oscillateur est mise à la terre pour les Hautes Fréquences par le condensateur C10. Suivant la plage de fréquences désirée, un ou plusieurs inducteurs sont connectés dans l'oscillateur. Ceci est réalisé en reliant à la terre HF les terminaux spécifiques par l'intermédiaire des tensions de contrôle + 5 V sur les

diodes PIN D2, D4, D6 et D8. Au sommet de la plage de fréquences, tous les inducteurs sont effectivement connectés en parallèle, afin de

s'assurer que les inducteurs non sélectionnés et leur capacité parasite ne forment un circuit-série résonant qui empêcherait l'oscillateur de fonctionner à la fréquence voulue. Tous les inducteurs sont des bobines miniatures du commerce. Le basculement de fréquences a lieu à 1,024 MHz, 2,304 MHz, 5,376 MHz et 13,056 MHz. Le condensateur C8 procure la quantité nécessaire de rétroaction positive dans l'oscillateur. Un signal BF (*Basse Fréquence*, AF en anglais) peut être appliqué à l'émetteur de T3 pour réaliser la modulation d'amplitude (AM). On peut aussi obtenir une modulation de fréquence (FM) en superposant un signal BF à la tension d'accord de la diode varicap. Bien que la modulation de fréquence (FM) fasse sauter le verrouillage de la boucle PLL, la fréquence moyenne restera stable parce que la constante de temps de la boucle de contrôle n'est pas capable de suivre « l'instabilité » causée par le signal de modulation.

Pour s'assurer qu'il n'est pas trop lourdement chargé, le signal de l'oscillateur est d'abord filtré par un transistor à effet de champ (FET), T4. Ensuite vient le véritable amplificateur, IC1, de type NE592, que certains d'entre vous connaissent peut-être déjà dans les amplis des récepteurs de satellite TV. L'amplificateur est alimenté par l'am-

Figure 2. Schéma du circuit de la platine VCO/PLL. Le cœur de la boucle PLL est une puce synthétiseur contrôlée par un ampli I²C, de type SAA1057.

plicateur opérationnel IC3b à la moitié de la tension d'alimentation, et son gain défini par un réseau série R26-L8. À cause de l'action de l'inducteur, le gain diminue à des fréquences plus élevées. Parce que l'oscillateur VCO s'efforce de maintenir un niveau de sortie stable, une diminution du gain sur l'amplificateur NE592 entraîne automatiquement une augmentation du gain au niveau de l'oscillateur différentiel. Cet effet voulu est essentiel pour un démarrage fiable de l'oscillateur aux fréquences élevées. L'amplificateur NE592 étant un amplificateur différentiel, il a deux entrées, et aussi deux sorties. Le signal de la première entrée (broche 7) est appliqué

à l'émetteur-suiveur T5 qui approvisionne le signal réel de sortie du générateur avec une impédance de 50 Ω (le standard dans l'équipement de test HF). L'autre signal de sortie fourni par le NE592 est utilisé pour piloter deux circuits secondaires. L'un parvient à la boucle PLL via C23 et R33, l'autre pilote un redresseur/doubleur de tension, D11-D12, qui à son tour pilote l'amplificateur opérationnel de contrôle d'amplitude IC3a. L'amplitude maximum de sortie désirée peut être déterminée en utilisant le P1 précalibré. L'auteur a utilisé un calibrage où 0 dBm (décibel-milliwatt) dans 50 Ω égale 0,63 V_{cc} à la sortie du générateur.

Le synthétiseur

Le circuit du synthétiseur répond largement à la notice d'utilisation du SAA1057 que publie Philips Semiconducteurs. Quelques valeurs des composants de la boucle de contrôle ont dû être légèrement modifiées pour optimiser le comportement de la boucle PLL. La sortie « LOCK » (Verrouillage) n'est là que pour servir à des tests. Le SAA1057 reçoit ses informations de contrôle en format I²C via ses lignes d'entrée SDA, SCL et DLEN qui sont connectées à un microcontrôleur. Fon-

damentalement, le SAA1057 compare la fréquence du VCO à celle d'un signal de référence provenant du quartz 4 MHz externe. Pour pouvoir être comparé, le signal VCO est divisé en interne par un facteur déterminé par le microprocesseur. La différence de fréquence produit un signal d'erreur, converti ensuite en une tension de contrôle correspondante par la diode varicap. Cette tension de contrôle est intégrée par R40-C37, à l'intérieur d'une plage de 0 à 30 V. Il mérite d'être signalé que le SAA1057 n'a pas besoin d'utiliser un convertisseur de niveau externe pour convertir la tension de contrôle de la diode varicap – un amplificateur spécial est inclus dans la puce à cette fin, de même qu'une connection directe pour le + 30 V (broche 7).

Le régleur C33 permet de calibrer la fréquence de sortie du générateur en référence à une fréquence standard.

La platine VCO/PLL a besoin de 3 tensions d'alimentation : + 5 V pour le

Figure 3. Schéma du circuit de l'atténuateur à contrôle numérique. Plage de 0 à -79 dB, par pas de 1 dB.

Figure 4. Schéma du circuit de la platine contrôleur. Un 89C51 est encadré par un certain nombre de dispositifs d'entrée et de sortie.

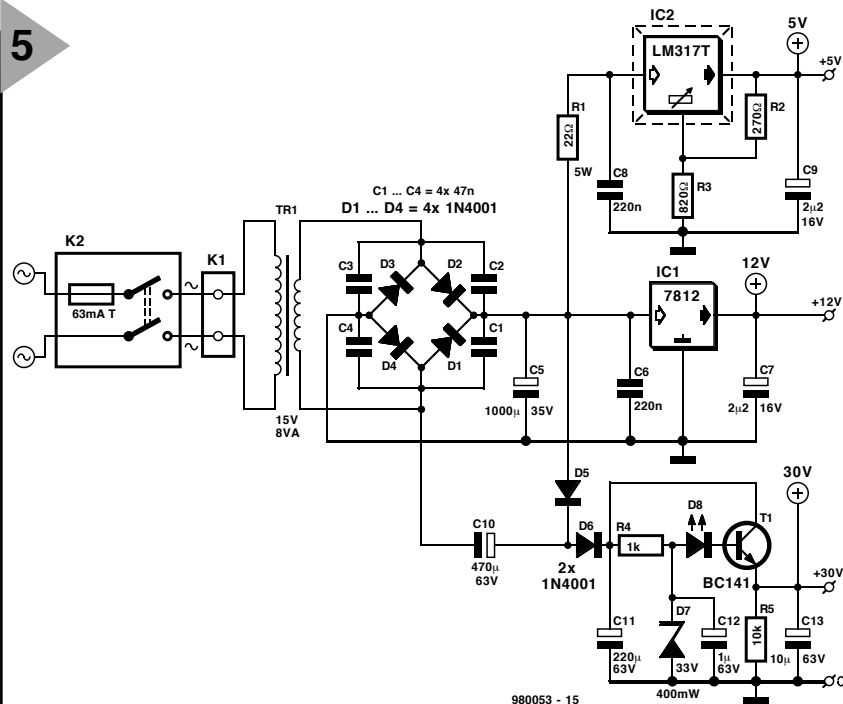


Figure 5. Schéma du circuit d'alimentation. Trois tensions à partir d'un seul transformateur !

synthétiseur, + 12 V pour l'oscillateur VCO, et + 30 V pour la diode varicap.

LA PLATINE ATTÉNUATEUR

La figure 3 montre le schéma du circuit d'un atténuateur HF Π à 8 sections contrôlé numériquement, avec une plage de 0 à -79 dB par incréments de 1 dB. Les combinaisons de résistances nécessaires pour obtenir chacun des 79 niveaux discontinus d'atténuation sont connectées dans le circuit par l'intermédiaire de contacts de relais. Les relais associés sont activés et désactivés par les signaux envoyés par le microprocesseur, formant des combinaisons à 8 bits aux entrées de commande A1-A8. Les valeurs théoriques des résistances de l'atténuateur sont obtenues au moyen de combinaisons parallèles de résistances 1% de la série E96.

Chaque bobine de relais est shuntée par une diode de suppression de force électro-mécanique (fem) et un condensateur de découplage.

PLATINE DU MICROCONTRÔLEUR

Toute l'intelligence requise pour installer une interface homme/machine, c'est-à-dire pour établir une communication entre l'utilisateur d'une part, et

la boucle PLL et l'atténuateur d'autre part, est enfouie dans un microcontrôleur de type 89C51. Ce contrôleur exécute un programme écrit par l'auteur et introduit dans la mémoire interne par les éditeurs. Le 89C51, programme inclus, est disponible auprès des adresses habituelles.

Le 89C51 reçoit de l'information et fournit de l'information. Les amateurs de microcontrôleurs baptisent cette possibilité « I/O » (Input/Output, E/S pour entrée/sortie en français). Les dispositifs d'entrée comportent une tige encodeuse rotative, S4, utilisée pour la fixation de la fréquence, un petit clavier, S1-S2-S3, la ligne SDA du bus I²C et (en option) la ligne Rx/D de l'interface série MAX232. Les dispositifs d'entrée/sortie contrôlés sont l'écran LCD connecté au port P0, l'atténuateur au port P1, les inducteurs de l'oscillateur VCO à la ligne de ports P2.0 à P2.3 et, bien sûr, la puce synthétiseur, à l'aide des lignes SDA et SCL (P2.7 et P2.6). En réalité, le bus I²C est modifié sous la forme d'un pseudo-bus CBUS par l'addition de P2.5 (DLEN) et de sa résistance de forçage, R4.

L'horloge du 89C51 fonctionne à 11,059 2 MHz à partir d'un quartz externe X1. Cette fréquence a été choisie parce qu'elle permet d'utiliser des

valeurs standards de bauds sur l'interface série.

Un réseau classique de remise à zéro à la mise sous tension (POR pour *Power On Reset*), R1-C1, complète le circuit microcontrôleur.

Le circuit imprimé n'a besoin que d'une tension de + 5 V pour fonctionner, le MAX232 disposant de convertisseurs élévateurs intégrés de + 10 V et -10 V.

Comme vous pouvez le voir sur le schéma du circuit de la figure 5, la source d'alimentation du générateur de signal RF est tout à fait classique.

L'alimentation en 30 V de la diode varicap est fournie par une combinaison simple de diodes zener et d'un transistor série. La perte probable sur la ligne de 30 V sera très faible, aucun redressement extensif ne sera donc nécessaire. Néanmoins, un nombre adéquat de condensateurs de découplage est utilisé pour garder la tension de la varicap aussi propre que possible. Après tout, tout bruit ou murmure sur cette ligne pourrait causer une modulation de la fréquence du signal de sortie. La tension à l'entrée du régulateur de 30 V est fournie par un doubleur de tension, C10-D5-D6.

L'alimentation en 5 et 12 V est fournie par 2 fidèles compagnons, un LM317 et un 7805 respectivement. Ces circuits intégrés et leurs composants « satellites » habituels ont été utilisés si souvent dans les circuits que nous publions qu'aucune description ultérieure n'est nécessaire.

Un unique transformateur principal, calibré à 15 V/8 VA, fournit toutes les tensions alternatives nécessaires. La tension principale au primaire est appliquée via un interrupteur à deux pôles et un fusible, insérés tous les deux dans une prise européenne.

LE MOIS PROCHAIN

Dans le second et dernier article du mois prochain, nous présenterons le montage de l'instrument sur quatre circuits imprimés. La conclusion de l'article comportera des notes sur l'utilisation du générateur de signal HF, des sujets divers et des extras en option.

(980053-1)

API87

Partie 2 : langage de programmation par LI

L'API87 est programmé dans le langage LI (Liste d'Instructions) compatible SIMATIC. Une LI est formée d'une suite d'enchaînements logiques ou d'instructions. La seconde partie de l'article décrit la structure d'une LI répondant aux exigences de l'API87 et les instructions les plus importantes.

Les ports du microcontrôleur de l'API87 sont répartis en entrées et sorties qui correspondent aux liaisons externes de l'API. La LI en EEPROM interroge les entrées et fixe la valeur des sorties. L'API possède des indicateurs et des temporisateurs logiciels, des clignoteurs et des compteurs. Toutes les sorties, les indicateurs, etc. de l'API sont remis à zéro lors de la mise en marche et de l'arrêt.

Une ligne de la LI comporte un opérateur et un paramètre, ou une instruction et une variable. Un commentaire peut suivre et une étiquette de saut éventuellement précéder. Lors du lancement du programme, l'interpréteur de LI en ROM du contrôleur lit préalablement les entrées et en place une image dans un registre (PAE) avant de traiter la LI ligne par ligne de haut en bas. Les entrées ne sont pas lues pendant le traitement de la LI, mais leur image. Les valeurs de sortie sont aussi placées tout d'abord dans un registre (PAA) et ne sont écrites dans les ports qu'une fois la fin du programme (PE) atteinte. L'interpréteur de LI lit une ligne du programme dans l'EEPROM et l'exécute immédiatement. Les résultats des opérateurs et des instructions, placés dans des registres internes (BCR, ACCU1, ACCU2, PAE, PAA), peuvent être interrogés ultérieurement. L'interpréteur revient au début de la LI à la fin du programme (PE). Cela cause un certain temps de réaction (temps de cycle) aux événements. Les valeurs des entrées et sorties sont mises à jour à chaque passage mais l'état n'est pas modifié.

INSTRUCTIONS

Les instructions offertes par le programme API87 sur PC se divisent en plusieurs groupes. Leurs symboles mnémotechniques peuvent être basés sur l'anglais, comme c'est le cas ici, ou l'allemand ; cela n'a aucune importance car les instructions transmises à la carte sont « préparées » de façon à ce que l'interpréteur du contrôleur les comprennent. Toutes les instructions utilisables sont décrites ici de façon exhaustive et accompagnées d'exemples. La fiche de données détachable

au milieu du fascicule, qui contient un abrégé de toutes les instructions, peut servir de document de référence.

Les enchaînements binaires

représentent le résultat d'enchaînements sur deux paramètres binaires.

A	z	x.y	ET (AND)
AN	z	x.y	ET NON (NAND)
O	z	x.y	OU (OR)
ON	z	x.y	OU NON (NOR)

Le résultat d'un enchaînement binaire remplace la valeur précédente du registre BCR (*Bit Combination Result*). Les paramètres **z** licites sont I, Q, F, T, C, S et I, tandis que **x** représente le numéro de l'octet et **y** celui du bit.

Attributions

attribuent le BCR à un paramètre binaire.

S	z	x.y	Mis à 1 si BCR = 1
R	z	x.y	Mis à 0 si BCR = 1
=	z	x.y	est égal (égal à BCR)

Les paramètres licites sont Q, F et C, tandis que **x** représente le numéro de l'octet et **y** celui du bit.

Fonctions temporelles

Les temporisateurs **T n** (0 à 15) décomptent le délai dans l'échelle de temps choisie selon la fonction spécifiée. Lorsque le délai devient nul, une interrogation de l'état du temporisateur dans BCR retourne un « 1 ». Il faut charger la valeur du délai avant d'exécuter l'instruction de départ au moyen de LKT x.y. (x = 0 à 255, y = 1, 2, 3).

SD	T n	Départ T n à l'appel
SF	T n	Départ T n à la chute
SP	T n	Départ T n, impulsion
SE	T n	Départ T n, impulsion longue

Fonctions de comptage

Chaque compteur **C n** (0 à 7) possède une plage de comptage

de 0 à 255 et peut compter ou décompter. La valeur de comptage peut être mise à zéro ou à une valeur initiale et l'état du compteur interrogé. L'interrogation binaire retourne « un » si la valeur de comptage est positive.

CU	C	n	C n compte si le flanc de BCR est positif
CD	C	n	C n décompte si le flanc de BCR est positif
R	C	n	Mise à 0 du comptage si BCR = 1
S	C	n	si BCR = 1, valeur du compteur = ACCU1
L	C	n	Charger la valeur du compteur dans ACCU1
A	C	n	BCR = 1 si la valeur du compteur > 0

Enchaînements d'octets

Les enchaînements d'octets enchaînent logiquement ACCU1 et ACCU2. Le résultat de l'enchaînement d'octets est placé dans le registre ACCU1.

AB	ET Octet (AND)
XB	OU EXclusif Octet (EXOR)
OB	OU Octet (OR)

Instructions de comparaison

Les instructions de comparaison comparent le contenu de ACCU1 à celui de ACCU2.

!=B	Comparaison : égalité
>B	Comparaison : plus grand
<B	Comparaison : plus petit
>=B	Comparaison : plus grand ou égal
<=B	Comparaison : plus petit ou égal
><B	Comparaison : différents

Le registre BCR est à « un » si le résultat de la comparaison est VRAI (TRUE), sinon il est nul.

Opérations de calcul

Celles-ci se limitent à l'arithmétique 8 bits. Les deux accumulateurs sont toujours utilisés.

+B	ACCU2 + ACCU1 = ACCU1 (report dans ACCU2)
-B	ACCU2 - ACCU1 = ACCU1 (retenue dans ACCU2)
*B	ACCU2 * ACCU1 = ACCU1 (report dans ACCU2)
/B	ACCU2 / ACCU1 = ACCU1 (reste dans ACCU2)

Le résultat se trouve dans ACCU1, une retenue ou un reste, s'il y en a, dans ACCU2. Il faut transférer le contenu de ACCU2 dans ACCU1 au moyen de l'instruction TAK pour le lire.

Instructions de chargement

Ces instructions permettent de charger des variables ou des constantes dans le ou les ACCUS. Le contenu précédent de ACCU1 est transféré dans ACCU2 avant chargement de la nouvelle valeur.

L	x	y	Charger
L	AI	x	Charger Entrée (Input) analogique x (API87A seulement)
L	KB	y	Charger un octet constant (y = 0 à 255)
L	KW	y	Charger un mot constant (y = 0 à 65 535)
L	KT	x.y	Charger la base de temps (x = 1..255 / y = 1..3)

L	C	n	Charger la valeur du compteur
L	x		Charger
LI	x		Chargement indirect (x = IB, QB, FB, charge le contenu de l'octet E/S ou de l'octet de l'indicateur désigné par ACCU1.)
n = numéro du compteur			
x = IB, QB, FB, FW			
y = numéro de l'octet			

Les instructions par mot lisent les deux ACCUS. (octet de poids fort (HIGHByte) de ACCU2, octet de poids faible (LowByte) de ACCU1).

Instructions de transfert

Ces instructions transfèrent le contenu des ACCUS dans les variables.

T	x	y	(x = QB, FB, FW, y = numéro de l'octet)
T	PR		Transfert dans le registre d'interrogation
TI	x		Transfert Indirect (x = QB, FB) (Transfert le contenu de ACCU2 dans l'octet de sortie ou dans l'octet de l'indicateur désigné par ACCU1.)

Les instructions par mot écrivent dans les deux ACCUS (octet de poids fort dans ACCU2, octet de poids faible dans ACCU1).

Instructions ACCUmulateur

Ces instructions ne s'appliquent qu'à ACCU1 :

SLB	n	Décalage de n bits de ACCU1 vers la gauche
SRB	n	Décalage de n bits de ACCU1 vers la droite
INC	n	Incrémenter ACCU1 de n
DEC	n	Décrémenter ACCU1 de n
TAK		Échange du contenu de ACCU1 et ACCU2
BCD		Conversion du contenu de ACCU1 en un nombre BCD
ADJ		Corriger ACCU pour le capteur de température AD22100K. La plage de -50 °C à +150 °C correspond à un contenu de l'accumulateur de 0 à 200

Instructions de déroulement

Ces instructions modifient le déroulement du programme.

STP	Arrêt du programme à la fin du cycle si BCR = 1
STS	Arrêt immédiat du programme si BCR = 1
NOP	Pas d'opération, produit une ligne vide
BE	Entre le programme principal et le sous-programme
PE	Doit figurer à la fin du programme

Instructions d'affichage

Il existe quelques instructions de commande de l'afficheur LC (2-16). On peut effacer l'affichage, positionner le curseur, afficher des suites de caractères (20 caractères) ainsi que les octets I, Q, F. ACCU1 peut aussi être affiché sous forme de température de -50 °C à +205 °C.

CLR	Effacer l'affichage
POS	Placer le curseur au caractère n (début de la 2e ligne au caractère

```

64 !)
PRT QB n Écrire le contenu de l'octet de sortie n sur l'affichage
PRT IB n Écrire le contenu de l'octet d'entrée n sur l'affichage
PRT FB n Écrire le contenu de l'octet de l'indicateur n sur l'affichage
PRT "STR" Écrire une suite de caractères (20 caractères au plus)
TMP Écrire le contenu de ACCU1 comme valeur de la température de -50°C à +205°C sur l'affichage.

```

Les instructions PRT écrivent à la position actuelle du curseur. Lors d'une mise à jour cyclique, il faut faire précéder l'instruction d'un POS pour écrire au même endroit. L'emploi d'instructions d'affichage sans raccorder d'afficheur aura vraisemblablement pour effet le « plantage » de l'API !

Interrogation

Le registre d'interrogation (*Polling Register*, PR) écrit les valeurs dans la mémoire d'interrogation des données (*Poll Data Storage*, PDS), une mémoire circulante occupant 512 octets en EEPROM. L'instruction TRG copie la valeur du PR à la fin du cycle dans la PDS et prépare l'emplacement suivant de la PDS pour l'écriture. On a donc

```

L IB 1 Charger l'octet d'entrée 1
T PR dans le PR
U I 0.1 Si E 0.1 = 1
TRG PR -> PDS, cellule suivante

```

La PDS peut servir par exemple à saisir des états lors du déroulement du programme pour les lire et les traiter ultérieurement. La saisie de la PDS recommence à la « case départ » lorsque la carte est mise en marche. Il n'est possible d'écrire qu'une seule valeur dans la PDS par cycle du programme.

DES EXEMPLES

Cette section introduit la programmation de LI par l'exemple. L'API87 commute des relais (par étages d'attaque), les entrées saisissent (par optocoupleurs) des tensions continues de 24 V.

Projet : Une pompe de puisard commandée par la sortie 0.4 entre en fonctionnement lorsque l'interrupteur à l'emplacement A ou à l'emplacement B est fermé (niveau haut). Elle ne doit pas fonctionner en l'absence d'eau.

```

:O I 0.1 Commutateur A à l'entrée 0.1
:O I 0.2 Commutateur B à l'entrée 0.2
:AN I 0.6 Interrupteur à flotteur indicateur d'eau en E 0.6
:= Q 0.4 Sortie 0.4 de commande de la pompe.
:PE Fin du programme

```

Projet : Fermeture d'une porte roulante lorsqu'un bouton est pressé à condition que la voie soit libre. La porte s'arrête en fin de course ou en présence d'un obstacle.

```

:A I 0.1 Bouton Marche du moteur relié à l'entrée 0.1
:A I 0.2 Barrage photoélectrique à l'entrée 0.2 indique la voie libre
:S Q 0.4 Positionnement de la sortie 0.4 (Marche du moteur)
:
:ON I 0.2 Barrage en E0.2 retourne occupé (interrogation négative)
:ON I 0.4 Interrupteur fin de course atteinte en E 0.4 (contact de rupture)
:R Q 0.4 Remise à 0 de la sortie (arrêt du

```

```

moteur)

```

```

:
:PE

```

Projet : Un avertisseur klaxonne au rythme de 1 Hz lorsque le moteur d'entraînement d'une presse est en marche. Une lampe indique aussi que le moteur est en fonctionnement. Le moteur se met en marche lorsque les boutons 1 et 2 ont été pressés.

```

:O I 0.1 Bouton 1
:O I 0.3 Bouton 2
:= M 0.1 Indicateur marche moteur
:
:A F 0.1 Indicateur marche moteur
:= Q 0.4 Sortie moteur
:= Q 0.5 Sortie lampe
:
:A F 0.1 Indicateur marche moteur
:A S 1.4 Fréquence de clignotement
:= Q 0.6 Sortie marche avertisseur
:
:PE

```

Projet : Une vanne doit s'ouvrir quatre seconde après que l'interrupteur *OUVIRIR* a été actionné. La vanne doit rester ouverte pendant les 20 secondes qui suivent l'ordre de fermeture.

```

:A I 0.1 Interrupteur ouverture vanne
:L KT 40.1 Charger constante de temps 20*0,1 s
:SD T 1 Lancer Temporisateur 1 appel
:
:A I 0.1 Ouvrir l'interrupteur de la vanne
:L KT 20.2 Charger constante de temps 20*0,1 s
:SF T 2 Lancer Temporisateur 2 chute
:A T 2 Si Temporisateur 2 retourne 1
:AN I 0.1 et si la vanne est déjà fermée
:O T 1 ou si le délai de démarrage est écoulé,
:=Q 0.4 actionner la vanne
:
:PE

```

Projet : Il s'agit de compter les impulsions à l'entrée 0.0 et de les afficher par l'entremise de l'octet de sortie 0 sur un afficheur sept segments à deux chiffres. Mais il faut inverser le signal car l'afficheur possède une anode commune. La valeur de comptage est effacée si elle dépasse 99 ou si l'entrée 0.1 est actionnée.

```

:A I 0.0 Compter impulsions
:CU C 1 lorsque flanc BCR positif
:
:L KB 99 Charger constante 99
:L C 1 Comparer à compteur 1
:<B Si constante plus petite que le compteur
:
:O I 0.1 ou si entrée 0.1 est '1'
:R C 1 effacer valeur de comptage
:
:L C 1 Charger valeur de comptage dans ACCU
:BCD Convertir ACCU en nombre BCD
:CPL Inverser ACCU
:T QB 0 Transférer à l'octet de sortie 0
:
:PE

```

Projet (API87A avec affichage uniquement capteur de tem-

pérature AD22100K est raccordé à l'entrée analogique AI0. Il mesure la température d'un four. Celui-ci doit rester à environ 120 °C. La valeur effective est affichée. Un avertissement est affiché si la température dépasse 150 °C.

```
:L AI 0 Lire valeur analogique
:ADJ Corriger ACCU pour le capteur AD22100
:T FB 1 ACCU (température) dans MB 1 (0°C =
contenu de ACCU = 50)
:
:POS 0 Position d'affichage au caractère 0
:PRT "Temperature:"
:L FB 1 Charger valeur MB1
:TMP et afficher comme température
:
:L FB 1 Si température moins de 110°C, chauf-
fer
:L KB 160
:<B
:S A 0.0
:
:L FB 1 Si température plus de 130°C, arrêter
chauffage
:L KB 180
:>B
```

```
:R Q 0.0
:
:POS 64 Curseur à la deuxième ligne d'affi-
chage
:
:L FB 1 Si température moins de 150°C, sauter
à GOON
:L KB 200
:<B
:JC
GOON:
:PRT "ALERTE FOUR !" Si température
plus de 150°C, afficher le texte
d'alerte
:JU
END
:GOON
:PRT "FOUR OK !"sinon, afficher ce texte
:END
:PE
```

Vous trouverez d'autres exemples de programmation dans le dossier PLC87\EXAMPLE de la disquette EPS 986026-1 sur laquelle se trouve le programme du PC.

(980066-2)

Glossaire

ACCU

La carte API87 possède deux accumulateurs 8 bits (ACCU1 et ACCU2). Ils jouent un rôle important dans les enchaînements logiques d'octets ainsi que dans la comparaison d'octets, pour des calculs simples et pour des opérations de décalage. Ils reçoivent une valeur par une opération de chargement. Avant le chargement d'un octet dans ACCU1, le contenu précédent de celui-ci est transféré dans ACCU2. Il est possible de charger des variables ou des constantes dans les ACCUS. Le résultat d'une opération reste dans ACCU et peut être placé dans une variable par une instruction de transfert.

Binares, paramètres

Paramètres binaires disponibles :

I	Entrées	0.0 à 1.7
S	Indicateur système	1.4
C	Compteurs	0 à 7
Q	Sorties	0.0 à 1.7
F	Indicateurs	0.0 à 15.7
T	Temporisateurs	0 à 15

Clignoteurs

On dispose d'un indicateur de clignotement S 1.4 (voir Binaires, paramètres) au rythme de 1 Hz ; il peut être interrogé par enchaînement logique.

Comparaison de l'API87(A) avec le Simatic-S5

Le jeu d'instructions de l'API87 est basé sur celui du SIMATIC-S5. Comme l'API87 ne dispose que d'accumulateurs 8 bits et ne reconnaît pas les blocs fonctionnels, certaines instructions ont été quelque peu modifiées. Différences principales par rapport au S5 :

- ⇒ Comparaison avec ...B au lieu de ...F
- ⇒ Décalage avec SLB, SRB au lieu de SLW, SRW
- ⇒ Adressage indirect différent
- ⇒ La fin du programme doit être signalée par PE.
- ⇒ Les sous-programmes suivent le programme principal, sont appelés par UPA, UPB et se terminent par RET.
- ⇒ BE sépare le programme principal des sous-programmes.
- ⇒ Possibilité de lire directement les entrées analogiques.
- ⇒ Contrairement au SIMATIC, l'API87 possède des ordres de pilotage de l'afficheur et de traitement du registre d'interrogation.

La majeure partie des instructions est toutefois identique. Vous pouvez donc aussi recourir aux cours et manuels sur le S5 disponibles dans le commerce pour vous familiariser avec les LI. Il faut veiller à ce que chaque étiquette de saut et d'appel UP ne figure qu'une fois dans le programme. La LI peut contenir en tout jusqu'à 64 étiquettes de saut ou d'appel UP. Il faut aussi que les sous programmes se trouvent après un BE.

Compteurs

On dispose de huit compteurs (0 à 7) auxquels on peut attribuer individuellement une valeur jusqu'à 255. Il n'existe pas de dépassement de la capacité.

CU	C	x	Comptage (flanc de BCR positif)
CD	C	x	Décomptage (flanc de BCR positif)
R	C	x	Effacer (mettre le comptage à 0 si BCR = 1)
S	C	x	Positionner (charger ACCU1 dans le compteur si BCR = 1)
L	C	x	Interrogation du compteur (charger le comptage dans ACCU1)
A	C	x	Interrogation > zéro (si comptage > 0, alors BCR = 1)

La vitesse maximale de comptage est fonction de la durée de cycle.

Constantes

Les ACCUS ou les variables peuvent recevoir des valeurs fixes. Les constantes permises sont :

KB	Octet constant (0 à 255)
KW	Mot constant (0 à 65 535)
KT	Constante de temporisateur (0 à 255,1 à 3)
KC	Constante de compteur (0...255)

Erreurs de programmation

Les sources caractéristiques d'erreur ci-dessous causent dans la plupart des cas un blocage du système qu'il n'est possible d'éliminer qu'en remplaçant l'EEPROM.

- ⇒ JU, JC saute à une étiquette de sous-programme.
- ⇒ UPA, UPB saute à une étiquette de saut.
- ⇒ Même étiquette utilisée plusieurs fois.
- ⇒ Pas de RET à la fin d'un sous-programme.
- ⇒ Sous-programme avant un BE.
- ⇒ Pas de BE entre la fin du programme et le premier sous-programme.
- ⇒ Saut d'un sous-programme dans un autre.
- ⇒ Emboîtement de sous-programmes.
- ⇒ Trop de parenthèses ouvertes.
- ⇒ Certaines parenthèses ne sont pas fermées.

Octets, variables contenant un

Ce sont les paramètres des opérations sur les octets : enchaînement logique, comparaison ou dépôt de valeurs.

Variables disponibles :

IB	Octets d'entrée	0 et 1
QB	Octets de sortie	0 et 1
FB	Octets d'indication	0 à 15
FW	Mots d'indication	0 à 14
C	Compteurs	0 à 7
PR	Registre d'interrogation	

Parenthèses

Les parenthèses permettent d'emboîter jusqu'à trois fois les enchaînements binaires. Veillez à bien refermer toutes les parenthèses. Un enchaînement OU de deux blocs sans parenthèses n'est pas permis, contrairement au Simatic-S5.

Sauts

Lorsque l'interpréteur de LI atteint une commande de saut, le programme continue à la ligne de la LI **précédant** l'étiquette de saut si la condition de saut est remplie. Il existe deux sortes de saut :

JU	Saut absolu à une étiquette
JC	Saut conditionnel si BCR = 1

L'étiquette est définie dans la colonne de droite de la LI par un # suivi de 4 caractères.

Sécurité

Selon VDE 0113, les erreurs se produisant dans des installation compor-

tant des appareils d'automatisation ne devraient pas porter atteinte à la sécurité des personnes, des machines et des biens. Les parties de l'installation ayant trait à la sécurité devraient être basées sur une solution ne faisant appel qu'à du matériel (circuits conventionnels tels que relais et contacteurs-disjoncteurs). L'arrêt d'urgence de l'installation doit aussi être basé sur une solution matérielle. La sécurité de fonctionnement requiert que les contacts de fin de course et autres capteurs soient reliés à l'API comme dans un circuit matériel équivalent. Il faut par exemple câbler et programmer le bouton d'arrêt d'un moteur comme contact de rupture.

AN	I 0.3	Bouton d'arrêt du moteur
R	Q 0.5	Arrêt du moteur

Sous-programmes

Si l'interpréteur de LI atteint un appel de sous-programme, le programme se poursuit à partir de la ligne de la LI **précédant** l'étiquette du sous-programme si la condition d'appel est remplie. Il existe deux sortes d'appels de sous-programmes :

UPA	Appel incondi- tionnel de sous-pro- gramme
UPC	Appel sous condi- tion de sous-pro- gramme (BCR = 1)

Le sous-programme doit se terminer par **RET** pour que l'interpréteur revienne à la ligne de la LI qui suit l'appel du sous-programme. Un **BE** doit être placé entre la fin du programme principal et le premier sous-programme.

Le programme principal peut appeler les sous-programmes autant de fois qu'il est nécessaire mais ceux-ci ne peuvent pas s'appeler eux-mêmes et ne peuvent pas non plus être emboî-
tés !

Température, saisie de

L'instruction **ADJ** permet la saisie de température au moyen du capteur AD22100K de Analog Devices dans une plage de -50 à +150 °C, (ce qui correspond à une tension de sortie de 0,25 à 4,75 V). ACCU1 est corrigé de telle sorte qu'une température de -50 °C donne une valeur nulle de l'ACCU, une température de 0 °C une valeur de l'ACCU de 50 et 150 °C une valeur de l'ACCU de 200. La fiche de données au milieu du fascicule vous donnera des informations supplémentaires sur ce capteur.

L'ordre **TMP** affiche la température à la position du curseur ou à la position POS.

Temporisateurs

On dispose de 16 temporisateurs (0-15) avec un choix de quatre fonctions.

SD	Départ temporisa- tion à l'appel
SF	Départ temporisa- tion à la chute
SP	Départ comme impul- sion
SE	Départ comme impul- sion prolongée

ACCU doit contenir une constante de temps avant la mise en marche du temporisateur. La valeur peut varier de 1 à 255 (dans ACCU1), la base de temps dans ACCU2 de 1 à 3 (0,1 s, 1 s, 10 s), format XXX.Y

Valeurs analogiques, traitement des

L'API87A peut aussi traiter des valeurs analogiques si l'on fait appel à un 87C550. On dispose de six entrées analogiques (AE0-AE5). La plage de mesure est de 0 à 5 V, ce qui correspond à une plage binaire de 0 à 255 avec résolution de 8 bits.

Chaque entrée fonctionne aussi comme entrée numérique. Si la tension d'entrée dépasse 2,7 V, le bit correspondant de l'octet d'entrée 0 est mis à un, sinon il reste nul.

BCR

Le résultat de l'enchaînement logique (BCR) est le résultat de l'enchaînement de deux paramètres binaires et est formé comme suit après chaque enchaînement

[BCR] = BCR(**précédent**) enchaîné logiquement avec le paramètre binaire].

Le BCR actuel est déposé dans une cellule mémoire et peut être transféré par enchaînement à des paramètres binaires donnés.

:	A	I	1.3
:	AN	I	0.0
:	=	Q	0.0

Le BCR peut aussi être modifié par des opérations de temporisation, de comptage ou de comparaison.

Le résultat d'enchaînements logiques (BCR) peut être déposé dans un indicateur interrogé à un stade ultérieur. Les résultats d'instructions sur des octets peuvent être lus dans ACCU de façon identique. Le programmeur peut tirer parti de la relation causale entre les paramètres binaires et les variables contenant un octet. Les paramètres binaires forment un sous-ensemble des variables contenant un octet, tandis que celles-ci forment à leur tour un sous-ensemble des variables contenant un mot.

FW0 = FB0 & FB1 = F0.0 à F1.

serrure à cartes à puce

réutilisation originale d'un « déchet »



Lire et écrire dans les cartes à puce, c'est bien, mais monter de véritables applications pratiques, c'est encore bien mieux! Au sein de la grande famille des projets de « serrures électroniques », une place de choix est évidemment disponible pour des systèmes faisant appel à des « smart cards »

Ce genre d'application se laisse particulièrement bien programmer dans un microcontrôleur à EEPROM incorporée tel que le PIC16F84, tout en se contentant largement des possibilités d'un langage aussi simple que le BASIC.

UNE PROGRAMMATION PAR « APPRENTISSAGE »

Tout l'intérêt d'une serrure à cartes à puce réside dans l'infinie variété des codages possibles.

Une simple carte de téléphone usagée, par exemple, est repérée par un « numéro matricule » unique, facile à lire dans sa mémoire mais pratiquement impossible à modifier.

On peut calculer qu'un tel identifiant de 96 bits admet près de 80 milliards de milliards de milliards de valeurs distinctes!

Pour profiter de cette inépuisable réserve de clefs que représentent les cartes à puce « jetables », il suffit de concevoir un lecteur capable de mémoriser les « images » d'une ou plusieurs cartes, a priori quelconques, qu'on voudra bien lui présenter.

Cette phase « d'apprentissage » terminée, le lecteur pourra fort bien faire coller un relais si et seulement si on y introduit une des cartes dont il a été ainsi « entraîné » à reconnaître le contenu.

Mais on peut tout aussi bien imaginer de « personnaliser » des cartes qui, destinées à des applications non téléphoniques, possèdent toutes le même identifiant: cartes de lavage de voitures (MOBIL et BP en France), cartes de stationnement (parcmètre PIAF, en service dans de nombreux pays), etc.

Une carte de 24 unités de lavage, par exemple, contient encore 136 bits à 0 qu'il est facile de mettre individuellement à 1 grâce au lecteur-encodeur de cartes synchrones décrit dans ELEKTOR N°231.

Chacun trouvera facilement ce qu'il lui faut chez n'importe quel marchand de cartes de collection, mais il est aussi possible de commander des cartes neuves, en toutes quantités, chez certains fournisseurs spécialisés (ELEA 100 d'Elea Cardware en France, CRNF016 de Crownhill en Grande Bretagne, etc.) Ces cartes de 256 bits sont pré-pro-

celui-ci a été écrit en BASIC, ou plus exactement en PBASIC, ce dialecte développé par Parallax pour la programmation de son BASIC STAMP.

Le logiciel de la **figure 2** pourrait fort bien être chargé dans un BASIC STAMP 1 relié à un connecteur de cartes à puce, mais nous n'avons pas pu résister à l'attrait d'une solution concurrente qui commence à faire sérieusement parler d'elle: la compilation.

Plusieurs compilateurs PBASIC pour PIC existent en effet, aussi bien dans le commerce (Forest Electronic Developments, Micro Engineering Labs, etc.) que dans le domaine public.

Les plus efficaces produisent un code rivalisant avec ce qu'on peut développer en assembleur, tandis que les plus simples s'apparentent plutôt à des « interpréteurs ».

Entendons par là que le programme BASIC est enregistré en mémoire sous la forme de « tokens » (quelques octets par instruction), qu'un logiciel résident vient « interpréter » au fur et à mesure de leur exécution.

Le compilateur que nous avons employé charge ce « firmware », en même temps que le BASIC « tokenisé », dans un PIC16F84 très ordinaire dont

il occupe tout de même les trois quarts de la mémoire programme.

À l'inverse, le Basic Stamp 1 est livré avec son interpréteur « brûlé » dans l'EPROM (protégée en relecture!) de son PIC16C56 OTP, tandis qu'on vient télécharger les « tokens » BASIC dans une 93LC56 séparée.

Dans un cas comme dans l'autre, 256 octets sont donc disponibles pour le programme applicatif. C'est à la fois peu et beaucoup, car le BASIC « tokenisé » est très compact.

Il est certain que l'approche « Basic Stamp » est la plus pratique pour le développement, mais en revanche l'utilisation de PIC vierges et d'un compilateur est bien plus économique une fois la mise au point achevée.

L'utilisation d'un compilateur compatible à la fois avec le Basic Stamp et avec le PIC16F84 a considérablement facilité l'écriture de notre programme, notamment au niveau des accès à l'EEPROM, quelque peu fastidieux à gérer en assembleur.

La classique lenteur d'exécution du

BASIC interprété constitue ici un avantage, puisqu'elle évite d'avoir à parser le programme de boucles de temporisation.

Avec une très simple horloge à réseau RC (pas de quartz ni de résonateur) cadencée à environ 2 MHz, le PIC a besoin d'à peine une seconde pour lire 256 octets dans n'importe quelle carte synchrone à protocole « français » ou « allemand ».

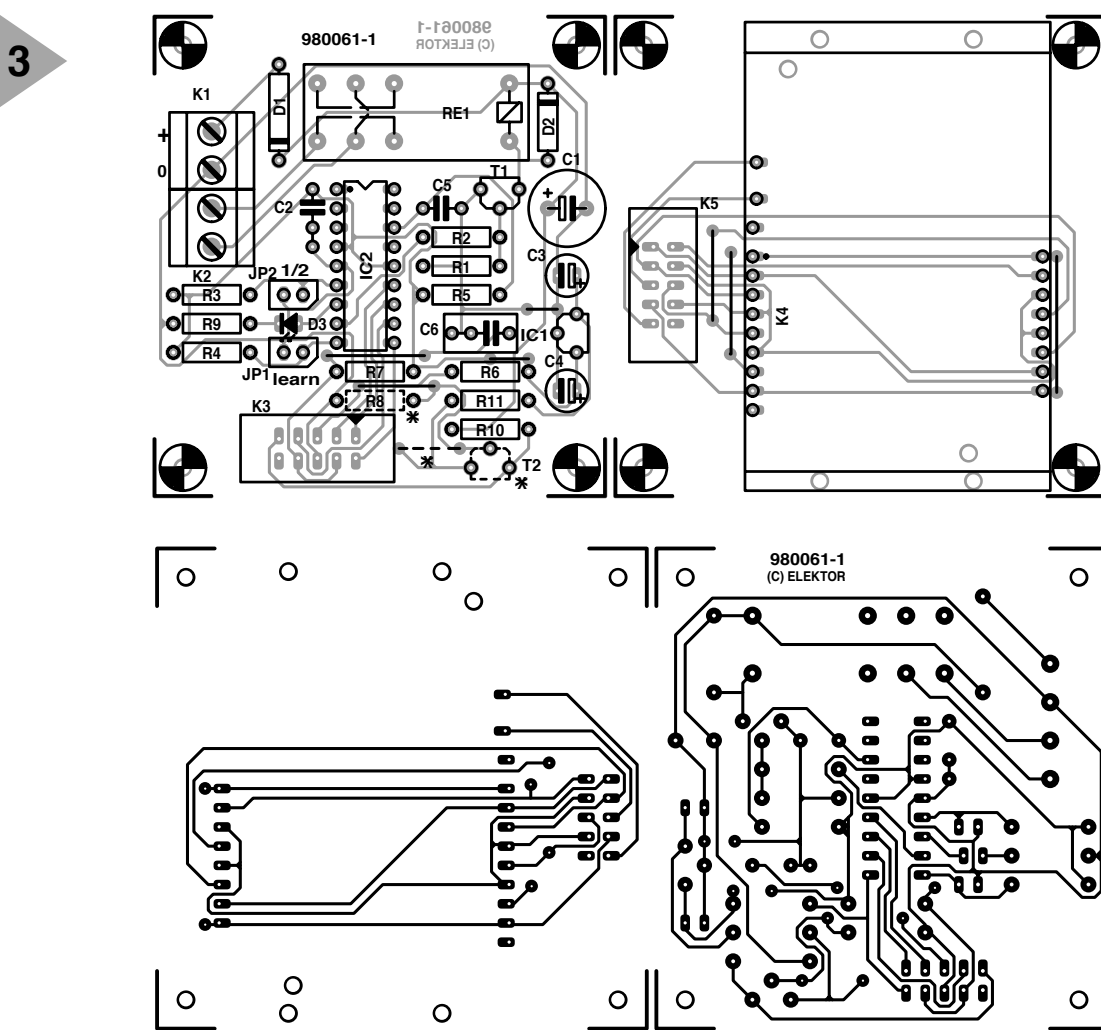
Un artifice de remise à zéro a en effet été prévu pour rendre le montage compatible avec les cartes de téléphone de quasiment n'importe quel pays.

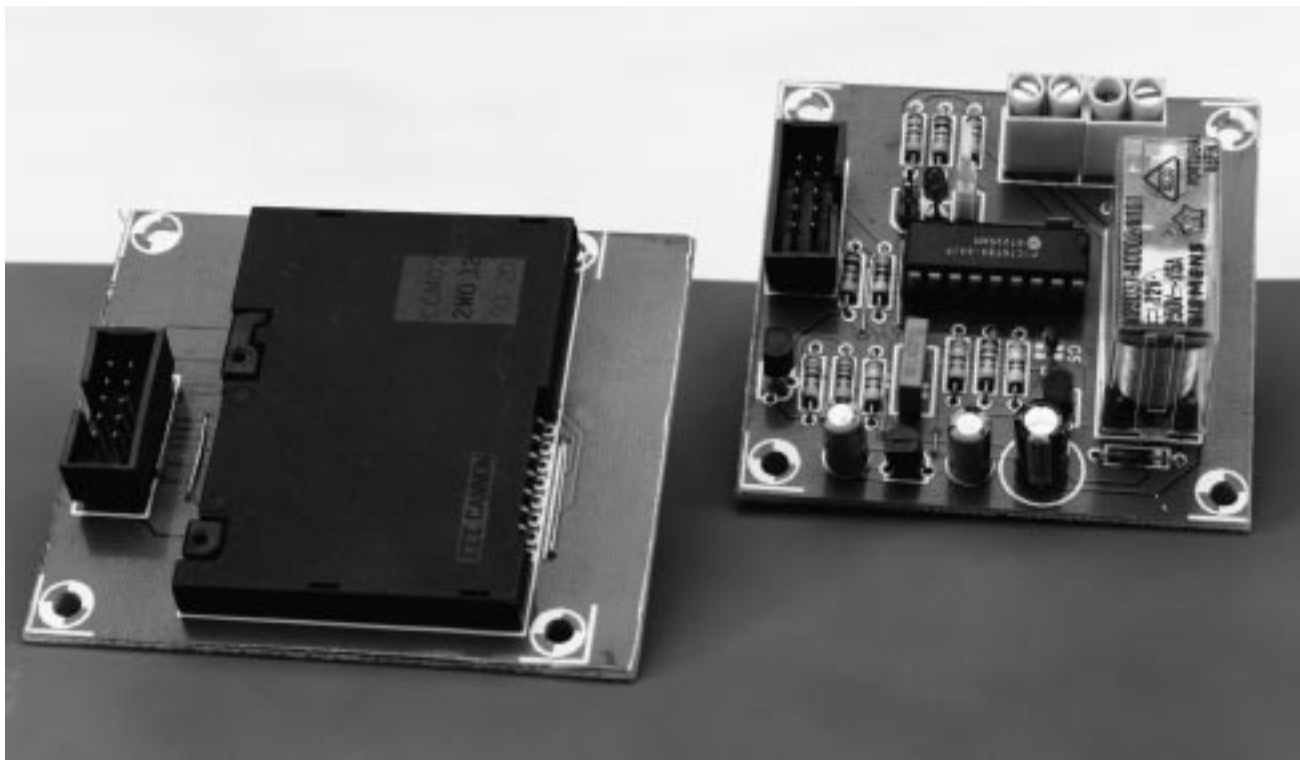
RÉALISATION PRATIQUE

La construction d'une serrure électronique, quel que soit le principe sur lequel repose son schéma, doit prendre en compte un minimum de considérations sécuritaires.

Il serait (trop?) facile de réunir tous les composants du montage sur le même circuit imprimé que l'incontournable connecteur de cartes, quitte à recourir

Figure 3. Sérigraphie de l'implantation des composants et dessin des pistes de la platine conçue à l'intention de cette réalisation. Il faudra bien entendu séparer les 2 parties du circuit imprimé.





à la technologie CMS pour ne pas excéder la surface de celui-ci.

Nous connaissons plusieurs exemples d'équipements du commerce, pourtant réputés sérieux, mais dont il faut déplorer la conception aussi simpliste. Dans certains cas, il suffit de retirer les deux vis qui tiennent le plastron pour pouvoir extraire tout le montage et accéder à deux fils qui, mis en court-circuit, ouvrent la porte...

Le circuit imprimé de la **figure 3** a par conséquent été conçu pour faciliter l'installation de l'électronique « en lieu sûr », autrement dit à l'intérieur des locaux protégés (par exemple au dos de la porte).

Seul le connecteur de carte sera accessible de l'extérieur.

Ses jeux de contacts ISO et AFNOR seront ou non réunis en parallèle selon qu'on voudra ou non accepter indifféremment ces deux types de cartes.

Nous avons prévu la possibilité, sous la forme de la paire T2/R8, représentée en pointillés, de mise en oeuvre soit un

connecteur NO (à contact détecteur du type Normalement Ouvert), soit NF (Normalement Fermé).

Dans le premier cas on omettra d'implanter T2/R8 et on placera le pont de câblage reliant la base de ce transistor à son collecteur, liaison représentée en pointillés. Si, au contraire, on utilise un connecteur du type NF, il faudra implanter les dits composants.

Un câble en nappe à 10 conducteurs reliera le connecteur au module câblé selon la sérigraphie de la figure 3, et qui est muni à cet effet d'un réceptacle pour connecteur HE10.

Compte tenu de la fréquence volontairement limitée des signaux échangés avec la carte (environ 500 Hz), la longueur de la nappe pourra facilement atteindre 50 cm, voire davantage.

Un robuste bornier encartable à 4 contacts circuits servira à connecter l'alimentation continue (9 à 15 volts) et le circuit utilisateur du contact sec, fermé uniquement quand une « bonne » carte sera présente dans le

connecteur.

La diode LED, pour sa part, devra être visible pendant la mise en route du système, car son rôle est précisément de rendre compte de la bonne exécution de chacune des étapes du processus.

2 cavaliers mobiles, enfin, permettent de sélectionner les différents modes de fonctionnement de la serrure (apprentissage = LEARN ou utilisation normale 1/2). Il n'est pas nécessaire, bien au contraire, de prévoir une possibilité d'accès à ceux-ci en dehors des opérations d'apprentissage de nouvelles cartes.

Le PIC 16C84 programmé, **EPS 986511**, ne sera implanté dans son support qu'après que l'on ait vérifié la présence des niveaux de tension requis aux points concernés.

MODE D'EMPLOI

Facile à construire, ce montage l'est encore plus à utiliser.

On commencera très logiquement par faire « apprendre » une première carte

Liste des composants

Résistances :

R1, R3, R4 = 5k Ω 6
R2, R5, R6 = 3k Ω 9
R7 = 47 Ω
R8 = 10 k Ω
R9 = 1 k Ω
R10, R11 = 22 Ω

Condensateurs :

C1 = 47 μ F/63 V radial
C2 = 100 nF
C3, C4 = 10 μ F/63 V radial

C5 = 27 pF
C6 = 220 nF

Semi-conducteurs :

D1 = 1N4001
D2 = 1N4148
D3 = LED rouge 3 mm faible courant
T1 = BC547
T2 = BC557
IC1 = 78L05
IC2 = PIC16F84-04P (programmé = **EPS986511**)

Divers :

K1, K2 = bornier encartable à 2 contacts au pas de 5 mm
RE1 = relais unipolaire 12 V tel que, par exemple, V23037-A0002-A101 (Siemens)
JP1, JP2 = embase autosécable à 2 contacts + cavalier
K3, K5 = embase mâle encartable à 2 rangées de 5 contacts + morceau de câble plat + 2 connecteurs femelle
K4 = connecteur pour carte à puce tel que, par exemple, Canon CCM02 2N0 32 93 20

au PIC, ce qui suppose de positionner le cavalier « apprentissage » de façon à ce que la broche 9 du PIC soit à la masse.

On introduira alors (dans le bon sens!) une quelconque télécarte dans le connecteur.

La LED doit aussitôt s'allumer, preuve que le montage est maintenant sous tension, puis émettre un très rapide clignotement au bout d'un peu moins d'une seconde. Ce « clin d'œil » indique que l'image de la carte est mémorisée dans l'EEPROM, et qu'elle y restera jusqu'à nouvel ordre même si on coupe l'alimentation pendant des mois.

Ce signal ayant été émis, le voyant s'éteint et il ne reste plus qu'à récupérer la carte, désormais promue au rang de clef.

Retirons maintenant le cavalier « apprentissage », et insérons de nouveau la carte. Le voyant va s'éclairer, et le relais devra coller dans la seconde qui suit. Il restera collé, et le voyant allumé, tant que la carte sera dans son connecteur.

Retirons la carte et essayons en une autre. Sauf carte strictement identique, à un bit près, le voyant doit clignoter à un rythme lent puis s'éteindre.

Bien entendu, le relais ne doit pas coller! Tout ce processus peut être renouvelé après changement de position du cavalier « carte 1/2 », afin de faire « apprendre » une seconde carte à la serrure.

Une fois ce double apprentissage terminé, la serrure réagira indifféremment à l'introduction de l'une ou l'autre des deux cartes, et ce quelle que soit la position du cavalier « carte 1/2 ». Au cas où on ne souhaiterait faire apprendre qu'une seule carte à la serrure, il faudrait présenter celle-ci pour les 2 positions possibles du cavalier « carte 1/2 » afin d'éviter d'affaiblir la sécurité du système en laissant la moitié de l'EEPROM dans un état indéterminé.

ENCODER VOS PROPRES SÉRIES DE CARTES

Même si la possibilité d'utiliser deux cartes distinctes avec ce montage s'avère suffisante dans une majorité de situations pratiques, il est des cas où on souhaitera autoriser de nombreux utilisateurs à commander une seule et même serrure (accès aux locaux d'un club, par exemple).

On se tournera alors vers des cartes dont le contenu est à l'origine parfaitement identique au sein d'une même série, et on complètera ce codage par quelques bits librement choisis.

Prenons l'exemple des cartes de lavage de voitures vendues en France dans les stations service BP ou MOBIL, et que leurs utilisateurs jettent par dizaines de milliers.

Une carte de 24 unités, toutes consommées, contient les 256 bits suivants:

```
1000 1000 1000 0000 0010 0000 0000 0010
0011 1100 0111 0101 1000 0010 0010 0100
1010 0001 0000 0000 0000 0000 0000 0001
0000 0000 0011 1111 1111 1111 1111 1111
1100 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000
0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000
0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000
0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000
```

On trouve dans les trois premières lignes l'identification, inaltérable, de l'émetteur des cartes. Identique pour toutes les cartes de 24 unités émises jusqu'à présent, elle est toutefois différente de celle des cartes de 12 unités, tout aussi faciles à se procurer.

Suivent 10 bits à 0, 24 bits à 1 (les unités consommées), et enfin 126 bits à 0, inutilisés par l'application.

Si on faisait « apprendre » une telle carte à notre serrure, celle-ci pourrait être ouverte avec n'importe quelle vieille « carte lavage » de 24 unités!

Nous allons donc ajouter un « surcodage » personnel, ce qui permettra de créer un « groupe fermé » d'utilisateurs du système.

Il suffit pour cela de mettre à contribution le lecteur-encodeur de cartes à puce synchrones décrit dans ELEKTOR de septembre 1997, et le logiciel ELEKTIG qui va avec.

L'exemple que voici montre comment on peut mettre à 1 n'importe lesquels des 136 bits encore à zéro, tout simplement en appuyant sur la touche + du clavier lorsqu'on passe dessus lors d'une opération de lecture.

space bar : read next bit (auto-repeat)
+ key : write 1 (current bit)
ESCape key: quit

```
1000 1000 1000 0000 0010 0000 0000 0010
0011 1100 0111 0101 1000 0010 0010 0100
1010 0001 0000 0000 0000 0000 0000 0001
0011 0000 0011 1111 1111 1111 1111 1111
1100 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000
0000 0000 1010 0000 0000 0000 0000 0000
```

```
0000 0000 0101 0000 0000 0000 0000 0000
0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000
```

WARNING: Switch the Vpp OFF!

On fera alors subir très exactement le même traitement à toutes les cartes devant pouvoir ouvrir la serrure, et on se servira bien sûr d'une d'entre elles pour effectuer l'opération d'apprentissage.

La même démarche peut être appliquée à des cartes achetées « neuves », pourvu qu'il s'agisse bien de GPM256 ou similaires (256 bits d'EPROM).

En pareil cas, seuls les 96 premiers bits sont déjà personnalisés, les 160 suivants étant tous à 0 et donc librement programmables.

Voici comment se présente, par exemple, un échantillon prélevé dans un lot réel:

```
0000 0000 1000 0000 0000 0000 0000 0000
0100 1011 0000 0000 0000 0000 0000 0000
1111 1111 1111 0000 0000 1111 1111 1111
0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000
0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000
0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000
0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000
0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000
```

L'acheteur d'une série de telles cartes bénéficie d'une liberté totale pour écrire, à l'aide d'ELEKTIG, des 1 en nombre quelconque n'importe où dans les cinq dernières lignes, comme dans l'exemple ci-dessous:

space bar : read next bit (auto-repeat)
+ key : write 1 (current bit)
ESCape key: quit

```
0000 0000 1000 0000 0000 0000 0000 0000
0100 1011 0000 0000 0000 0000 0000 0000
1111 1111 1111 0000 0000 1111 1111 1111
1111 1111 0000 0000 0000 0000 0000 0001
0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000
0000 0000 0000 1100 0011 0000 0000 0000
1000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000
0000 0000 0000 0000 0000 0000 1110 0010
```

WARNING: Switch the Vpp OFF!

Il faut savoir qu'une telle carte est en principe copiable, mais seulement dans une carte munie de la même identification de 96 bits, appartenant donc nécessairement au même lot acheté chez le même fournisseur. Cela limite sérieusement les possibilités de falsification!

980061-I

« disc-jockey »

titreur IR autonome pour MiniDisc

Il aura fallu un certain temps, mais on peut dire, aujourd'hui, que le MiniDisc a enfin trouvé sa niche dans le marché de la Hi-Fi. Le montage que nous vous proposons ici est destiné à faciliter la vie des possesseurs de platines MiniDisc de salon (*deck*). Il permet en effet de transférer directement, depuis un PC, les titres des différentes plages enregistrées sur l'un de ces mini-disques argentés.



Caractéristiques techniques :

- ⇒ À utiliser avec platine MD Sony à compter du MDS-JE500
- ⇒ Portée de quelques mètres
- ⇒ 99 titres de plages maximum
- ⇒ 2 032 caractères par MiniDisc maximum
- ⇒ Utilisable avec tout ordinateur disposant d'un port RS-232
- ⇒ Embase RS-232 à 9 contacts
- ⇒ Jusqu'à 99 titres de plages (track)
- ⇒ Ne nécessite pas de logiciel spécifique
- ⇒ À combiner avec une base de données
- ⇒ Concept faible consommateur d'énergie
- ⇒ Fonctionne avec une pile compacte de 9 V

Actuellement, ce sont plusieurs millions de systèmes MiniDisc que l'on vend, annuellement dans le monde et la tendance est franchement positive. Cela nous permet d'affirmer que ce système a enfin, en dépit d'un démarrage lent – c'est le moins que l'on puisse dire – le succès qu'il mérite. Il n'est pas étonnant de ce fait qu'un certain

nombre d'utilisateurs de ce type d'installation nous aient demandé de penser un peu plus à eux. Cette correspondance est éloquent : l'une des caractéristiques les plus critiquées de ce chaînon audio est son système de titrage. Chaque MiniDisc possède suffisamment de place pour 256 morceaux (plages) et leurs titres peuvent compor-

ter au total jusqu'à 1 700 caractères. Le gros problème se situe au niveau du confort de la saisie de cette information. Il faut pianoter d'un doigt soit un curseur soit un clavier de lettres, soit une combinaison des deux, sur une télécommande compacte avant que le texte ne se trouve enfin sur le MiniDisc. Et pourtant, cette information est vitale pour les collectionneurs. On peut ainsi identifier les enregistrements provenant de vieux disques vinyle (nom, date de pressage, nom de l'exécutant etc...). La capacité de 1 700 caractères est, en règle générale, plus que largement suffisante pour cela. Le seul problème est celui de la saisie des données. En cette époque où presque tout le monde possède un PC (ou du moins y a accès) il est difficile d'accepter une technique plus proche des hiéroglyphes que des textes de Gutenberg. Il doit être possible de trouver plus simple. C'est très exactement ce que s'est également dit notre auteur. Il combine les fonctionnalités d'un PC à la puissance de traitement d'un petit microcontrôleur. Cela est possible parce que Sony a doté ses platines domestiques (*homedeck*), à compter du numéro de type MDS-JE500, d'un logiciel per-

mettant le transfert direct, par le biais d'une liaison infrarouge (IR), de textes vers le MiniDisc. Notre « disc-jockey » remplit une fonction d'intermédiaire entre un fichier de texte présent sur le PC et l'œil IR de la platine MiniDisc. Il est possible de transférer jusqu'à 99 titres du PC vers le MiniDisc. En cas de doute, demandez à votre revendeur si votre système est compatible avec le titre, dernier cri, autonome vendu par Sony. S'il est possible d'utiliser le dit appareil avec votre modèle, vous pouvez également utiliser le montage décrit dans le présent article.

PASSONS AU DÉTAIL...

... du schéma de notre « disc-jockey » représenté en **figure 1**. L'entrée prend la forme d'une embase sérielle à 9 contacts, K1. La sortie est constituée par la diode d'émission IR, D3. Les signaux du port sériel sont convertis, par le biais de IC4, un MAX232, de niveaux RS-232 en niveaux TTL et inversement. Les condensateurs électrochimiques épaulant IC4 servent à cette adaptation de niveaux. La pompe de charge intégrée dans IC4 dérive, de la ten-

sion continue de + 5 V, une tension symétrique.

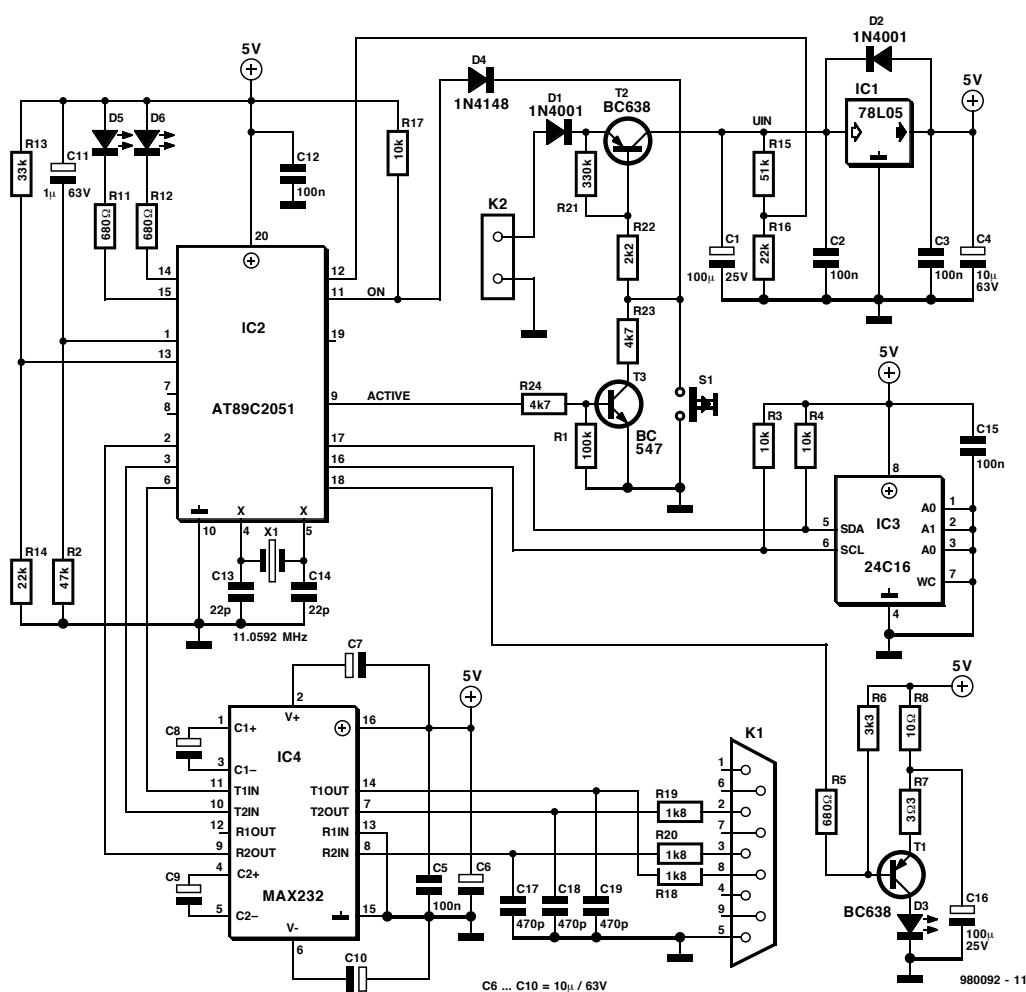
Le montage ne met à contribution que les signaux RS-232 Tx, Rx et CTS, plus qu'il n'en faut pour un échange fiable de données. Ces 3 signaux logiques apparaissent, à niveau TTL, sur 3 broches (P3.0, P3.1 et P3.2) du microcontrôleur IC2, un AT89C2051 d'Atmel. Ce microcontrôleur à 8 bits est, au niveau du set d'instructions, compatible avec le MC-51 et possède 128 octets de RAM et 2 Koctets de mémoire Flash.

Nous trouvons, dans l'entourage immédiat du contrôleur, un oscillateur à quartz classique tournant à 11, 059 2 MHz.

La ligne marquée « ACTIVE » (P3.5) remplit un rôle important vu qu'elle sert à la commutation électronique de l'alimentation. Lorsque l'on veut activer le montage il faudra appuyer sur le bouton-poussoir S1. La base de T2 se trouve alors forcée à la masse par l'intermédiaire de R22, l'alimentation entrant ainsi en fonction. Le contrôleur

étant alimenté il prend vie et s'initialise. Peu après, il constate l'activation de la ligne ON et

Figure 1. Le schéma de « disc-jockey », notre générateur de titres pour MD, est on ne peut plus simple.



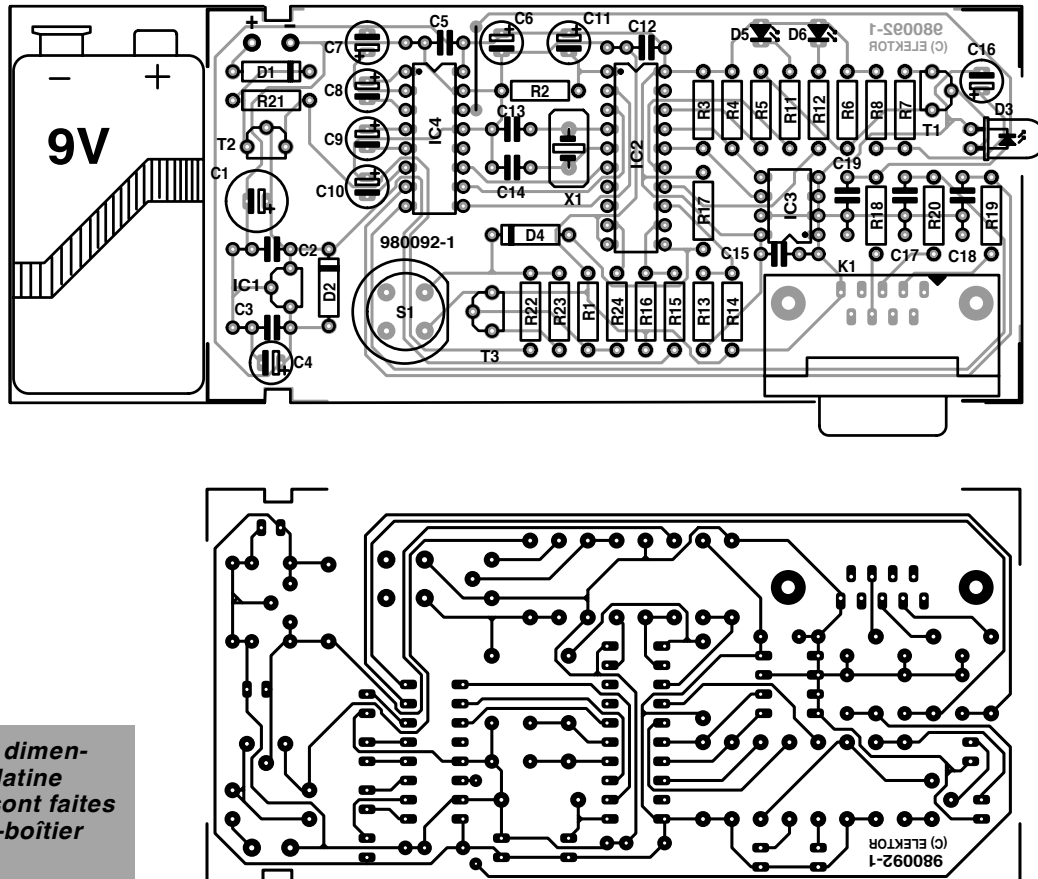


Figure 2. Les dimensions de la platine simple face sont faites pour un mini-boîtier Heddic.

Liste des composants

Résistances :

R1 = 100 k Ω
 R2 = 47 k Ω
 R3, R4, R17 = 10 k Ω
 R5, R11, R12 = 680 Ω
 R6 = 3k Ω 3
 R7 = 3 Ω 3
 R8 = 10 Ω
 R13 = 33 k Ω
 R14, R16 = 22 k Ω
 R15 = 51 k Ω
 R18, R19, R20 = 1k Ω 8
 R21 = 330 k Ω
 R22 = 2k Ω 2

R23, R24 = 4k Ω 7

Condensateurs :

C1, C16 = 100 μ F/16 V
 C2, C3, C5, C12, C15 = 100 nF céramique
 C4, C6 à C10 = 10 μ F/63 V radial
 C11 = 1 μ F/63 V radial
 C13, C14 = 22 pF
 C17 à C19 = 470 pF

Semi-conducteurs :

D1, D2 = 1N4001
 D3 = LED d'émission IR telle que, par exemple, LD271
 D4 = 1N4148

D5 = LED 3 mm rouge

D6 = LED 3 mm jaune

T1, T2 = BC638

T3 = BC547

IC1 = 78L05

IC2 = AT89C2051-PC (EPS 986516-1)

IC3 = 24C16

IC4 = MAX232 (Maxim)

Divers :

K1 = embase sub D à 9 contacts
 S1 = bouton-poussoir tel que, par exemple, D6-C-90 avec capuchon BTN-D6-90)

X1 = quartz 11,059 2 MHz

boîtier = Heddic type Profi 222

fait passer la ligne « ACTIVE » au niveau haut. Ce faisant, le transistor T3 entre en conduction. Même si l'on relâche le bouton-poussoir S1, l'alimentation reste active. Si l'alimentation est restée inutilisée un certain temps le contrôleur fait repasser la ligne « ACTIVE » au niveau bas, ce qui se traduit par une mise hors-fonction de l'ensemble de l'électronique. Cette approche garantit une durée de vie sensiblement plus longue à la pile. Mais on peut faire encore mieux : en effet, l'utilisateur pourra couper le montage en maintenant une action sur S1 pendant une durée de l'ordre de 2 s. Notons en passant que le montage ne réagit à cette instruction que s'il n'y a pas, au même instant, communication par le biais du port RS-232.

Bien qu'elle puisse paraître complexe

au premier abord, l'alimentation est tout ce qu'il y a de plus classique. Le transistor T2 constitue l'interrupteur marche/arrêt qui transmet, aux ordres de S1 ou de T3, la tension continue vers le régulateur IC1 à la sortie duquel on dispose d'une tension continue de 5 V. La diode D1 protège l'électronique contre une inversion malencontreuse de polarité de la tension d'alimentation. On pourra utiliser n'importe quel adaptateur secteur fournissant une tension redressée de 9 à 12 V en sortie, mais on préférera bien évidemment une pile compacte de 9 V.

Le contrôleur surveille, par ses entrées 12 et 13, la tension d'alimentation tant régulée que non régulée. On trouve en effet sur les dites broches une tension atténuée de la tension à suivre.

2 autres entrées du contrôleur servent

au pilotage des LED D5 et D6. Dès que l'entrée concernée passe au niveau bas la LED correspondante s'allume. Le système utilise en outre 2 lignes pour la communication avec l'EEPROM. Ces 2 lignes, les broches 16 et 17, simulent un bus I²C et sont forcées au + 5 V par le biais d'une résistance. L'EEPROM en question, une 24C16, sert au stockage temporaire du texte à écrire en fin d'opération sur le MiniDisc. Le but de la manœuvre est en effet de transmettre, par le biais d'une liaison infrarouge, des données d'un PC vers la platine MiniDisc.

La transmission des données est la tâche de l'étage d'émission basé sur T1 et D3. Les mini-impulsions produites par le contrôleur sont converties en signaux lumineux que la platine MiniDisc est en mesure de capter et de comprendre.

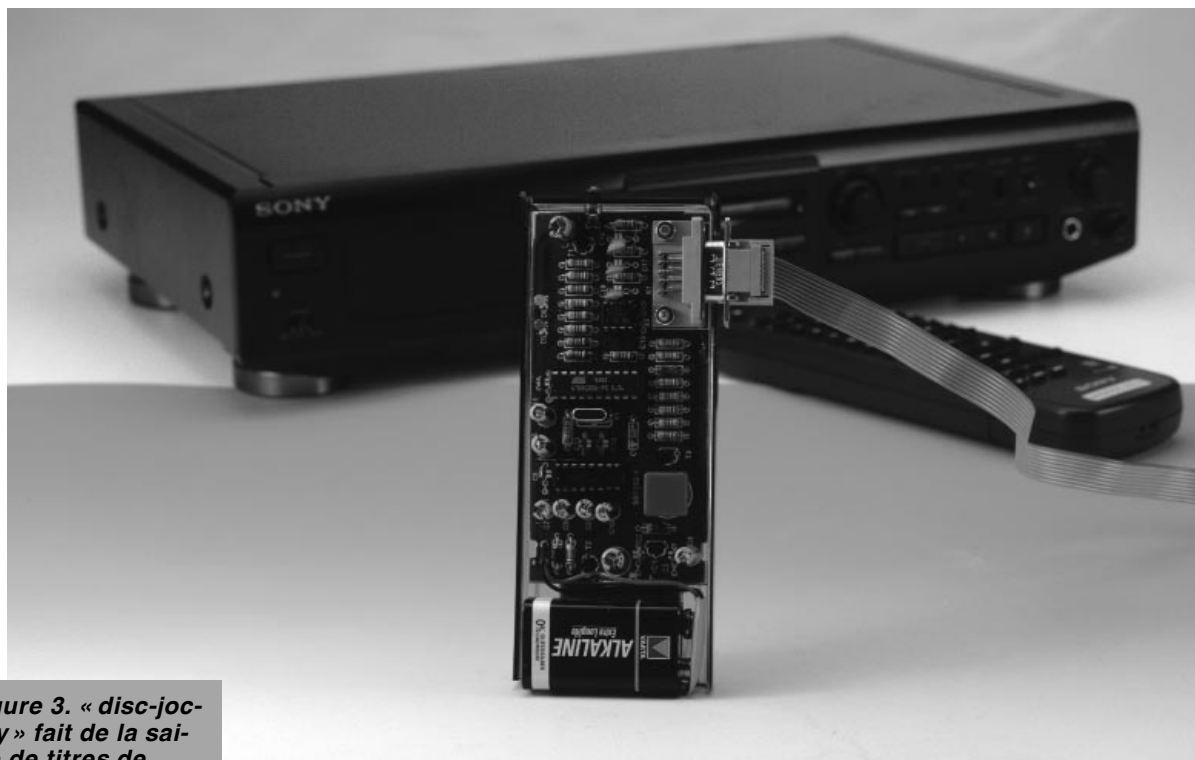


Figure 3. « disc-jockey » fait de la saisie de titres de morceaux un jeu de (grand) enfant si l'on dispose d'une platine MD.

RÉALISATION : SIMPLE & COMPACTE

L'essence d'un montage de ce genre est d'être compact. Nous pensons, sous cet aspect, avoir réussi; comme le montre les photos illustrant le présent article, le prototype a des dimensions proches de celles d'une télécommande. Les dimensions adoptées pour la platine en permettent l'implantation dans un boîtier Heddic transparent. La platine, la pile, la diode d'émission, la touche de commande, l'embase sérieuse et les 2 LED constituent un ensemble très compact.

La **figure 2** vous propose le dessin des pistes et la sérigraphie de l'implantation des composants de la platine conçue pour ce montage. Il s'agit d'un circuit imprimé simple face ne comportant qu'un unique pont de câblage et sur lequel viennent s'implanter tous les composants de cette réalisation. Il est judicieux, avant de se lancer dans les soudures, de commencer par voir très exactement où l'embase K1 et le bouton-poussoir S1 doivent traverser le boîtier. Ceci fait, on pourra implanter les composants, cette opération ne présentant pas de chausse-trappe. Une fois le montage terminé on pourra le mettre dans son boîtier et y connecter la pile. Vous voici prêt à officier.

À L'AIDE D'UN PC

Comme nous le disions en début d'article, notre « disc-jockey », qui est en fait ni plus ni moins qu'un générateur

de titres qui permet une saisie confortable des titres de numéros enregistrés sur un MiniDisc. Il existe, en principe, 2 techniques de stockage de données dans l'EEPROM. On peut établir une liaison avec le montage à l'aide d'un programme de terminal présent sur n'importe quel PC, portable voire organiseur ou encore de tout autre ordinateur. On paramètrera de la façon suivante :

Taux de transmission :	9 600
Nombre de bits :	8
Parité :	non
Bits d'arrêt :	1
Acquittement :	matériel

Après mise sous tension (par action brève sur le bouton-poussoir) on verra la LED rouge s'allumer et le montage se présenter à l'aide du message suivant :

```
MD programmer V1.1
Title input help for Sony MD-Pl ayers
by Peter G atzel (February 98)
Copyright El ektor 1998-09-08
```

Equipment types JE500...JE700

Nous sommes rassurés, le montage fonctionne comme il le doit et est prêt à remplir sa mission.

On peut ensuite, en mode instructions, obtenir l'exécution d'un certain nombre de fonctions :

d fournit le transfert du contenu (*dump*) de l'EEPROM par le biais du port RS-232

c efface le contenu de l'EEPROM

m mode de saisie manuel

e1 sélection de la fonte des appareils de la famille MDS-JE

e2 sélection de la fonte des appareils de la famille SAJ.

La possibilité de passer d'une famille d'appareils reconnus à l'autre est importante lorsque l'on possède un appareil de la famille SAJ. Dans tous les autres cas on se limite à la sélection de la fonte (police). On commencera par entrer un « m » par le biais du terminal pour ensuite saisir les titres des morceaux :

```
00 titre du MD (CR+LF)
01 premier titre de page (CR+LF)
...
99 dernier titre de page (CR+LF)
# fin du fichier de saisie.
```

Il est possible ainsi, de saisir toutes les données requises. Les titres de morceau peuvent comporter, outre les lettres de (majuscules et minuscules) l'alphabet et les chiffres, également les caractères suivants :

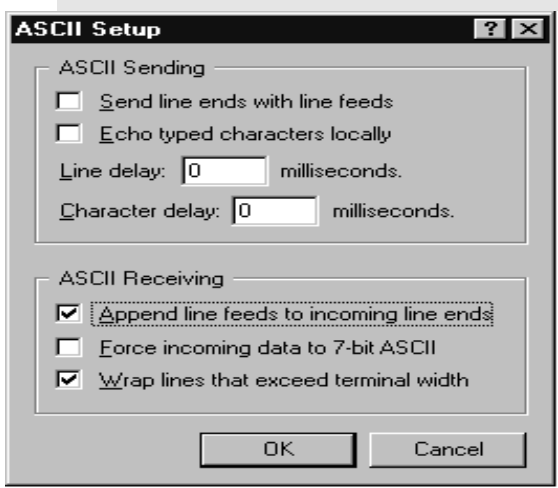
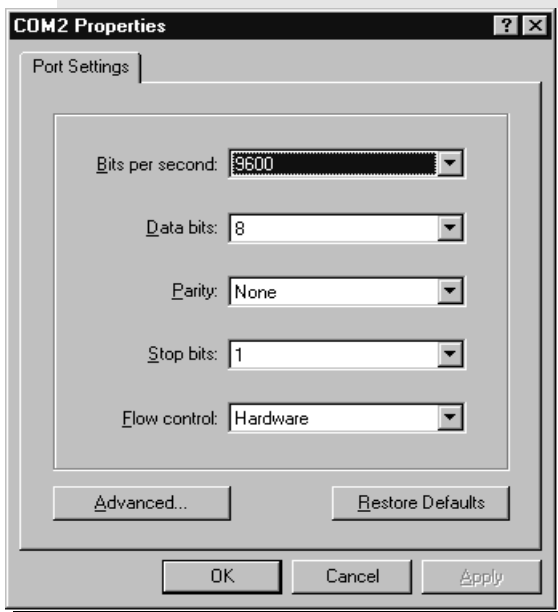
! " \$ % & ' () * + , - . / : ; < = > ? @ ` .

Le caractère « # » (*railroadcrossing*) placé en fin de tout fichier n'est pas transmis vers la platine MD mais utilisé par le montage pour détecter la fin d'une transmission. Dès détection d'un le montage est mis hors-fonction.

Le caractère « d » permet d'examiner le contenu de l'EEPROM. Si ce dernier correspond bien à ce que l'on veut, on peut passer à l'étape suivante.

On peut alors découpler « disc-jockey » du PC et l'orienter en direction de la platine MiniDisc en vue du transfert

Au sujet des terminaux



Le paramétrage d'un programme terminal peut, dans certains cas, s'avérer plus complexe que prévu. Voyons succinctement comment s'y prendre. Sous Windows95/98 on commence par lancer HyperTerminal (Start/Programs/Accessories/HyperTerminal + activation de l'icône HyperTerminal). Dans la petite fenêtre qui apparaît on entre « MD-programmer » comme dénomination opérationnelle (+ OK). Nous pouvons alors établir le paramétrage de cette application spécifique.

Sur le premier écran qui suit (Phone Number + Connect using) on choisit le port sériel à utiliser, Direct to Com2 par exemple. Le port à choisir dépend de la configuration de votre système. On active ensuite le « OK ». Sur le second écran (Port Settings) on paramètre les caractéristiques du port sériel. Le plus important est de définir à 9 600 le taux de transmission (bits per second).

On choisit ensuite, dans l'option « File/Properties/Settings », l'option ASCII Setup et on active l'option « Append line feeds to incoming line ends ». On « appuie » sur OK et on clôture la configuration.

La prochaine fois que l'on voudra communiquer avec « disc-jockey » il suffira d'activer l'icône MD-programmer pour disposer de la configuration correcte (Transfer/Send File) puis après avoir entré le nom de fichier de l'envoyer par l'option Send).

Si l'on utilise (encore) Windows 3.1 les choses sont moins claires vu que ce système d'exploitation comporte un programme terminal (Terminal) fonctionnant différemment. Dans le menu Settings on choisit le port sériel par l'option Communications. Il apparaît qu'ici le processus d'acquiescement (handshaking) se fait différemment qu'avec Hyperterminal, vu qu'il est impossible de transmettre, en mode « Hardware handshake » un fichier sans qu'il ne se produise d'erreur. Il ne reste pas d'autre solution que d'opter, dans le menu Settings, pour l'option « Character at a time » de la fonction « Text Transfert » en tant que « Flow Control ». Le transfert des données se fait alors caractère par caractère avec des pauses de 100 ms entre 2 caractères. La communication est sensiblement plus lente que dans le cas de Windows95/98.

des données. Il est indispensable bien évidemment qu'il y ait un MiniDisc dans la platine et que le dit appareil soit prêt à recevoir du texte. Il est temps, maintenant, d'appuyer sur la touche (la LED jaune s'allume alors) et l'on verra apparaître successivement tous les titres saisis sur l'affichage da platine MD. Après modification du TOC (Table Of Contents = table des matières) le MiniDisc est pourvu des nouveau titres. Nous avons découvert, au cours de tests exhaustifs de cette réalisation, que certaines platines requièrent un numéro de piste à 3 chiffres. Il suffit dans ce cas-là de faire précéder chaque nombre d'un « 0 » additionnel. Vous aurez vite fait de savoir si votre lecteur requiert de 3^{ème} chiffre vu que dans ce cas-là on constatera, à la relecture du MiniDisc l'absence de la première lettre de chaque titre.

On peut faire plus confortable encore. On a besoin pour cela d'un éditeur de texte ASCII standard à l'aide duquel on produit un fichier dans lequel on saisit tous les titres de morceaux que l'on fait précéder de leur numéro de piste. Le fichier a la même structure et composition que celui que l'on saisit en mode « instruction ». À nouveau on marque la fin du fichier à l'aide d'un « # ».

Après avoir stocké le fichier sur le disque dur on lance un programme de terminal. Après avoir paramétré le programme correctement il reste à choisir l'option « Envoyer fichier ». Après que l'on ait indiqué le titre du fichier à transmettre celui-ci est envoyé et stocké dans l'EEPROM du montage. Il va sans dire qu'il faut, pour que l'opération se fasse avec succès, que « disc-jockey » se trouve sous tension et que la LED jaune soit allumée. La transmission des données vers le lecteur/enregistreur MD se fait alors à nouveau de la manière décrite plus haut.

(980092)

Nous renvoyons ceux d'entre nos lecteurs qui voudraient en savoir plus sur les possibilités offertes par le MiniDisc à un site Internet dédié spécifiquement à ce nouveau support. Son adresse :

<http://www.czechin.com/minidisc>.

Ce site décrit en détail les différents aspects techniques du MiniDisc, en particulier la saisie des titres de morceaux par le biais d'un PC.

Publicité

Nous ne pouvons malheureusement pas répondre in extenso à toutes les lettres relevant des questions techniques. Dans cette rubrique nous répondons à des lettres pouvant présenter un intérêt général et concernant des montages âgés de moins de 2 ans. Vu le nombre de lettres qui nous arrivent mensuellement, nous regrettons de ne pas pouvoir répondre séparément à chacune d'entre elles et sommes dans l'impossibilité de donner suite à des souhaits individualisés d'adaptation de montages publiés ou de réalisation de montages à publier ni même de répondre à des demandes d'information additionnelle concernant un montage décrit dans Elektor.

À la rédaction
d'Elektor

FAQs concernant EDiTS Pro

Il va sans dire qu'un projet tel qu'EDiTS Pro appelle, comment d'ailleurs pourrait-il en être autrement, un certain nombre de questions, d'où cette page de FAQ (Frequently Asked Questions) sur ce thème. Nous vous proposons quelques-unes des MFGAs (Most Frequently Given Answers) à ces FAQs.

Où les adresses des régulateurs manuels sont-elles stockées ?

La sauvegarde de ces adresses se fait dans le microcontrôleur du système de commande (et non pas sur le PC).

Quel est le taux de transmission de l'interface série ?

Le taux de transmission adopté pour l'interface RS-232 est de 9 600 bauds, sans parité, 8 bits de données, 1 bit d'arrêt.

MAX 232 ou 232A ?

Comme avec de nombreux autres projets décrits dans Elektor, il est, lorsque l'on parle de MAX232, sous-entendu qu'il s'agit d'un MAX232CPE si tant est qu'il ne soit pas mentionné autre chose. La version A (MAX232ACPE) est une variante compatible broche à broche du MAX232 dotée cependant d'une pente de flanc plus raide et se contentant de valeurs de condensateurs plus faibles, ce qui ne l'empêche pas, en principe, d'être utilisable elle aussi.

Peut-on aussi utiliser d'autres programmes convenant au système EDiTS (Softlok par exemple) ?

Il n'est pas possible d'utiliser des programmes tels que Softlok, pour la simple et bonne raison qu'EDiTS Pro n'est compatible, au niveau logiciel, ni avec l'ancien système EDiTS ni avec Märklin. Pour le moment, le programme EDiTS Pro décrit dans le numéro de Juillet/Août 1999 d'Elektor est le seul pro-

gramme de commande pour EDiTS Pro. Comme il est cependant prévu de présenter le set d'instructions du contrôleur d'EDiTS Pro, les amateurs de logiciel ont la possibilité d'adapter leur programme à EDiTS Pro. Nous prévoyons aussi de divulguer ce set d'instructions par le biais d'Internet.

Pourquoi le programme d'EDiTS Pro n'est pas (encore) compatible avec d'autres programmes ?

La raison en est qu'il nous faut tenir compte des possibilités actuelles, comme, par exemple, la possibilité d'opter pour plus de 14 niveaux de vitesse.

Le système fonctionne-t-il aussi avec les produits de Fleischmann et de Mini-Trix ?

EDiTS Pro ne tourne pas avec les produits (numériques) ni de Fleischmann ni de Mini-Trix. En règle générale, il est possible de piloter, par le biais d'EDiTS Pro, des réseaux ferroviaires à courant continu. Le décodeur de locomotive d'EDiTS Pro convient aux systèmes tant bi-rails que tri-rails et peut également être utilisé avec des locomotives à courant continu.

Prévoyez-vous de publier un livre consacré au système EDiTS Pro ?

Nous travaillons déjà à un projet de livre consacré à EDiTS Pro, mais comme nous voudrions y mettre le maximum d'informations en provenance tant de l'auteur que des utilisateurs, nous n'en envisageons pas la publication avant une bonne année.

Le nouveau système convient-il au décodeur de locomotive HP (Haute Puissance) de Märklin ?

Les décodeurs HP conviennent très bien à EDiTS Pro. C'est dans le cas d'un amplificateur (booster) stabilisé tel que celui d'EDiTS Pro que les excellentes spécificités de ces décodeurs peuvent s'affirmer. Comme

EDiTS Pro intègre le format de Motorola il est en mesure de supporter efficacement les décodeurs HP.

Le nouveau décodeur de locomotive convient-il aussi au système N ?

En principe oui : techniquement, la version à courant continu convient au système N, mais pratiquement cela n'est vrai qu'à condition de ne pas utiliser la platine d'origine (trop encombrante) du décodeur de locomotive et de réaliser un décodeur de locomotive suffisamment compact pour trouver place dans une locomotive pour réseau N.

Pensez-vous à un décodeur de locomotive pour LGB ?

Le concepteur du système EDiTS Pro est en contact avec un club LGB qui se chargera d'essayer en grandeur nature et in situ la version LGB du décodeur de locomotive et de l'amplificateur du système EDiTS Pro. Si tout se passe comme prévu, vous devriez retrouver les résultats de cette opération dans l'ouvrage consacré à EDiTS Pro.

« Disc-jockey »

J'ai, pour le montage « Disc-jockey » publié dans le numéro de novembre 1998, commandé chez vous le circuit intégré programmé, mais je crains qu'il soit défectueux. D'après l'article le montage devrait se manifester avec le message :

MD- programmer V1.1
Title input help for
Sony MD-players
etc...

Mon montage se manifeste avec le message :

Dictator V1.0
Title input help for
Sony MD-players
etc...

Voici le problème que je rencontre. Lors de la programmation textuelle d'un disque (sans majuscules ni caractères spéciaux) le texte change, règle par règle de majuscules en minuscules. Si j'ajoute un chiffre à la fin de chaque ligne tout se passe bien. J'ai un lecteur SDS JE-520 de Sony.

Pourriez-vous me donner une solution S.V.P.

M. Been

Votre contrôleur programmé n'est pas en cause. Le message mentionné par l'article est, suite à des modifications de dernière minute, erroné.

Nous avons indiqué clairement dans l'article qu'il fallait, pour éviter ces problèmes de majuscules, commencer chacune des lignes par un chiffre (0).

La rédaction

tort d'Elektor

EDiTS Pro, 2^{ème} partie,
Elektor n° 253/254, Juillet/Août
1999, page 32 et suivantes
(platine 87291-6)

Le schéma comporte une erreur. Les liaisons allant aux

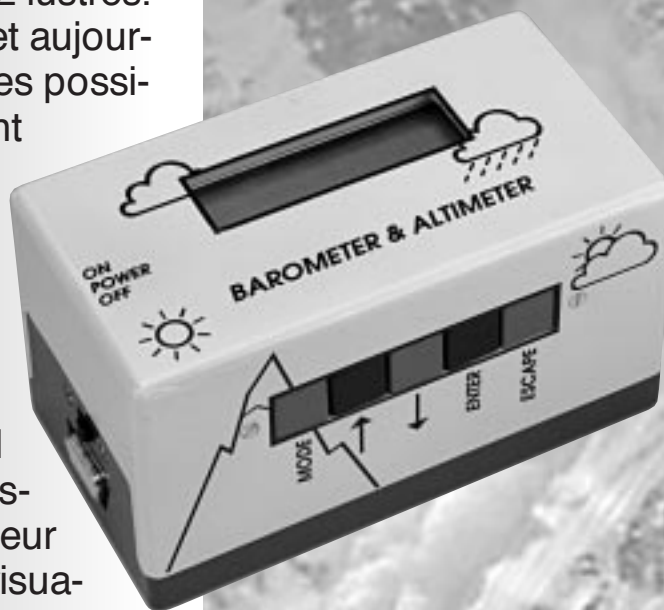
broches 4 et 5 de l'embase K1 sont interverties. La platine est OK. R1 doit être reliée à la broche 4, le circuit de sécurité (point nodal de C7+ /émetteur de T11/R11) doit aller à la broche 5 de K1.

baro-/altimètre de précision

un instrument pluri-disciplinaire

Cela fait déjà près de 10 ans qu'Elektor vous a proposé un baromètre/altimètre à réaliser soi-même. La technique n'est pas restée les bras croisés au cours de ces 2 lustres.

L'électronique met aujourd'hui à disposition des possibilités totalement impensables il y a 10 ans. Un capteur de pression atmosphérique de précision à mise en forme du signal intégrée fournit le signal de mesure qu'un système à microcontrôleur traite, mémorise, visualise et, le cas échéant, transfère vers un PC.



Caractéristiques techniques :

- X fonctions de baromètre
- X mesures relatives ou absolues d'altitude
- X gammes de mesure de -2000 à + 10 000 m
- X mesures d'altitude avec, en référence, un NdIM (Niveau de la Mer = ASL) virtuel
- X calibrations à 1 ou 2 points
- X central d'acquisition de données à EEPROM pour 1 000 échantillons
- X intervalle d'échantillonnage compris entre 10 s et 8 h
- X les données d'échantillonnage acquises déchargeables du PC

Un coup d'oeil sur un baromètre classique et un léger toc-toc sur sa verre ne révèlent que peu de choses quant à l'évolution future de la météo. C'est bien plus la tendance barométrique –c'est-à-dire la rapidité, la taille et le sens des variations de la pression atmosphérique– qui permet de faire des prévisions météorologiques relativement fiables pour une période limitée à quelques heures. Il va sans dire qu'un baromètre mécanique fournit

des informations notablement moins précises et le tapotement sur la vitre risque plutôt d'avoir des conséquences sur la durée de vie de l'instrument que de lui faire fournir des informations de tendance fiables.

PRESSIION ET ALTITUDE

S'il l'on veut intégrer un baromètre à, par exemple, une station météo ou l'utiliser en tant que régulateur de température extérieur prévisionnel d'une installation de chauffage central a inévitablement besoin d'une version électronique à pilotage par microcontrôleur qui soit précise et dispose en outre –comme c'est le cas de la présente réalisation, de l'une ou l'autre option intéressante. L'erreur totale maximale (en mode baromètre) est inférieure à 2%, on dispose d'une possibilité de stockage des résultats de mesure que l'on peut ensuite transférer vers un PC ou un autre micro-système. Un baromètre permet de visualiser, en principe, outre la pression atmosphérique, également l'altitude vu que la pression et l'altitude sont 2 grandeurs intimement liées. D'autres facteurs tels que l'humidité et la température jouent un rôle, éléments dont nous n'avons pas tenu compte vu que l'électronique requise par la compensation de ces grandeurs parasites feraient de notre projet un monstre n'ayant rien d'une réalisation personnelle. Si l'on veut transformer un baromètre en altimètre il suffit en fait d'opter pour une échelle différente. La relation entre elles est malheureusement loin d'être linéaire vu qu'elle répond à la formule suivante :

$$H\left(\frac{P}{P_{NN}}\right) = \frac{1 - \left(\frac{P}{P_{NN}}\right)^{\frac{1}{5.2563}}}{22,555 \cdot 10^{-6}}$$

avec P = pression actuelle,
P_{NN} = pression régnant au niveau de la mer,
H = altitude.

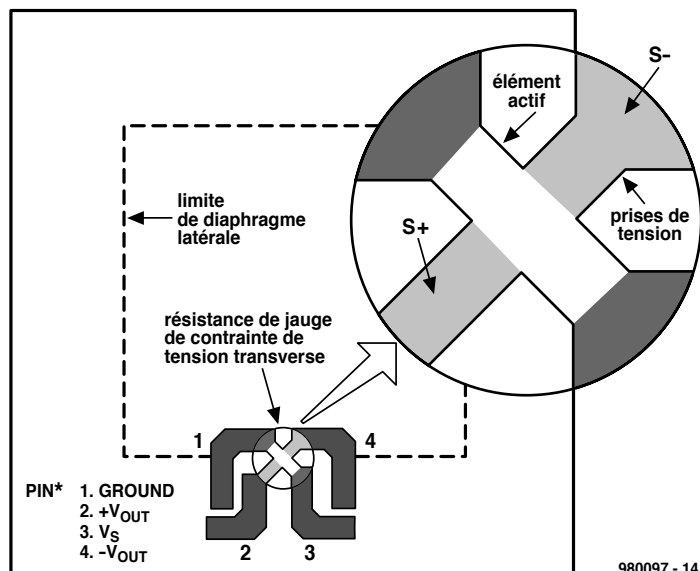
On fait la distinction entre une mesure d'altitude relative et d'altitude absolue. La différence est évidente : lors d'une mesure relative on mesure l'altitude par rapport au point zéro. L'altitude relevée se réfère au dit point zéro.

$$H_r = H\left(\frac{P}{P_{NN}}\right) - H\left(\frac{P_N}{P_{NN}}\right)$$

avec P = pression actuelle,
P_{NN} = pression régnant au niveau de la mer,
P_N = pression de référence choisie,
H = altitude.

Les mesures relatives d'altitude n'ont de sens qu'à condition que la pression atmosphérique à l'altitude de référence reste pratiquement constante.

1



980097 - 14

Figure 1. Le coeur du capteur de pression est un diaphragme à élément piézo-résistif.

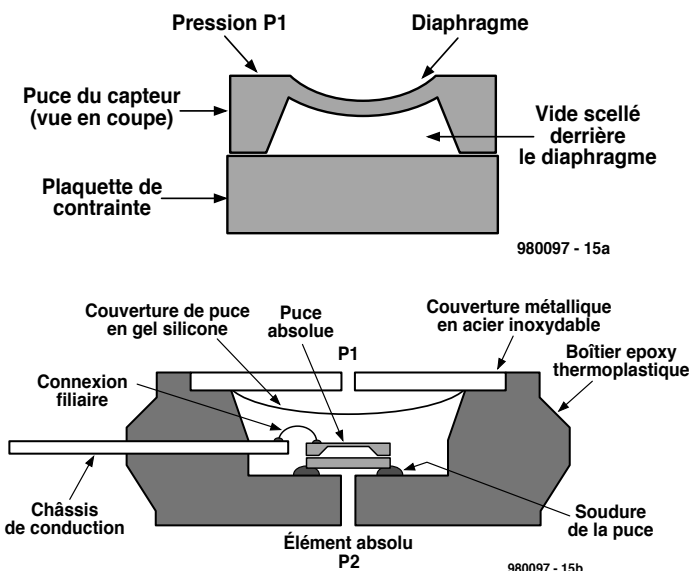
Dans le cas d'une mesure absolue d'altitude la référence est le niveau zéro, c'est-à-dire celui de la mer. Ceci explique l'introduction dans notre équation de la pression de référence au niveau de la mer P_{NN}.

$$H_a = H\left(\frac{P}{P_{NN}}\right)$$

avec P = pression actuelle,
P_{NN} = pression régnant au niveau de la mer,
H = altitude.

Figure 2. Le capteur de pression servant aux mesures absolues est disposé sur le dos du diaphragme.

2



980097 - 15a

980097 - 15b

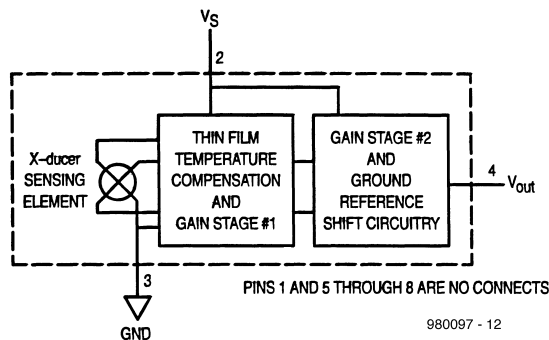


Figure 3. Structure interne du capteur BAP MPXS4100A à mise en forme du signal.

la pression. L'élément du capteur se comporte comme un potentiomètre : une fois la tension d'alimentation appliquée, on peut, à partir de la tension de sortie du capteur, dériver la pression.

Il existe 3 types de capteurs. Dans le cas de *capteurs de pression différentiels* on applique une pression sur les 2 faces du diaphragme, le capteur fournissant une tension proportionnelle à la différence entre les 2 pressions. Un second type de capteur, le *capteur-étalon*, connaît une structure similaire, la référence étant dans ce cas-là la pression ambiante, la tension de sortie donnant la pression atmosphérique relative. Dans le cas du *capteur de valeur absolue* utilisé ici la chambre située derrière le diaphragme est étanche par rapport à l'extérieur et se trouve à une pression de référence (**figure 2**). La tension de sortie rend la pression absolue, très exactement ce qu'il nous faut dans le cas d'un altimètre, d'une station météorologique (mobile) ou d'un baromètre. Notons, qu'au départ, ce capteur fut développé pour des applications automobiles, pour les camions plus spécifiquement mais qu'il convient tout particulièrement à la présente application. Son avantage premier est qu'il est relativement bon marché et dispo-

nible sans trop de problèmes.

Le capteur fournit un signal de sortie entre de 0,3 à 4,9 V linéairement proportionnel à une plage de pression s'étendant elle entre 20 et 105 kPa (200 à 1 050 mb). L'erreur maximale introduite par le capteur n'est que de 1,8% sur la plage de température allant de 0 à 85 °C. Le capteur fournit un signal utilisable même à -40 et +125 °C et supporte des suppressions (longue durée) jusqu'à 400 kPa et (brèves) jusqu'à 1 000 kPa.

On voit en **figure 3** que le capteur comporte, outre l'élément détecteur de pression proprement dit, quelques sous-ensembles fonctionnels additionnels, à savoir une compensation de température, 2 étages d'amplification et un circuit d'asymétrisation destiné à convertir le signal différentiel de mesure en un signal référencé à la masse. À eux tous, ces modules garantissent un signal de sortie relativement linéaire sur la plage allant de 20 à 105 kPa (sensibilité de 54 mV/kPa), courbe représentée en **figure 4**. La fonction de transfert répondant à la formule suivante :

$$V_{OUT} = V_S \cdot (P \cdot 0,01059 - 0,1518) \pm E$$

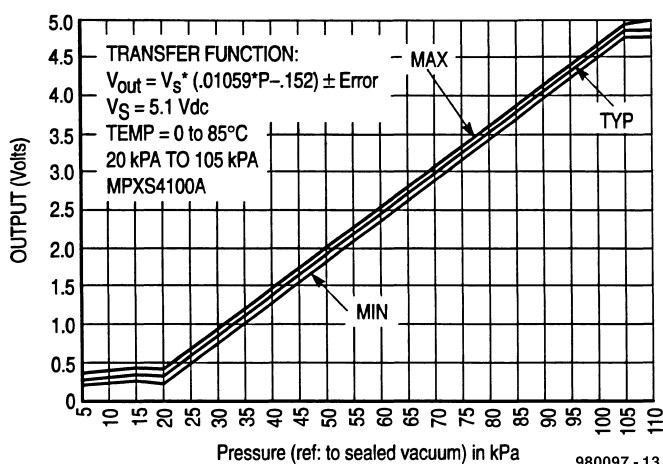
où $V_S = 5,1 \text{ V} \pm 0,25 \text{ V}$,

P: pression [kPa] et

E: Erreur totale

Le comportement linéaire et la plage

Figure 4. La courbe caractéristique du capteur est linéaire entre 20 et 105 kPa.



balayée par la tension de sortie permettent une association aisée, tant logiquement que matériellement, avec un convertisseur A/N et un microcontrôleur.

LE CONVERTISSEUR A/N

La conversion du signal analogique en signal numérique se fait à l'aide d'un spécialiste pour les signaux de mesure de faible fréquence, nous avons nommé le AD7715-5 d'Analog Devices, un convertisseur $\Sigma\text{-}\Delta$ à 16 bits. Dans la perspective des spécifications du capteur, on pourrait penser qu'une résolution de 16 bits en cas de mesure à une température ambiante relativement constante est inutile, mais il apparaît qu'elle permet une résolution d'altitude de 1 m.

Le AD7715 dispose d'un tampon d'entrée symétrique et d'un amplificateur à gain programmable (PGA = *Programmable Gain Amplifier*). Vu que l'entrée AIN(-) et la broche REF IN(-) se trouvent toutes 2 à la masse, le convertisseur travaille asymétriquement et requiert un signal d'entrée compris entre 0 et 2,5 V (en cas de gain unitaire du PGA). Ceci implique la prise de 2 diviseurs de tension entre le capteur et le convertisseur qui divisent par 2 très précisément et le signal de mesure (R1/R2) et la tension de référence (R3/R4). Les tensions de mesure et de référence atterrissent au modulateur $\Sigma\text{-}\Delta$ terminé par un filtre numérique. Le signal de sortie numérique DOUT apparaît sous forme sérielle de sorte qu'il ne faut établir qu'un nombre faible de liaisons avec le microcontrôleur. Le convertisseur offre au contrôleur (outre le gain du PGA évoqué plus haut), de nombreuses autres possibilités permettant d'agir sur le fonctionnement. On dispose, outre du registre de données à 16 bits, d'un total de 3 registres de 8 bits de large qu'il est possible, par le biais de DIN, de paramétrer ou de lire (Communication, Setup et Test). La seule chose importante à savoir dans ce contexte est que le convertisseur est à auto-calibrage et que de plus, il exécute, aux ordres du contrôleur, ce processus de temps à autre. Le contrôleur possède son propre oscillateur, qui basé sur le quartz X1 qu'il est, travaille à une fréquence de 2,457 6 MHz. La fréquence d'horloge de lecture provient elle de la broche SCLK du contrôleur.

LE CONTRÔLEUR

Et nous voici arrivés au contrôleur, un dérivé du 8051, baptisé AT89S53-12 par Atmel. Nous avons opté pour cette solution mono-puce de manière à réaliser un montage le plus compact possible. Ce choix a bien évidemment des conséquences : le contrôleur adopté doit disposer de RAM et de ROM.

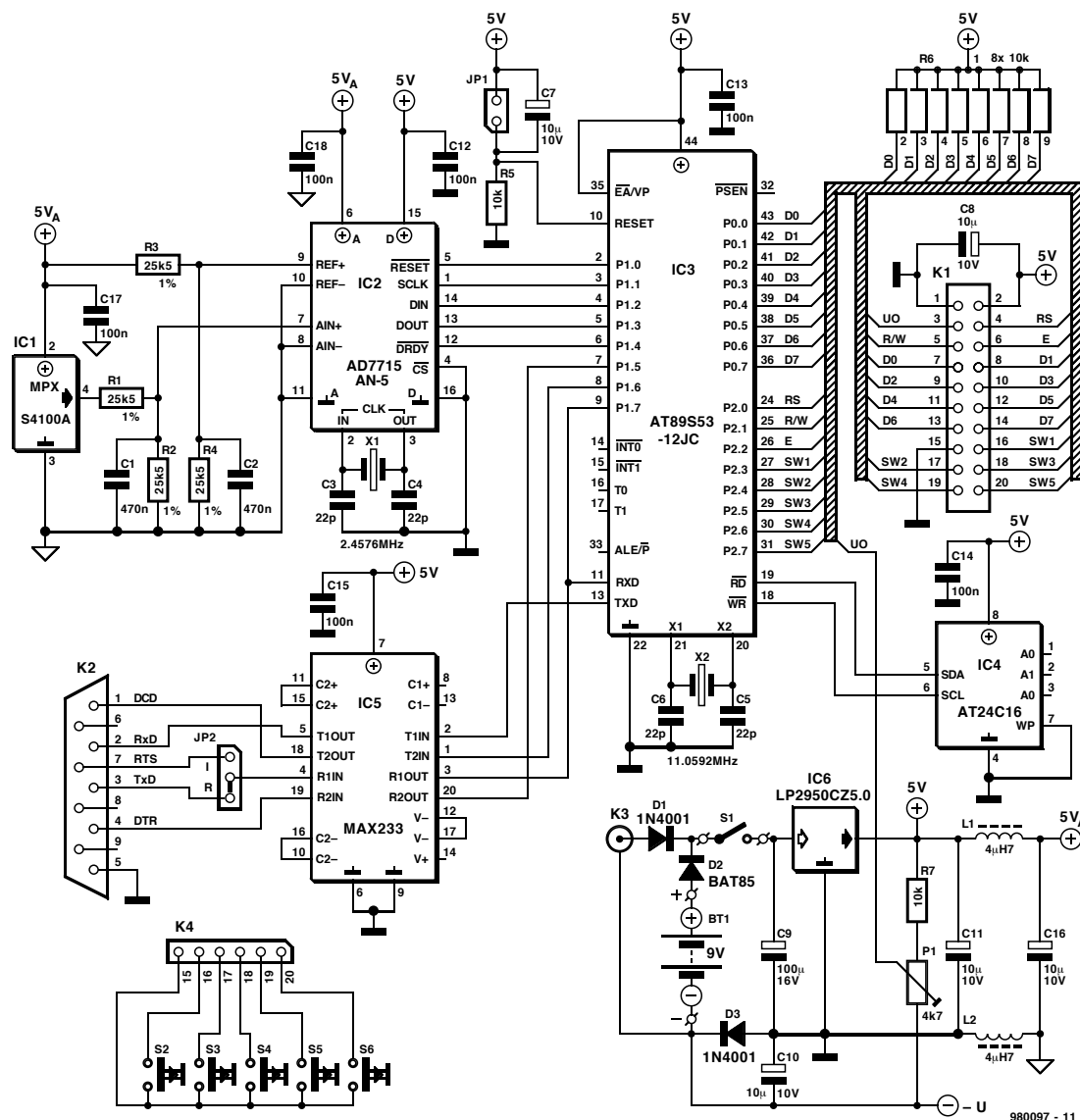


Figure 5. Schéma du baro-/altimètre avec capteur, convertisseur, contrôleur, mémoire, pilote RS-232 et alimentation.

La mémoire existante, 12 Koctets de ROM-Flash et 256 mots de 8 bits de RAM, est relativement limitée (vu que la mémoire de ROM stocke la majorité du programme et les constantes et que la RAM sert aux variables et à la pile). Il est impossible, partant, d'effectuer les calculs en virgule flottante de sorte qu'on se trouve forcé de procéder à des conversions (relativement complexes). Restons-en là pour le moment, l'aspect « logiciel » constituant le plat de résistance du second article consacré à cette réalisation.

Le port 1 sert à la commande du convertisseur, à la lecture des données de mesure et à la communication avec le PC par le biais de l'interface RS-232 (MAX233). Les ports 0 et 2 pilotent un affichage LCD et scrutent le clavier de commande (constitué des 5 touches S2 à S6) montés sur une platine distincte. Le contrôleur est relié à une EEPROM pilotée par le biais d'une liaison bifilaire. Cette EEPROM a une capacité mémoire de 16 Kbits, ce qui correspond à 1 000 échantillons de 16 bits. Un mot encore au sujet du contrôleur. Il possède une interface de programma-

tion série et, de par sa caractéristique « Flash », peut être effacé et programmé sur la platine. L'utilisation d'un contrôleur ISO (*In System Programmable*) nous a paru intéressante non seulement en raison de l'aspect financier, mais aussi en raison de la possibilité de programmer soi-même le contrôleur et partant de se lancer dans une adaptation éventuelle du logiciel. Nous reviendrons à cet aspect des choses dans l'article publié dans le numéro de décembre d'Elektor.

ERREUR DE MESURE

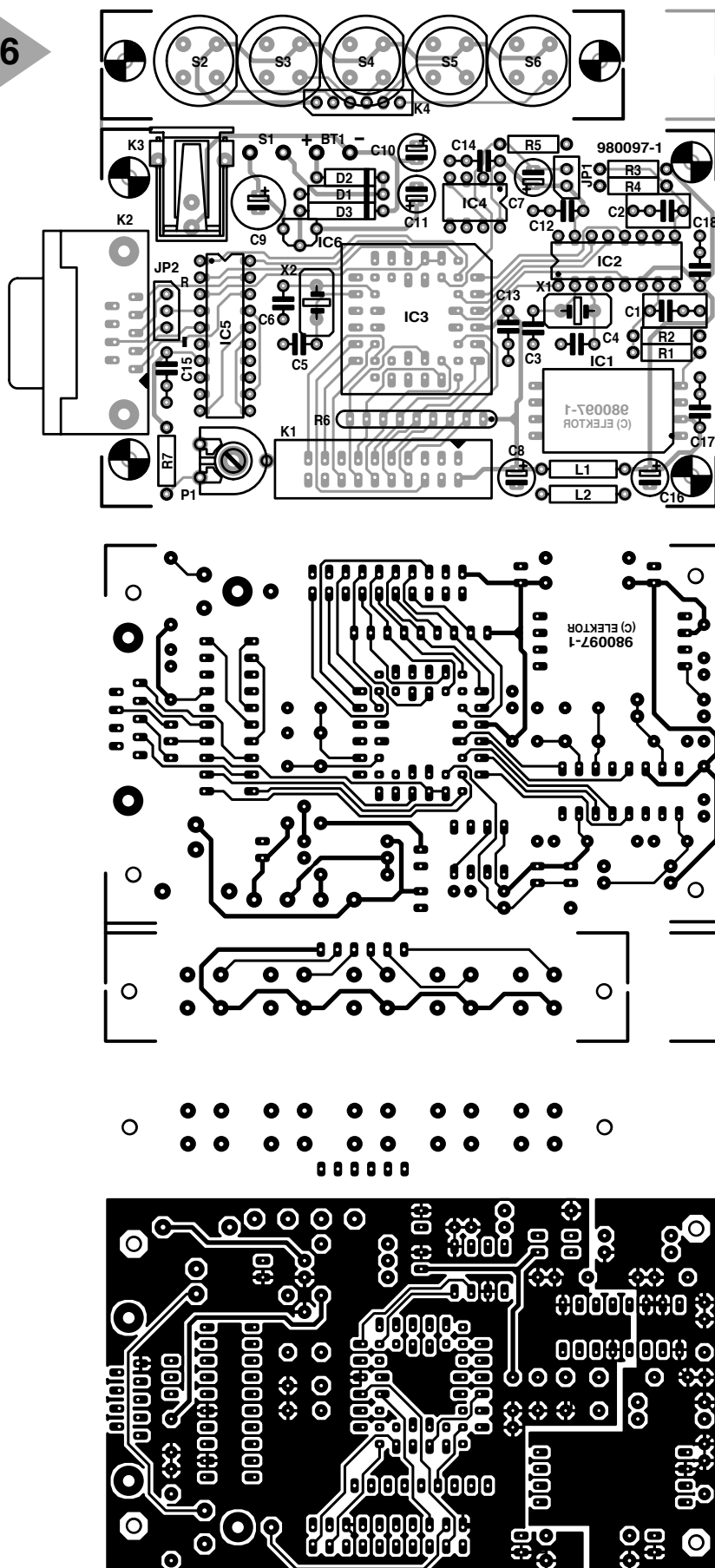
Chacun des composants utilisés dans cet appareil de mesure constitue une source potentielle d'erreur de mesure. Au niveau du capteur l'erreur maximale de pression atteinte, à l'intérieur de la plage de température allant de 0 à 85 °C, $\pm 1,5$ kPa. Dans les zones situées de part et d'autre de la dite plage, de -40 à 0 °C et de +85 à +125 °C, cette erreur de pression est à

multiplier par un facteur d'erreur de température (TF) pouvant aller jusqu'à 3. Ceci nous donne, pour le capteur proprement dit, une erreur totale (E) de :

$$E = \pm (1,5 \text{ kPa} \cdot \text{TF} \cdot 0,01059 \cdot V_S).$$

Cette erreur est reproduite sur la courbe de la figure 4. Le diviseur de tension R1/R2 divise le signal de mesure par 2. La tolérance des résistances peut se traduire par une erreur additionnelle de 2% de la tension de mesure. Vu d'autre part que la tension de référence passe elle aussi « aux mains » d'un diviseur de tension (et qu'elle aussi pourrait entraîner une erreur de 2%), il est évident qu'il faudra s'assurer de l'identité des valeurs des résistances des dits diviseurs.

Le convertisseur A/N constitue la source d'erreur suivante. Il est heureux que le convertisseur dispose d'une fonction d'auto-calibration évoquée plus haut, fonction qui ajuste le point zéro et le débattement à pleine échelle



Liste des composants

Résistances :

R1 à R4 = 25kΩ5 1%

R5, R7 = 10 kΩ

R6 = réseau de 8 résistances de 10 kΩ

P1 = ajustable 4kΩ27

Condensateurs :

C1, C2 = 470 nF MKT

C3 à C6 = 22 pF céramique

C7, C8, C11, C16 = 10 μF/10 V vertical

C9 = 100 μF/16 V vertical

C10 = 10 μF/16 V vertical

C12 à C15, C17, C18 = 100 nF céramique

Sels :

L1, L2 = 4μH7

Semi-conducteurs :

D1, D3 = 1N4001

D2 = BAT85

IC1 = MPXS4100A (Motorola, Conrad 143200)

IC2 = AD7715AN-5 (Analog Devices)

IC3 = AT89S53-12JC

IC4 = AT24C16

IC5 = ADM233L (Analog Devices) (= MAX233)

IC6 = LP2950CZ5.0

Divers :

X1 = quartz 2,457 6 MHz

X2 = quartz 11,059 2 MHz

JP1 = embase à 2 contacts + cavalier

JP2 = embase à 3 contacts + cavalier

K1 = embase mâle à 2 rangées de 10 contacts (HE10) avec rebord

K2 = embase sub D à 9 contacts femelle encartable en équerre

K3 = embase-jack d'alimentation encartable

K4 = connecteur à 1 rangée de 6 contacts (mâle et femelle)

BT1 = pile compacte 9 V avec connecteur à pression

S1 = interrupteur unipolaire

S2 à S6 = touche D6-R-RD avec capuchon D6Q-RD-CAP (ITC)

boîtier tel que, par exemple, Bopla E435

affichage LCD à 2 lignes de 16 caractères

5 cm de câble en nappe à 20 conducteurs

connecteur pour câble plat

support pour IC3

Figure 6. Cette platine double face à trous métallisés permet la réalisation d'un montage compact.

lors de la mise sous tension et ensuite toutes les 30 minutes de fonctionnement. On n'a donc pas à se soucier d'erreurs de gain ou de dérive en température; il en va de même en ce qui concerne les codes manquants (des données perdues à la suite d'une chronologie malencontreuse). La non-linéarité de 0,0015% du contrôleur est le seul élément dont il faille tenir compte dans le calcul d'erreur. Tous comptes faits, le contrôleur reçoit des données qui présentent, après étalonnage, une

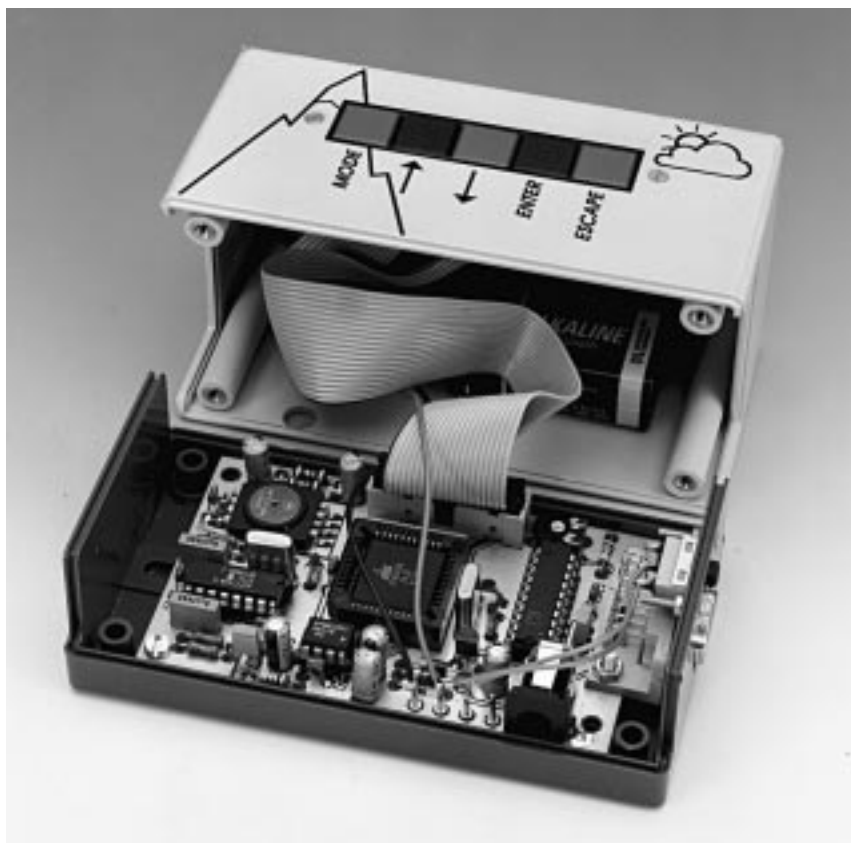
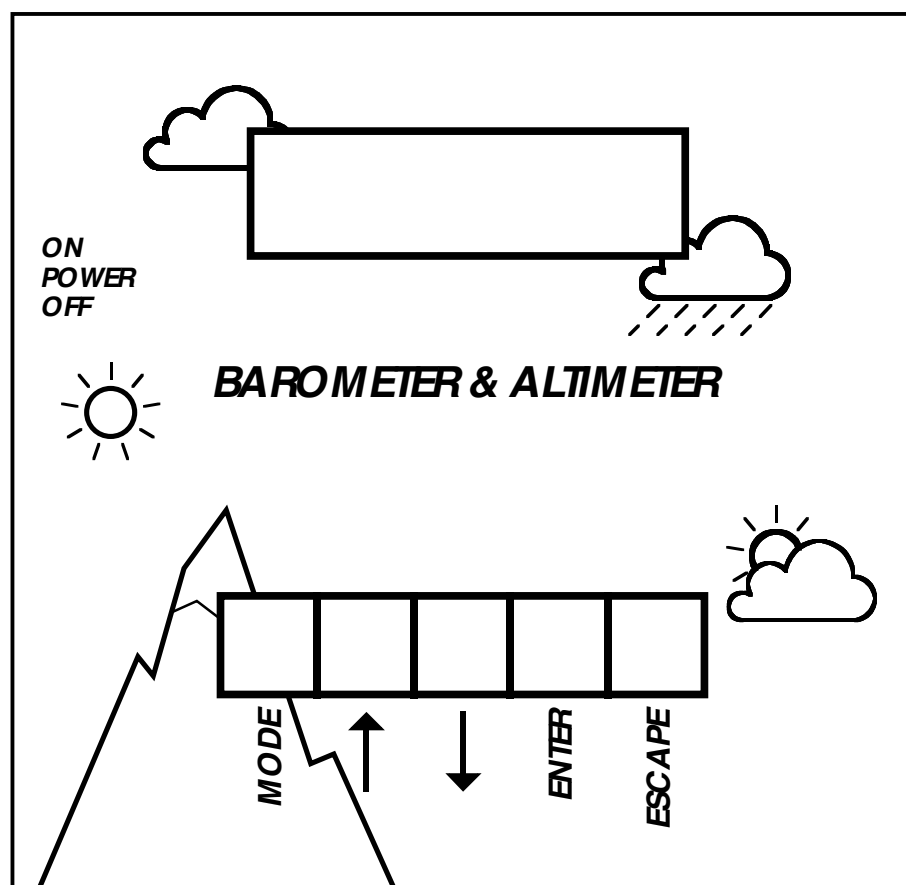


Figure 7. Exemple de platine terminée.

Figure 8. Exemple de face avant pour notre instrument de mesure.



erreur inférieure à 1,8%. En l'absence de calibration, cette erreur peut atteindre, au pire des cas, 5,8%.

RÉALISATION

Revenons, avant de passer à cette étape, quelques instant au schéma. L'alimentation du montage se fait soit par le biais d'une embase-jack recevant la tension fournie par un adaptateur-secteur de 12 V, soit à l'aide d'une pile compacte de 9 V. Vu la consommation de courant de 25 mA, l'utilisation d'une pile de 9 V est hors de question pour une alimentation longue durée de cet instrument de mesure. Rien n'interdit d'alimenter le montage simultanément à l'aide de ces 2 sources de tension, les diodes D1 et D2 évitant qu'elles ne se trouvent confrontées l'une à l'autre. Un régulateur de tension règle cette tension à 5 V. Le L2950CZ-5.0 utilisé ici est un régulateur dit « micropower » qui se caractérise par un courant de repos (75 μ A typique) et une perte de tension (moins de 400 mV extrêmement faibles). Le régulateur peut fournir jusqu'à 100 mA. En aval du régulateur l'ajustable P1 dérive la tension de contraste U_0 destinée à l'affichage LCD. Les circuits intégrés de la partie numérique sont eux aussi connectés directement à la sortie du régulateur. Une paire de selfs, L1 et L2, découplent la tension de 5 V envoyée d'une part au capteur et de l'autre à l'entrée de tension de référence et assure l'alimentation analogique de la partie analogique du convertisseur.

Il faudra commencer par séparer les 2 parties constituant la platine représentée en figure 6. La platine la plus petite reçoit les 5 touches et l'embase K4 avant d'être montée sur le couvercle du boîtier préparé d'après les indications du gabarit de face avant de la figure 7. On utilisera, pour la platine principale un fer à souder à panne fine vu le faible écartement des pistes et l'implantation relativement dense des composants. La soudure sera faite avec soin, vu qu'il devient extrêmement délicat d'éliminer une erreur de soudure. Attention tout particulièrement à la polarité des composants en ayant une, et aux ponts de soudure malencontreux.

Une fois que tous les composants auront trouvé place sur la platine (qui devrait alors ressembler comme 2 gouttes d'eau à celle de la figure 8), que le circuit imprimé aura été monté dans le boîtier et que le couvercle aura été doté du clavier et de la face avant il ne restera plus qu'à voir d'un peu plus près le processus de programmation, à nous intéresser à la calibration, à la description du logiciel et au mode d'emploi, ce qui signifie qu'il vous faudra attendre le prochain numéro d'Elektor.

(980097-1)

980097-F

transpondeurs

cartes à mémoire et à puce sans contact

La technique des transpondeurs permet d'étendre encore plus les domaines d'application déjà vastes des cartes à puce et à mémoire grâce à l'interrogation sans contact et sans fil basée sur des circuits résonants. Cette solution présente de nombreux avantages pour l'identification sans contact de personnes, d'animaux ou d'objets, la commande de processus et les caisses enregistreuses.

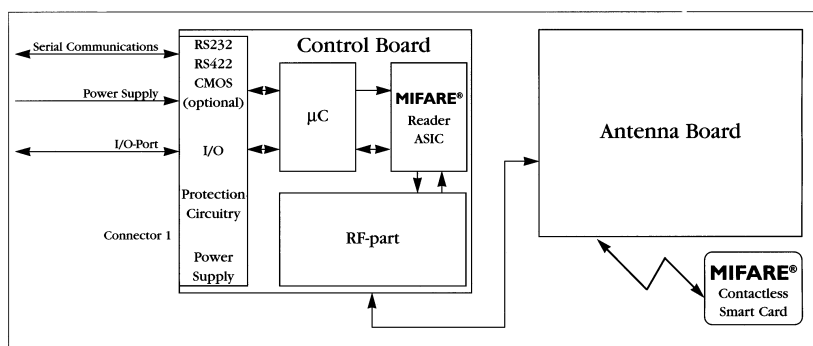


Figure 1. Schéma de principe d'un appareil sériel d'écriture et de lecture pour cartes à mémoire sans contact de Mikron/Philips.

Vu sous un angle technique, ces systèmes d'identification sans contact comportent une unité de lecture et d'écriture dont l'émetteur-récepteur envoie des informations et reçoit la réponse du transpondeur par l'entremise d'une antenne. Les applications citées sont généralement basées sur des transpondeurs passifs pour lesquels le champ H.F. rayonné par l'antenne de l'unité de lecture et d'écriture fait à la fois office de source de données et d'énergie d'alimentation. La liaison sans fil avec l'unité de lecture et d'écriture constitue une différence essentielle entre les systèmes basés sur des transpondeurs et les nombreux systèmes basés de cartes à puce et à mémoire. La possibilité de faire appel à de nombreuses formes de construction qui ne sont pas soumises au carcan d'une norme offre un atout supplémentaire. Les transpondeurs peuvent être intégrés dans des objets, poubelles, conteneurs de transport, etc. ou implantés dans des animaux (voire des

êtres humains). Ils peuvent être logés dans de petites capsules de verre ou de plastique, dans des montres-bracelets ou encore dans des cartes de plastique de la taille d'un chèque.

UNITÉ DE LECTURE ET D'ÉCRITURE

Tout comme avec les cartes à puce, les systèmes à transpondeur comportent un « lecteur » (« reader »), une unité de lecture qui interroge un transpondeur et traite le résultat. Le lecteur se contente de lire le transpondeur lorsque le système d'accès ou quelque application similaire fait appel à des transpondeurs « à lecture seulement ». Mais le lecteur peut aussi écrire et programmer des transpondeurs lecture/écriture. Le lecteur le plus simple comporte un petit module qui ne requiert qu'une tension d'alimentation et une antenne. Celle-ci est un enroulement de plus ou moins grande taille selon le domaine de fréquence et la portée du système. Le module d'un

système d'accès simple dispose d'une sortie qui commande un relais ou l'ouverture électrique d'une porte lorsque l'identification du transpondeur est acceptée par un microcontrôleur. Les systèmes plus complexes vérifient tout d'abord les données reçues puis chargent un ordinateur de programmer les transpondeurs ; le lecteur dispose alors d'une interface série. La **figure 1** illustre le principe de ce type de lecteur, une version de Mikron/Philips destinée aux cartes à mémoire sans contact et dont la partie H.F. (RF-Part) fonctionne à la fréquence ISO de 13,56 MHz, standard dans de telles applications. La portée est alors limitée à environ 10 cm mais le débit peut atteindre la valeur relativement élevée de 115 Kbauds. Ces cartes mémoire sans contact sont surtout destinées aux systèmes de paiement par carte : transports en commun locaux, routes à péage, stations-service, parcs de stationnement, etc. La majorité des applications des transpondeurs sont toutefois basées sur des fréquences de travail basses de 100 à 450 kHz qui offrent une portée supérieure. La fréquence standard de 125 kHz est la plus usitée, mais les fréquences de 150 kHz, 120 kHz et 134,2 kHz sont aussi répandues, cette dernière constituant une caractéristique des systèmes TIRIS de Texas Instruments.

L'antenne est formée d'un enroulement rond, rectangulaire ou carré dépourvu de noyau de fer et généralement imprégné ou (uniquement dans la gamme 100-200 kHz) d'une antenne à noyau de ferrite. La photo de la **figure 2** montre une unité d'écriture et de lecture à enroulement imprimé pour transpondeur 13,56 MHz. Pour une portée plus considérable (quelques mètres à 100-200 kHz), la majorité des enroulements rectangulaires constituent des antennes-cadres efficaces dont un côté peut dépasser une longueur totale d'un mètre. Dans ce cas, l'électronique est généralement séparée et l'antenne est située par exemple près du portail de réception. La longueur du câble reliant l'antenne au lecteur requiert parfois le remplacement de l'enroulement passif par une antenne active.

PUCES DES TRANSPONDEURS

La puce qui enregistre les données à transmettre et surveille leur transmission constitue le cœur du transpondeur. Un transpondeur utilisable ne requiert, hormis la puce, qu'un enroulement approprié, un condensateur et un boîtier. Il est encore plus simple de faire appel à un module constitué par une carte de petite taille sur laquelle sont montés la puce et le condensateur du circuit oscillant du transpondeur (**figure 3**). Il ne reste plus qu'à raccor-

2

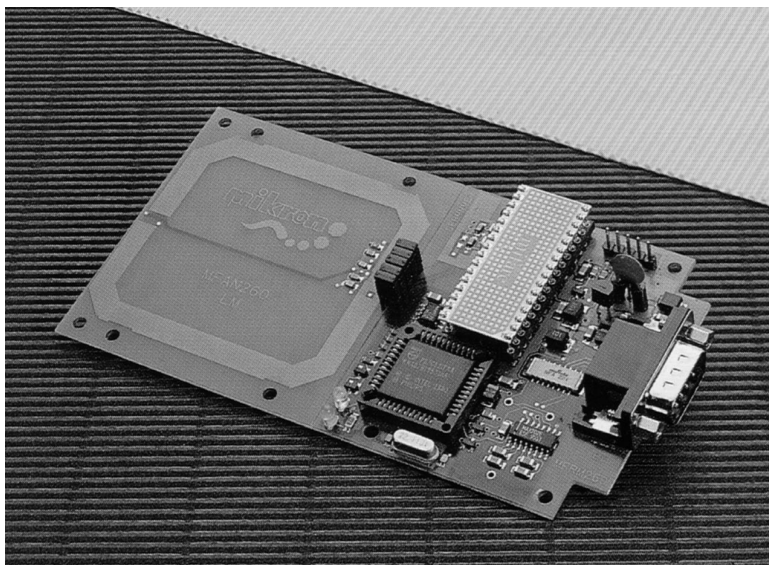


Figure 2. Appareil d'écriture et de lecture pour transpondeurs 13,56 MHz avec antenne formée d'un enroulement imprimé (Mikron/Philips).

der l'enroulement aux deux contacts.

La technologie des puces de transpondeurs reflète partiellement celle des cartes à puce et des cartes mémoire fréquemment mentionnées dans Elektor. La **figure 4** représente le schéma de principe du CI d'une carte 13,56 MHz. La plupart des sous-systèmes dans la moitié droite de la figure sont aussi présents dans les cartes mémoire. Le bloc fonctionnel anti-collision qui permet au lecteur de traiter simultanément plusieurs cartes dans sa zone de réception ne figure toutefois pas dans les lecteurs de cartes à puce. Outre les composants similaires à ceux d'une carte à mémoire, la puce du transpondeur comporte une interface H.F. (RF-Interface en anglais) qui, lorsque le circuit résonant est branché, assure la connexion avec le lecteur et l'alimentation sans fil. La réalisation de l'enroulement dépend du domaine de fréquence, des dimensions du boîtier et

des caractéristiques désirées (portée). Outre les bobines sans fer, on emploie aussi des enrou-

lements imprimés à la laque conductrice et gravés sur le matériau de la platine et des antennes à noyau de ferrite.

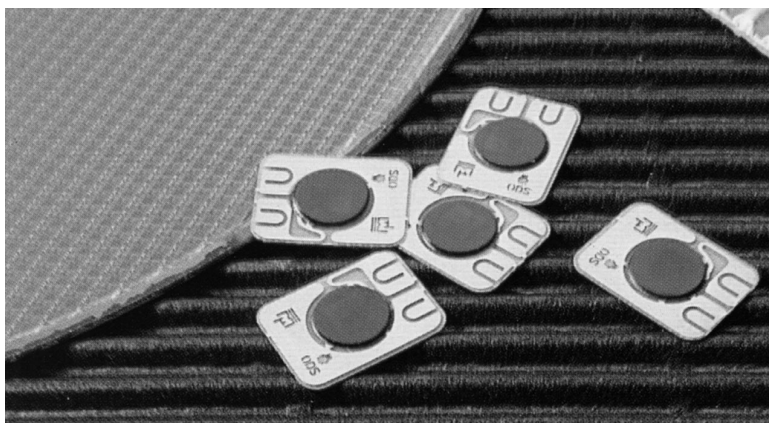
COMMENT ÇA MARCHE

Le principe de l'alimentation et de la modulation est basé sur deux circuits oscillants à couplage lâche. La **figure 6** en montre la disposition. La bobine qui sert d'antenne à l'émetteur-récepteur de l'unité d'écriture et de lecture engendre un champ H.F. de faible intensité : la puissance d'émission pourrait être par exemple de 125 mW à 150 kHz.

L'enroulement du transpondeur qui se trouve dans ce champ forme un circuit résonant parallèle avec le condensateur interne du transpondeur sur puce. Ce circuit est accordé à la fréquence de

Figure 3. Module à puce pour cartes à mémoire sans contact. Le module comporte, le transpondeur sur puce et le condensateur du circuit résonant. Il suffit d'y ajouter un enroulement à quelques tours relié aux deux contacts du module pour obtenir un transpondeur prêt à l'emploi.

3



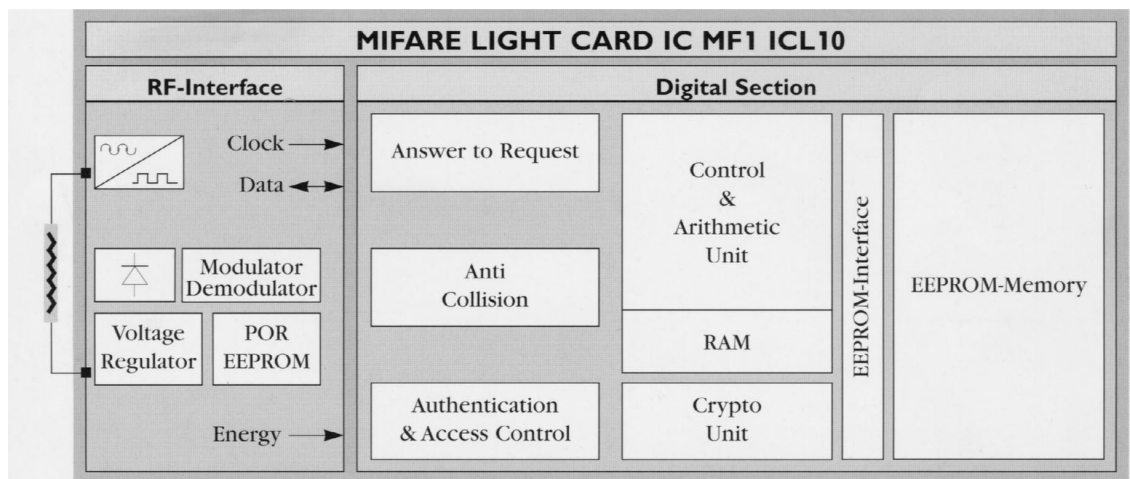


Figure 4. Schéma de principe de la puce d'un transpondeur 13,56 MHz sur carte.

l'émetteur-récepteur. Une tension élevée est engendrée aux bornes du circuit (peu amorti, car la résistance ohmique de l'entrée de la puce est élevée) par l'amplification de résonance de l'impédance. Cette tension H.F., redressée par une diode et lissée par un condensateur, fournit la tension de fonctionnement de la puce par l'entremise d'un régulateur de tension interne. Le CI « se réveille » et influence le circuit oscillant en lui envoyant par un étage de modulation les impulsions codées de sa mémoire. Dans le plus simple des cas, cet étage de modulation se compose d'une résistance qui commute un interrupteur électronique (transistor) au rythme du signal impulsif. Cet « interrupteur » est branché en parallèle sur le circuit oscillant qui est alors soumis à un amortissement supplémentaire ; la tension baisse aux bornes de l'enroulement et l'énergie extraite du champ H.F. augmente, ce qui

entraîne une augmentation de la charge du circuit de l'émetteur-récepteur et fait donc décroître l'amplitude aux bornes de sa bobine. Résultat : le champ couple les deux circuits de manière lâche, d'où transfert de la modulation d'amplitude du circuit du transpondeur au circuit de l'émetteur-récepteur qui peut alors la détecter. Et voilà comment le transpondeur communique ses données à l'émetteur-récepteur du lecteur. Il va sans dire que la réciproque fonctionne : si le lecteur peut aussi écrire, il modulera la tension de son enroulement, ce qui lui permettra de transmettre des données au transpondeur.

L'émetteur-récepteur d'une unité d'écriture et de lecture peut être composé, comme le montre la figure 7, d'un seul CI, par exemple le 90106 du fabricant Melexis. L'oscillateur dispose d'une entrée de modulation (MODU) qui commande l'amplitude H.F. par une tension conti-

nue entre 0 et 3 V (0 V = amplitude max., V_{dd} = pas d'oscillations). Lorsque la tension d'entrée n'est pas fixée, la tension de modulation est fixée à la valeur interne de 1,5 V (demi-amplitude), ce qui correspond à la meilleure sensibilité de lecture du transpondeur dont les données sont alors disponibles à la sortie DATA. Des conseils pour le dimensionnement de l'enroulement se trouvent dans un pavé de texte séparé.

La technique des transpondeurs ne fait pas appel qu'à la simple modulation d'amplitude ; elle recèle d'autres types de modulation tels que la modulation d'amplitude à code Manchester, la modulation par déplacement de phase, la modulation par déplacement de fréquence et la modulation de fréquence.

FABRICANTS ET CONSTRUCTION

Qui peut identifier les types, donnera des noms ? Nous nous bornerons à indiquer un petit échantillon de fabricants connus et renvoyons à la page Internet www.rapidttp.com/transponder/supplier.html

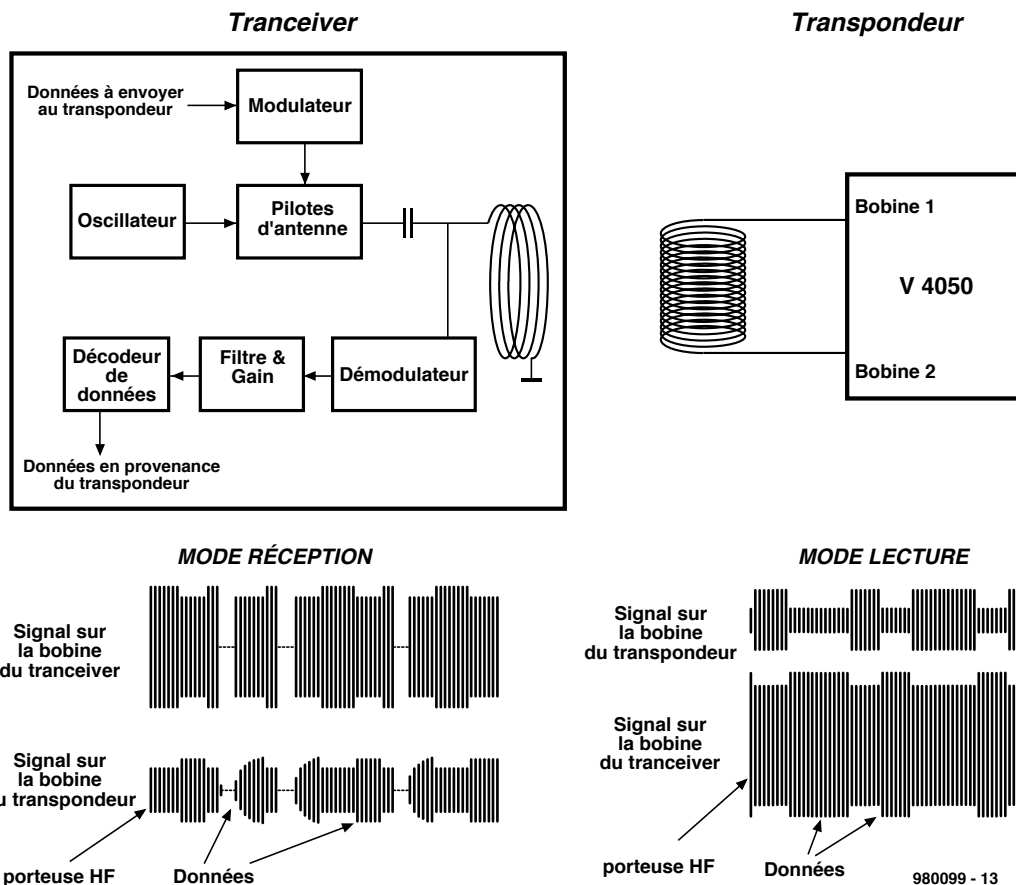
pour une liste exhaustive.

Plaçons un nom connu en tête de notre courte liste : Philips collabore avec Mikron sur le marché des transpondeurs et offre, avec MIFARE, une gamme de produits pour transpondeurs de cartes à mémoire sans contact fonctionnant à 13,56 MHz (portée 10 cm) et, avec HITAG, un programme de fabrication destiné au secteur RFID à 125 kHz avec modulation d'amplitude et modulation à glissement de fréquence, chiffrement de la transmission, fonctionnalité OTP (One Time Programmable) et une portée L/E atteignant 1 mètre. Mentionnons quelques-unes des nombreuses applications : clés électroniques, par exemple clés de contact de voiture avec blocage du démarrage, marquage des animaux, etc.

Les transpondeurs sur puce de TEMIC (TElefunken MICroelectronics) sont destinées aux mêmes domaines

Figure 5. Une carte à mémoire sans contact constitue un support de données polyvalent dont les fonctions sont assurées par la puce et l'enroulement sous plastique.





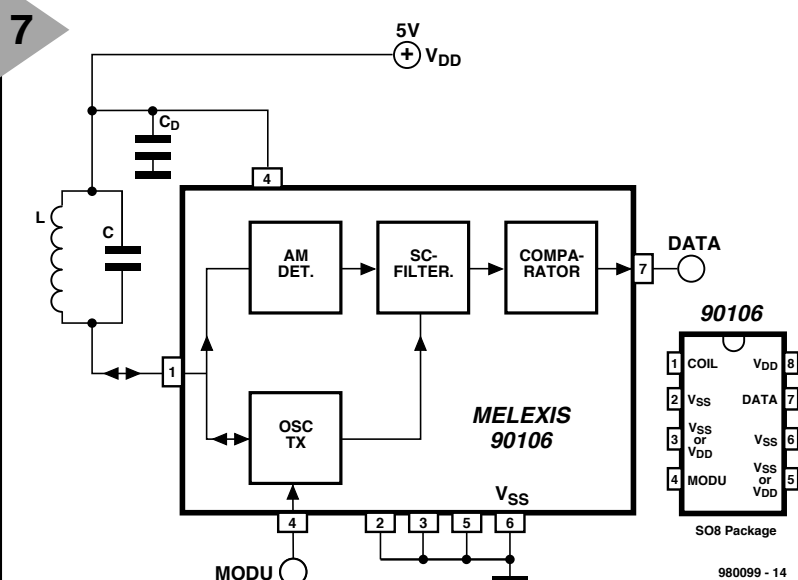
que ceux de la gamme HITAG, mais l'accent est mis sur la réalisation économique de grandes séries. La version la plus simple ne comporte que la lecture, 128 bits de mémoire morte programmable et se distingue par l'étendue de sa plage de fréquence et de température (100 à 400 kHz, -40 à + 125 °C). La puce modifiable, elle, peut être utilisée entre 100 et 150 kHz. Outre la modicité de ses coûts, TEMIC offre aussi plusieurs procédés de modulation.

Le système TIRIS de Texas Instruments couvre tous les domaines d'application essentiels, des cartes à puce 64 bits sans contact aux transpondeurs robustes pour camions et conteneurs. Tous les transpondeurs TIRIS fonctionnent à la même fréquence de 134,2 kHz et par modulation de fréquence (en fait, modulation par déplacement de fréquence). TIRIS se distingue par sa distance de lecture élevée qui peut atteindre 2 m. Ces performances sont dues à la grande antenne-cadre du lecteur et l'antenne à noyau de ferrite du transpondeur. Comme un transpondeur n'a besoin que d'une puce et d'un enroulement pour fonctionner, il est possible de réaliser son boîtier sous des formes et avec des matériaux très divers. Les plastiques constituent les matériaux dominants et sont combinés à un support métallique lorsqu'une grande stabilité mécanique est requise. Les transpondeurs en forme de bâtonnet en

boîtier de verre hermétique, stables et à l'épreuve des produits chimiques, se prêtent très bien au marquage des animaux. Ils sont très faciles à implanter dans leurs exécutions miniaturisées (TEMIC offre par exemple des modèles de 2 mm de diamètre et de 12 mm de long) : ils sont placés sous la peau des animaux domestiques et du bétail avec une sorte de pistolet. TIRIS offre aussi des transpondeurs sous verre de grande taille (barres de 31 cm de long et de 4 cm d'épaisseur) à

Figure 6. Principe de fonctionnement d'un système transpondeur passif à induction. La puce V 4050 est un transpondeur à écriture/lecture de EM-MICRO-ELECTRONIC-MARIN.

Figure 7. Il existe aussi des solutions monopuce pour l'émetteur-récepteur de l'appareil d'écriture et de lecture comme ce CI émetteur-récepteur 90106 de Melexis.



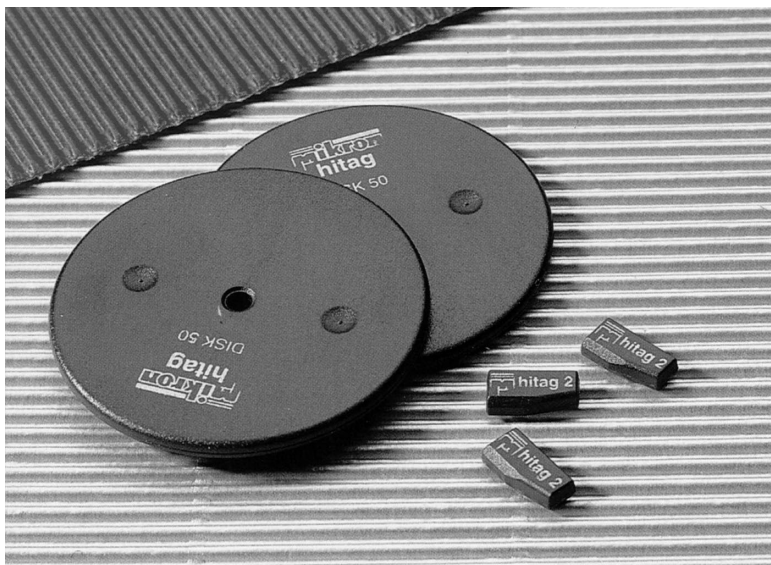


Figure 8. Transpondeurs RFID en forme de disque et de barrette en boîtier plastique.



Figure 9. Il existe des kits de développement et de démonstration pour la réalisation de systèmes à transpondeurs.



antennes ferrite pour distance de lecture de 1 m.

La forme des transpondeurs sous matière plastique n'est pas limitée à la carte ou au bâtonnet, il en existe d'autres, principalement sous forme de disque ou de pilule. Ces derniers se prêtent particulièrement bien à l'identification de véhicules, de palettes, de conteneurs et même de poubelles. De petits transpondeurs ronds ou en forme de bâtonnet se dissimulent aujourd'hui dans bon nombre de clés de contact et sont interrogés par le système de blocage du démarrage. Les transpondeurs miniatures sous plastique sont souvent utilisés comme implants de marquage des animaux, tout comme les modèles sous verre déjà mentionnés. Le marquage des animaux (*Animal-ID*) est régi par un protocole standard basé sur ISO 11784/85.

DO IT YOURSELF

Il serait possible de réaliser soi-même un système de transpondeur en se servant d'un CI transpondeur et d'un CI émetteur-récepteur. Mais ces CI spéciaux ne figurent pas encore dans les catalogues spécialisés et encore moins dans l'assortiment du petit commerce de composants électroniques du coin. Il faut aussi pouvoir réaliser soi-même le logiciel pour le lecteur ou pour la lecture/écriture, ce qui requiert des connaissances de programmation et l'accès à la documentation exhaustive du fabricant de la puce. Nous conseillons donc à celles et ceux qui envisagent déjà d'appliquer un système à transpondeur à la domotique de se tourner plutôt vers un système déjà construit. Il existe au moins un spécialiste de la vente par correspondance (Conrad-Electronic) qui propose déjà plusieurs produits à usage domestique : divers transpondeurs-lecteurs, lecteur universel, lecteur spécial pour l'ouverture des portes, lecteur équipé d'un bus bifilaire RS485, lecteur multiple avec L/E pour lequel un transpondeur L/E approprié est fourni et logiciels sur PC pour applications de saisie des temps. Les réalisateurs industriels ont plus de chance. Tous les fabricants cités facilitent l'initiation en offrant des kits de développement ou de démonstration confortables à des prix qui le sont malheureusement aussi. La montre-bracelet à transpondeur incluse dans certains kits semble faire partie des grandes favorites...

(980099-1)

Documentation :

"Transponder News",
service d'informations Internet sous
www.rapidtp.com/transponder

Dimensionnement de l'enroulement

Cet exemple est basé sur une fréquence du transpondeur de 120 kHz. Pour réduire le plus possible l'influence des capacités parasites sur la fréquence de résonance du circuit LC (circuit résonant parallèle), il est conseillé d'utiliser un enroulement à faible inductance L car cela requiert une valeur plus élevée de la capacité C du circuit. Le champ est proportionnel au nombre de tours et au courant qui circule dans l'enroulement:

$$H \approx n \cdot i = n \cdot \frac{v}{\omega L}$$

où v est la tension alternative aux bornes de l'enroulement.

L'inductance de l'enroulement est proportionnelle au carré du nombre de tours :

$$L = L_0 \cdot n^2$$

L_0 est l'inductance d'un seul tour. On en déduit :

$$H \approx \frac{v}{\omega \cdot L_0 \cdot n}$$

Une diminution du nombre de tours accroît l'intensité du champ tout en simplifiant la fabrication de l'enroulement.

Un cas concret de circuit résonant à 120 kHz est donné par un condensateur de 25 nF en parallèle avec un enroulement de 70 μ H. L'enroulement est constitué d'une bobine d'environ 30 tours dépourvue de noyau et dont le diamètre (mandrin de bobinage) est d'environ 30 mm.

Terminologie des transpondeurs :

Anti-collision

La présence d'autres transpondeurs dans la zone d'émission/réception d'un transpondeur ne devrait pas perturber son fonctionnement ; le système doit pouvoir reconnaître la carte correcte parmi plusieurs cartes du même système.

Monopuce (Single Chip)

Il suffit de raccorder un enroulement car la puce servant de transpondeur contient déjà le condensateur du circuit résonant. Il s'agit en fait souvent d'un module à puce, c'est-à-dire que la puce de silicium proprement dite se trouve sur une plaquette de support pourvue de contacts et, le cas échéant, d'un condensateur monté en surface.

Multi-fonctionnalité

Il est possible de faire jouer plusieurs rôles à une seule et même carte. Exemple : carte bancaire combinée à une carte téléphonique. Il faut toutefois disposer de plusieurs secteurs mémoire protégés et indépendants les uns des autres. Philips/Mikron propose entre autres des puces de la famille Mifare pour plus de 40 fonctions différentes ainsi que des modèles disposant d'une interface à contact selon ISO 7816 s'ajoutant à l'interface sans fil, ce qui permet de les utiliser aussi comme carte à puce « normale ».

Read-Only (RO)

Le transpondeur contient des informations programmées lors de la fabrication (par exemple un nombre de 64 bits) qui ne peuvent être modifiées.

Read/Write (R/W)

L'utilisateur peut programmer le transpondeur aussi souvent qu'il le désire.

RFID

Abréviation de « radio frequency ID » qui signifie « carte d'identité à haute fréquence ». Désigne les transpondeurs utilisés principalement pour l'identification et l'enregistrement. Les RFID fonctionnent généralement à 125 kHz et peuvent être lus à grande distance (jusqu'à plusieurs mètres) dans un certain nombre de cas. Le marquage des

animaux, les clés de voiture avec blocage du démarrage et les laissez-passer de toutes sortes en sont des applications typiques.

Sécurité

Les transpondeurs à haute sécurité disposent de puces pour cartes à mémoire équipées de dispositifs de sécurité similaires à ceux des cartes bancaires. La transmission entre le transpondeur et la carte est chiffrée.

Selective Addressable Multipage Transponder (SAMPT)

Similaire au transpondeur multipage MPT, mais la première page comporte un champ d'adressage de 24 bits programmable par l'utilisateur qui permet de s'adresser directement (lecture/écriture) à un membre d'un groupe de transpondeurs.

Tag

Étiquettes en tous genres. Ce mot anglais est aussi utilisé pour désigner des transpondeurs de type RFID (voir cette rubrique).

Transpondeur (Transponder)

Mot fabriqué à partir de « transmettre » (transmit) et « répondre » (respond). Appellation technique d'un « appareil de réponse » au signal d'un émetteur. Il faut aussi inclure sous cette appellation les mini-transpondeurs passifs mentionnés dans cet article.

Transpondeur multipage (Multipage Transponder, MPT)

Transpondeur dont la mémoire est organisée par pages, par exemple 1360 bits dans 17 pages de 80 bits chacune. La première page peut être une page lecture seulement (Read-Only, RO) et l'utilisateur peut définir les pages restantes comme lecture seulement (processus irréversible) en cas de besoin (par exemple avec les transpondeurs TIRIS de Texas Instruments).

MLX90308

interface programmable pour capteurs

Grâce à son contrôleur intégré le MLX90308 de Melexis constitue une interface extrêmement flexible qu'il est facile, avec un programme taillé sur mesure, d'accorder aux capteurs les plus divers. Vu d'autre part que tous les composants requis se trouvent déjà intégrés dans le circuit intégré il est, non seulement d'un confort d'utilisation remarquable mais encore relativement bon marché.



Caractéristiques techniques :

- ⇒ traitement du signal piloté par microprocesseur
- ⇒ ne requiert pas de matériel additionnel
- ⇒ s'accommode pratiquement de n'importe quel capteur
- ⇒ ajustage aisé par le biais d'un UART à 2 400 ou 9 600 bauds
- ⇒ tension de sortie entre 4 et 11 V ou boucle de courant de 4 à 20 mA
- ⇒ compensation de température par capteur interne ou externe.
- ⇒ tension d'entrée entre 4 et 35 V

La caractéristique la plus marquante de l'interface pour capteur MLX90308 est l'existence, à son bord, d'un contrôleur intégré. Cela en permet l'utilisation pour une palette d'applications très diverses. Il est en effet possible, par programmation de coefficients, de diminuer voire corriger un éventuel comportement non linéaire de toutes sortes de capteurs en pont. On peut également, par le biais d'un capteur interne ou externe, compenser les erreurs induites par des variations de température. La mémoire de pro-

gramme prend la forme de 4 Koctets de ROM. L'interface dispose de 64 octets de RAM et on a, pour les données de calibration, une EEPROM de 48 x 8 bits à disposition.

On peut utiliser la sortie soit en mode tension (4 à 11 V) soit en boucle de courant (4 à 20 mA). Le circuit intégré disposant d'un régulateur de tension intégré, il accepte toute tension d'alimentation comprise entre 4 et 35 V. Le MLX90308 possède en outre un oscillateur complet, une RAZ à la mise sous tension (POR = *Power On Reset*), un chien de garde et un UART à 2 400 ou 9 600 bauds.

L'interface pour capteurs est intégrée dans un boîtier DIL à 16 broches. On en retrouve, en **figure 1**, la structure interne et le brochage.

MODES DE FONCTIONNEMENT

Les 2 types d'utilisation principaux sont les modes numérique et analogique.

En *mode analogique* le signal en provenance du capteur et appliqué entre les

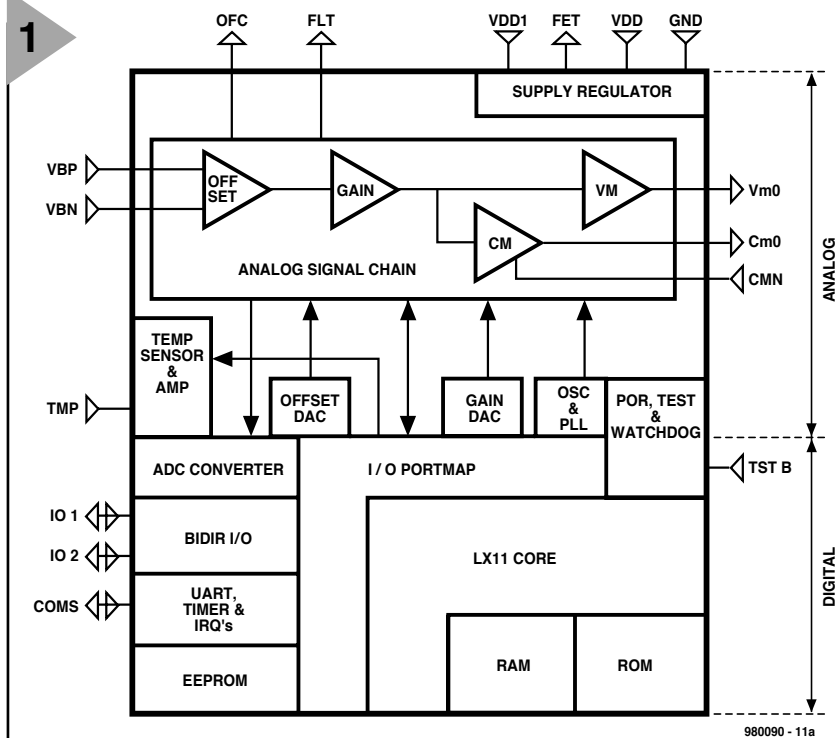


Figure 1. Synoptique de la structure interne et brochage du MLX90308.

broches VBN et VPB est amplifié par les blocs « IA » et « GN » avant de subir la conversion nécessaire vers la forme de signal requise dans l'un des étages de sortie, étapes illustrées par le synoptique de la **figure 2**.

La sensibilité et l'offset de la chaîne de signal analogique sont définis par les nombres que le microcontrôleur envoie au convertisseur N/A (CAN), (GN[9:0] et OF[9:0]), qui connaissent tous deux 10 pas). La plage importante dont on dispose pour l'offset et le gain du pont est due à un CAN à 2 bits pris dans le réglage d'offset (CSOF[1:0]) et son homologue présent lui dans le réglage de gain (CSGN[2:0]). Le signal de température, qu'il soit interne ou externe, TPO, pilote une interface CAN, de manière à obtenir une information de température numérisée sur 10 bits destinée aux entrées du convertisseur N/A (CNA) à 10 bits. Le réglage du gain et de l'offset du signal de température se fait à nouveau à l'aide d'une régulation grossière à 2 bits (GNTP[1:0]).

En *mode numérique* le signal analogique en provenance du capteur est converti en une information numérique traitée par la suite par le microcontrôleur. Le CNA à 10 bits se charge ensuite de sa conversion avant qu'elle n'arrive à la sortie.

L'ANALOGIQUE

Le circuit intégré comporte, à des fins de régulation de la tension d'alimentation, un régulateur à référence à bande interdite (*bandgap*); tout ce qu'il reste à ajouter est le transistor-série requis. Le capteur en pont est normalement alimenté par l'alimentation régulée

(4,75 V). On peut, pour des mesures ratiométriques, mettre le régulateur intégré hors-circuit par interconnexion des lignes d'alimentation non régulée (VDD1) et régulée (VDD).

Le MLX90308 possède un oscillateur RC programmable. On peut, pour le réglage de la fréquence (87,8 kHz $\pm 1\%$), se passer de composant externe. L'horloge du μP est générée par une boucle à verrouillage de phase (PLL = *Phase Locked Loop*) verrouillée à 614 kHz ou 2,46 MHz sur l'oscillateur RC.

Détail intrigant, les conversions A/N et N/A se font à l'aide d'un unique CNA. On a, pour économiser de la place sur la puce, multiplexé le CNA d'offset de diverses façons. Les signaux, tant d'« offset fin » que de « mode numérique », sont stockés dans un condensateur. La boucle du CAN est accessible par le biais d'un multiplexeur à 10 bits.

Lors d'une *conversion N/A* il faut définir, pour la sortie du CNA, une nouvelle valeur avant de changer de condensateur. C'est là la raison de la mise du multiplexeur analogique à un état dit « open state 0 » par le biais du signal de commutation MODSEL. Simultanément, le multiplexeur à 10 bits sélectionne l'entrée OF[9:0] pour le CNA d'offset. Après écoulement du temps de stabilisation du CNA le multiplexeur analogique est mis dans son état définitif et le signal de sortie du CNA est stocké dans un condensateur.

Lors d'une *conversion A/N* on a, aux ordres de MODSEL, interconnexion de la sortie SAR au CNA et de la sortie de

ce dernier au comparateur. Le registre SAR est initialisé sur le flanc montant du signal de commutation STC. À la fin de la conversion A/N l'indicateur EOC (*End Of Conversion*) est mis à « 1 » et le contrôleur est autorisé à lire la valeur du CAN.

2 remarques. Il va sans dire que le MLX90308 dispose d'un dispositif POR chargé d'initialiser l'état de la partie numérique du circuit après application de la tension d'alimentation. Comme l'illustre le chronodiagramme de la **figure 3** cette procédure de POR connaît 2 phases. Le niveau de RAZ est fixé à 3,5 V et la durée de temporisation répond à la formule suivante : $T_{\text{delay}} = 26 / F_{(\text{oscRC})}$. Le circuit intégré comporte en outre, à des fins de test, une broche spécifique, la broche 3. Par sa mise au niveau bas on lance un programme de monitoring qui change la fonction de la puce. Pour une application, quelle que soit, cette broche de test doit se trouver au niveau haut, voire laissée en l'air (le MLX90308 possède en effet une résistance de rappel au niveau haut (*pull up*) interne).

LE MICROPROCESSEUR

Le noyau du microcontrôleur est une variante du LX11. Comme il est facile de trouver de la documentation concernant ce dernier, nous ne nous étendons pas sur le sujet. La version de LX11 utilisée ici présente les caractéristiques suivantes :

- ⇒ 2 accumulateurs – un accumulateur d'index et 2 accumulateurs d'interruption;
- ⇒ des ports d'E/S à 8 bits;
- ⇒ le mode d'attente (Wait) non

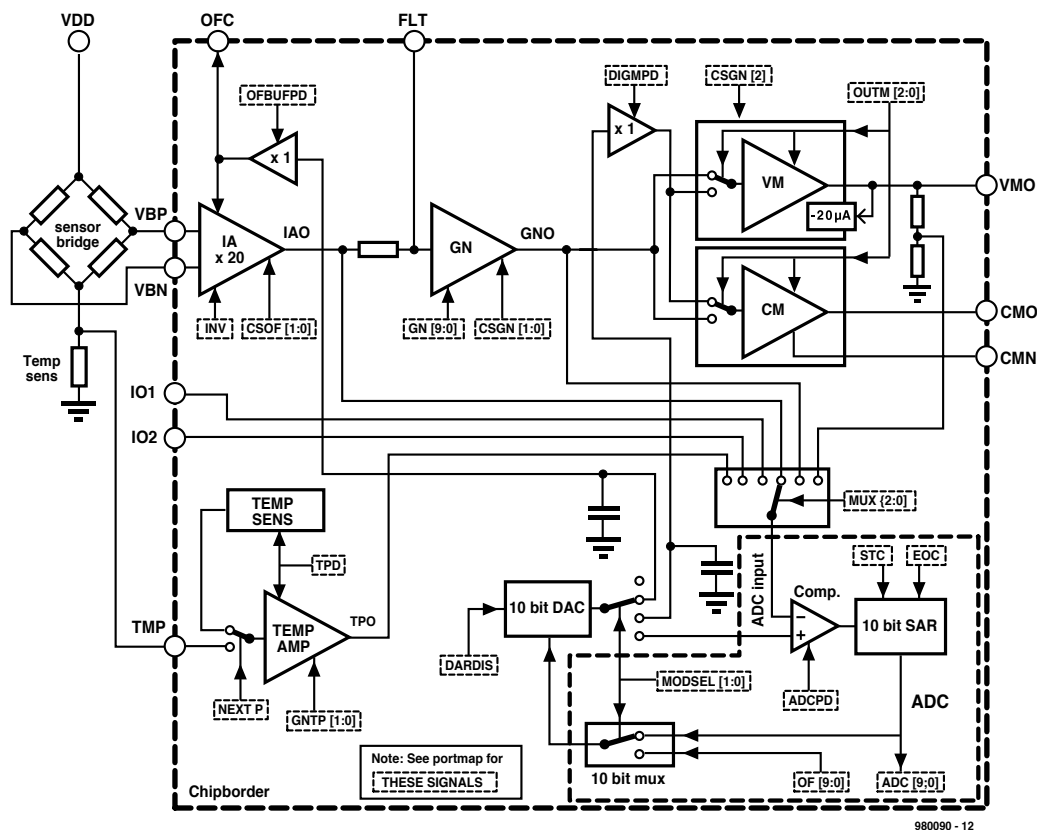


Figure 2. Le trajet du signal à l'intérieur du composant. Le capteur en pont connecté au système est alimenté par une tension régulée interne de 4,75 V (VDD).

- implémenté;
- ⇒ 64 octets de RAM;
- ⇒ 4 Koctets de ROM dont 3 disponibles pour le programme d'application, 1 Koctet étant réservé;
- ⇒ une EEPROM de 48 mots de 8 bits accessible uniquement par les ports d'E/S.

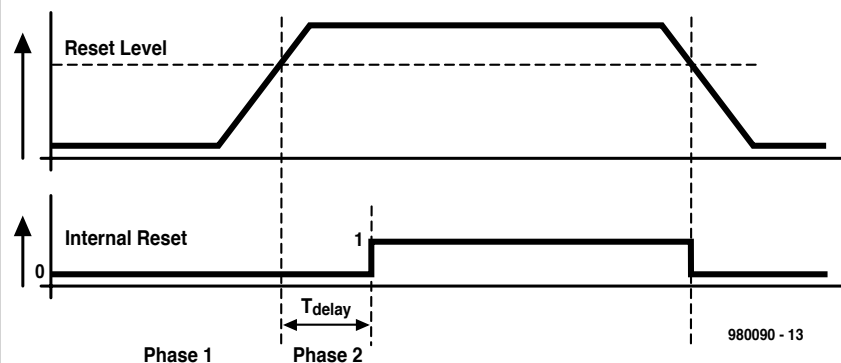
Le microcontrôleur possède 15 adresses de port. Les opérations de lecture et d'écriture vers une même adresse ne se font pas par le biais du même port. En d'autres termes : il existe 15 ports d'entrée (dont 6 seulement sont utilisés) et 15 ports de sortie. Les tableaux 1 et 2 remettent de l'ordre dans tout cela.

Le MLX90308 dispose de 4 sources d'interruption, 2 interruptions par UART et 2 temporisateurs (timer).

Lors d'une interruption

le processeur poursuit à l'adresse d'interruption 21_{HEX}. Les signaux d'interruption se trouvent sur le port d'E/S 2. Tout accès au port 3 se traduit par une RAZ de toutes les interruptions, à charge de l'utilisateur de lire ou non les bits d'interruption. La liaison série se fait par le biais d'un UART (*Universal Asynchronous Receiver/Transmitter* = Émetteur/Récepteur Asynchrone Universel) bidirectionnel (*full duplex*) puissant. Celui-ci comporte un tampon de réception ce qui signifie qu'il est en mesure de recevoir un second octet avant que l'octet précédent n'ait été pris en compte depuis le registre de réception. Il

Figure 3. La RAZ à la mise sous tension du circuit intégré se fait en 2 phases.



faut cependant qu'il y ait une lecture du premier octet avant réception complète du second, sous peine de perte du premier octet. Le taux de transmission de l'UART dépend de la fréquence de l'oscillateur RC et du bit « TURBO » (cf. tableau 2). Les données reçues et celles qui sont envoyées commencent par un bit de début (« 0 ») suivi par 8 bits de données et 1 bit d'arrêt (« 1 »). L'émission des données se fait automatiquement dès qu'il y a écriture d'un octet vers le port 1. L'interruption TX est positionnée (mise à « 1 ») dès l'arrivée du bit d'arrêt.

La réception des données démarre par une transition haut/bas de la ligne série (lors de l'arrivée, par exemple, du bit de début). La période de taux de transmission (la durée d'un bit) est subdivisée en 16 phases. Les 6 premières de ces phases, ainsi que les 7 dernières ne remplissent pas de fonction. La valeur attribuée au bit dépend des phases 7, 8 et 9. On évite une réaction à des pics parasites en faisant passer le signal d'entrée par un dispositif anti-rebonds et en vérifiant la valeur du bit de début. L'interruption RX est positionnée elle à la réception du bit d'arrêt. Le signal d'horloge des temporisateurs TMI et TP1 est dérivé directement de l'oscillateur primaire. Les temporisateurs ne sont pas rechargés de sorte que l'interruption suivante se présente 2X impulsions d'oscillateur après la première. Un chien de garde interne se charge, pour finir, de la

remise à zéro de l'électronique en cas de « plantage » logiciel. En l'absence d'une remise à zéro du chien de garde, au pire toutes les 26 ms, (et ce dans le cas d'une horloge à 2,46 MHz), le microcontrôleur et la totalité des périphériques sont réinitialisés.

APPLICATIONS

Le fabricant propose, sur demande d'un client potentiel, un set de démonstration complet composé de 10 exemplaires de MLX90308 et d'un logiciel de démonstration très complet, une platine de démonstration, un câble de liaison série pour connexion à un PC, un logiciel spécifique pour les communication et calibration, sans oublier une documentation très fournie. Il existe, pour ceux qui voudraient écrire leurs propres programmes, une version spéciale du MLX90308 doté d'une interface de ROM externe. Cette variante peut également être utilisée en association avec la carte de démonstration. Dans ce cas-là la ROM externe est remplacée par une EPROM voire un émulateur de « Crash Barrier ». On peut en outre obtenir un set de développement de programmes complet (cf. **figure 4**) constitué du set de démonstration mentionné quelques lignes plus haut,

4

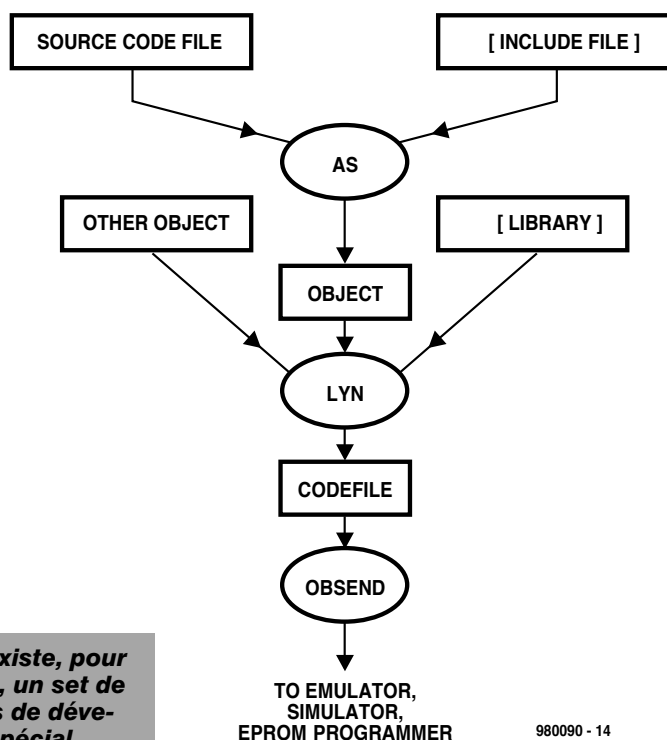


Figure 4. Il existe, pour le MLX90308, un set de programmes de développement spécial.

d'un assembleur (AS), d'un relocator/éditeur de lien (LYN), d'un générateur de fichier ROM (OSEND), d'un

simulateur adaptable (SIM) et d'un émulateur de « Crash Barrier ».

Pour vous permettre de vous mettre immédiatement à l'oeuvre, nous vous donnons, dans le **tableau 3**, les valeurs maximales admissibles pour ce circuit intégré. (980090)

Tableau 1. Ports d'entrée

	7	6	5	4	3	2	1	0	numéro de bit
port	msb	msb-1	msb-2	msb-3	msb-4	msb-5	msb-6	lsb	nom du port
0									
1	RX7	RX6	RX5	RX4	RX3	RX2	RX1	RX0	UART receive
2					PTPI	PTMI	PUTI	PURI	interrupt register
3				IRQ1	IRQ0	EOC	TESTB	WCB	input register
4	EEI7	EEI6	EEI5	EEI4	EEI3	EEI2	EEI1	EEI0	EEPROM read
5									
6									
7	ADC9	ADC8	ADC7	ADC6	ADC5	ADC4	ADC3	ADC2	ADC input 1
8			IBP1	IBP0			ADC1	ADC0	ADC input 2

Tableau 2. Ports de sortie

	7	6	5	4	3	2	1	0	numéro de bit
port	msb	msb-1	msb-2	msb-3	msb-4	msb-5	msb-6	lsb	nom du port
0	DIGMPD	OUTM1	OUTM0	WDTSTA	ETPI	ETMI	EUTI	EURI	UARTMR control
1	TX7	TX6	TX5	TX4	TX3	TX2	TX1	TX0	UART transmit
2					ATPI	ATMI	AUTI	AURI	interrupt register
3	AWD	MUX2	MUX1	MUX0	STC	ADCPD	MODSEL1	MODSEL0	output register
4	EEO7	EEO6	EEO5	EEO4	EEO3	EEO2	EEO1	EEO0	EEPROM write
5			EEA5	EEA4	EEA3	EEA2	EEA1	EEA0	EEPROM address
6		VEE1	VEE0	EBW	EBE	EWR	ERD	EER	EEPROM control
7	CADJ7B	CADJ6	CADJ5	CADJ4	CADJ3	CADJ2	CADJ1	CADJ0	clkadj register
8	OFBUFPD	DARDIS	OBP1	OBP0	BPDSEL1	BPDSEL0	BPASEL1	BPASEL0	output II register
9	GN9	GN8	GN7	GN6	GN5	GN4	GN3	GN2	DACGN I register
10							GN1	GN0	DACGN II register
11	OF9	OF8	OF7	OF6	OF5	OF4	OF3	OF2	DACOF I register
12							OF1	OF0	DACOF II register
13	IINV	GNTP1	GNTP0	CSOF1	CSOF0	CSGN2	CSGN1	CSGN0	output III register
14					TURBO	OUTM2	INEXTP	TPD	output IV register

Tableau 3. Valeurs maximales

VDD1 (régulateur actif):	35 V
VDD (régulateur non actif):	7 V
Température critique:	+160°C
Température de stockage:	-55... +150°C
Température de service:	-40... +140°C
Consommation de courant à 25°C:	
en mode courant:	2,1 mA
en mode tension:	5 mA

API87 (A)
Set d'instructions

Carte de référence - 1

Syntaxe	Paramètres (x,y)	BCR	AC1	AC2	Signification	Fonction
A I xy	0,0 - 1,7	> , =	-	-	AND input xy	BCR = BCR * 1 xy
A Q xy	0,0 - 1,7	> , =	-	-	AND output xy	BCR = BCR * 0 xy
A F xy	0,0 - 15,7	> , =	-	-	AND flag xy	BCR = BCR * F xy
A					AND bracket open	BCR = BCR * (.....)
A T x	0 - 15	> , =	-	-	AND timer x	BCR = BCR * T x
A C x	7	> , =	-	-	AND counter x	BCR = BCR * C x
A S xy	14	> , =	-	-	AND flasher	BCR = BCR * S 1,4
AN I xy	0,0 - 1,7	> , =	-	-	AND NOT input xy	BCR = BCR * / 1 xy
AN Q xy	0,0 - 1,7	> , =	-	-	AND NOT output xy	BCR = BCR * / 0 xy
AN F xy	0,0 - 15,7	> , =	-	-	AND NOT flag xy	BCR = BCR * / F xy
AN					AND NOT bracket open	BCR = BCR * / (.....)
AN T x	0 - 15	> , =	-	-	AND NOT timer x	BCR = BCR * / T x
AN C x	7	> , =	-	-	AND NOT counter x	BCR = BCR * / C x
AN S xy	14	> , =	-	-	AND NOT flasher	BCR = BCR * / S 1,4
O I xy	0,0 - 1,7	> , =	-	-	OR input xy	BCR = BCR + 1 xy
O Q xy	0,0 - 1,7	> , =	-	-	OR output xy	BCR = BCR + 0 xy
O F xy	0,0 - 15,7	> , =	-	-	OR flag xy	BCR = BCR + F xy
O					OR bracket open	BCR = BCR + (.....)
O T x	0 - 15	> , =	-	-	OR timer x	BCR = BCR + T x
O C x	7	> , =	-	-	OR counter x	BCR = BCR + C x
O S xy	14	> , =	-	-	OR flasher	BCR = BCR + S 1,4
ON I xy	0,0 - 1,7	> , =	-	-	OR NOT input xy	BCR = BCR + / 1 xy
ON Q xy	0,0 - 1,7	> , =	-	-	OR NOT output xy	BCR = BCR + / 0 xy
ON F xy	0,0 - 15,7	> , =	-	-	OR NOT flag xy	BCR = BCR + / F xy

Référence:
API87: similaire à SIMATIC, basé sur 87/51, Ektor octobre & novembre 1998

API87 (A)
Set d'instructions

Carte de référence - 3

Syntaxe	Paramètres (x,y)	BCR	AC1	AC2	Signification	Fonction
TI FB		-	>	>	transfer indirect FB	FE[AC1] = AC2
T FV x	0 - 14	-	>	>	transfer into Fword x	FBx = AC1, FBx+ 1 = AC2
T PR		-	>	-	transfer into poll-reg	PR = AC1
ORL		-	=	-	complement acccum.	AC1 = 1st complement of AC1
BOD		-	=	-	BCD-adjust acccum.	Adjust AC1 to BCD-numbers
ADJ		-	=	-	adjust acccum.	ADJ2/100 temp. correction to AC1
TAK		-	=	=	transfer acccum.	AC2 = AC1, AC1 = AC2
AB		-	=	=	AND byte	AC2 = AC1, AC1 = AC1 and AC2
OB		-	=	=	OR byte	AC2 = AC1, AC1 = AC1 or AC2
XB		-	=	=	XOR byte	AC2 = AC1, AC1 = AC2 xor AC1
S LB x	1 - 7	-	=	-	shift-left acccum.	shift AC1 left, x bits
S RB x	1 - 7	-	=	-	shift-right acccum.	shift AC1 right, x bits
INC x	1 - 255	-	=	-	increment acccum.	Increment AC1, x times
DEC x	1 - 255	-	=	-	decrement acccum.	decrement AC1, x times
I= B		=	=	-	equal	AC2 = AC1, BCR= 1 if AC1= AC2
> B		=	=	-	greater than	AC2 = AC1, BCR= 1 if AC1> AC2
< B		=	=	-	smaller than	AC2 = AC1, BCR= 1 if AC1< AC2
> = B		=	=	-	greater than or equal	AC2 = AC1, BCR= 1 if AC1> = AC2
< = B		=	=	-	smaller than or equal	AC2 = AC1, BCR= 1 if AC1< = AC2
> < B		=	=	-	not equal	AC2 = AC1, BCR= 1 if AC1> < AC2
+ B		-	=	-	add	AC1 = AC2+ AC1, AC2= overflow
- B		-	=	-	subtract	AC1 = AC2- AC1, AC2= borrow
* B		-	=	-	multiply	AC1 = AC2* AC1, AC2= overflow
/ B		-	=	-	divide	AC1 = AC2/ AC1, AC2= rest
JU		-	-	-	jump	jump to label M
JC		> , ?	-	-	conditional jump	jump to label M if BCR= 1
UPA		-	-	-	absolute subr. call	continue w. subroutine at label M
UPC		> , ?	-	-	conditional subr. call	continue w. subroutine at label M if BCR= 1
RET					return	return to main program



Syntaxe	Paramètres (x,y)	BCR	AC1	AC2	Signification	Fonction
OV						BCR = BCR + / (....)
ON T x	0 - 15	> , =	-	-	OR NOT timer x	BCR = BCR + / T x
ON C x	7	> , =	-	-	OR NOT counter X	BCR = BCR + / O x
ON S xy	1.4	> , =	-	-	OR NOT flasher	BCR = BCR + / S 1.4
)					bracket close	close bracket-level
S Q xy	0.0 - 1.7	> , ?	-	-	set output	Qx.y = 1 if BCR= 1
S F xy	0.0 - 15.7	> , ?	-	-	set flag	Fx.y = 1 if BCR= 1
S C x	0 - 7	> , ?	>	-	set counter contents	Ox = AC1 if BCR= 1
R Q xy	0.0 - 1.7	> , ?	-	-	reset output	Qx.y = 0 if BCR= 1
R F xy	0.0 - 15.7	> , ?	-	-	reset flag	Fx.y = 0 if BCR= 1
R C x	0 - 7	> , ?	-	-	reset counter contents	Ox = 0 if BCR= 1
= Q xy	0.0 - 1.7	>	-	-	output = BCR	Qx.y = BCR
= F xy	0.0 - 15.7	>	-	-	flag = BCR	Fx.y = BCR
L IB x	0 - 1	-	=	=	load input byte x	AC2 = AC1, AC1 = IBx
L QB x	1	-	=	=	load output byte x	AC2 = AC1, AC1 = QBx
L FB x	15	-	=	=	load flag byte x	AC2 = AC1, AC1 = FBx
LI IB		-	> , =	=	load indirect, I-byte	AC2 = AC1, AC1 = IB[AC1]
LI QB		-	> , =	=	load indirect, Q-byte	AC2 = AC1, AC1 = QB[AC1]
LI FB		-	> , =	=	load indirect, F-byte	AC2 = AC1, AC1 = FB[AC1]
L FW x	0 - 14	-	=	=	load flagword x	AC1 = FBx, AC2 = FBx + 1
L C x	0 - 7	-	=	=	load content counter x	AC2 = AC1, AC1 = Zx
L AI x	0 - 5	-	=	=	load analogue input x	AC2 = AC1, AC1 = Aix
L KB x	0 - 255	-	=	=	load constant, byte	AC2 = AC1, AC1 = x
L KW x	0 - 65535	-	=	=	load constant, word	AC2 = x[16bit], AC1 = x[16bit]
L KT xy	0-255.0-3	-	=	=	load constant, timer	AC2 = y, AC1 = x
L KC x	0-255	-	=	=	load constant, counter	AC2 = ~, AC1 = x
T QB x	0 - 1	-	>	-	transfer into Q-byte x	QBx = AC1
T FB x	0 - 15	-	>	-	transfer into F-byte x	FBx = AC1
TI QB		-	>	>	transfer indirect QB	QB[AC1] = AC2



Syntaxe	Paramètres (x,y)	BCR	AC1	AC2	Signification	Fonction
CJ C x	0 - 7	> , ?	-	-	count up	Cx = Cx + 1 on pos. edge of BCR
CD C x	0 - 7	> , ?	-	-	count down	Cx = Cx - 1 on pos. edge of BCR
SD T x	0 - 15	> , ?	-	-	start Tx, on-delayed	start Tx as on-delayed Timer if BCR= 1
SF T x	0 - 15	> , ?	-	-	start Tx, off-delayed	start Tx as off-delayed Timer if BCR= 1
SP T x	0 - 15	> , ?	-	-	start Tx as pulse	start Tx as pulse if BCR= 1
SE T x	0 - 15	> , ?	-	-	start length, pulse	start Tx as lengthened pulse if BCR= 1
PRIT IB x	0 - 1	-	-	-	print I-byte	IBx output to display
PRIT QB x	0 - 1	-	-	-	print Q-byte	QBx output to display
PRIT FB x	0 - 15	-	-	-	print F-byte	FBx output to display
PRIT " " "	max 20 chars	-	-	-	print string	text output to display
POS x	0 - 127	-	-	-	pos. cursor	set cursor position (2nd row = 64)
TMP		-	>	-	print temperature	temperature output of AC1 to display
CLR		-	-	-	clear	clear display
TRG		> , ?	>	-	trigger	write AC1 into PDS, INQ/^ PDS
STP		> , ?	-	-	stop	stop PLC if BCR= 1 at program end
STS		> , ?	-	-	stop immediate	stop PLC immediately if BCR= 1
BE		-	-	-	subroutine follows	separates main program from subroutines
PE		-	-	-	end of program	marks the end of program

Les instructions suivantes ne sont exécutables qu'avec un API87A : L AI x, ADJ and TMP.

Abréviations/symboles :

- x,y = nombre de variable(s) ou valeur
- AC1 = accumulateur 1
- AC2 = accumulateur 2
- BCR = bit-combination register
- > = l'opération lit le registre
- ? = l'opération dépend de l'état du registre
- = = l'opération écrit dans le registre
- = pas de modification du registre

électronique en ligne

Dans l'article « les formats des CD-R » publié dans le fascicule PC-Plus de ce numéro nous passons en revue les formats les plus importants des CD-R et CD-R(W) et nous intéressons à leurs caractéristiques spécifiques. Les esprits curieux pourront bien évidemment faire un tour sur la mère-de-tous-les-réseaux, Internet, pour tenter (et réussir) d'y trouver des informations additionnelles sur le sujet.

Si vous ne pouvez pas vivre sans savoir quels sont, très précisément, les caractères autorisés dans le nom d'un fichier ISO9660 ou ce que « cache » le fameux livret rouge, ou quels sont les phénomènes physiques prenant place lors de la gravure d'un puits, vous êtes le candidat choisi pour faire un tour sur Internet. Notre quête à la recherche de détails inédits concernant le CD-R(W) nous a permis de découvrir un certain nombre de site qui recèlent une quantité impressionnante d'information sur le sujet et tout ce qui s'y rapporte. C'est avec plaisir que nous partageons l'info ! L'un des moteurs poussant le CD réinscriptible (CD-R(W)) est la firme japonaise Ricoh. Si quelqu'un peut nous apprendre quoi que ce soit sur ce support, ce sont bien eux. Voici leur adresse : http://ext.ricoh.co.jp/cd-r/-le_europe/shikumi/index.html.

Si vous voulez des informations techniques concernant le CD-R et tout ce qui l'entoure, nous vous proposons de faire un tour chez HP à l'adresse suivante : <http://www.hp.com/isgsupport/cdr/dev/kit/techover.html>.

La page d'accueil (home page) de ce site parle bien évidemment des produits de cette firme, mais avec doigté. On découvre ensuite un article particulièrement intéressant ! Plasmon, le fabricant

les CD-R(W) infos de fond et ce qu'il faut savoir

de toutes sortes de produits magnéto-optiques propose bien évidemment également une information détaillée sur le CD-R en tant que support micro-informatique : <http://www.plasmon.co.uk/home1.htm>.

On trouvera une information de base au sujet du CD-R auprès des nombreuses firmes ayant affaire avec le CD-R(W). Adaptec fournit des logiciels pour les graveurs de CD; on explique clairement sur ce site de quoi il retourne lorsque l'on parle de CD-R; ce site cache en outre un lexique bien fait quant aux termes concernant le CD-R : <http://www.adaptec.com/support/overview/cdrecbackground.html>.

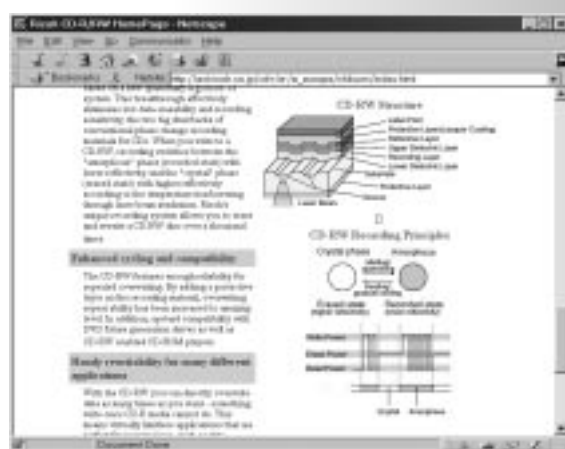
L'AIIIG (Audio Images Interactive Group) propose également toutes les informations, sur le CD-Extra en particulier, que l'on peut souhaiter sur son site : <http://www.bway.net/aig/>

Autre adresse que pourront consulter tous ceux qui s'intéressent au CD-R, celle de Octave, une firme américaine qui vend des graveurs de CD et tout ce qui en fait partie. On peut, à cet endroit, consulter en ligne l'ouvrage très intéressant, *CD Recordable Handbook*, de Ricoh. <http://www.cd-r.com/library/ricoh/cdrhandbook.html>.

Octave propose encore d'autres lectures : (<http://www.cd-r.com/library.html>). Ajoutons, en guise de conclusion, une bonne adresse à l'intention de ceux qui voudraient en savoir plus sur le format ISO9660, sans cependant se plonger dans les ouvrages officiels :

<http://www.coe.neu.edu/~riker/ISO9660.html>.

Philip J. Erdelsky explique dans son article « ISO9660 Simplified for DOS/Windows » avec clarté tous les détails du format ISO. (985081)

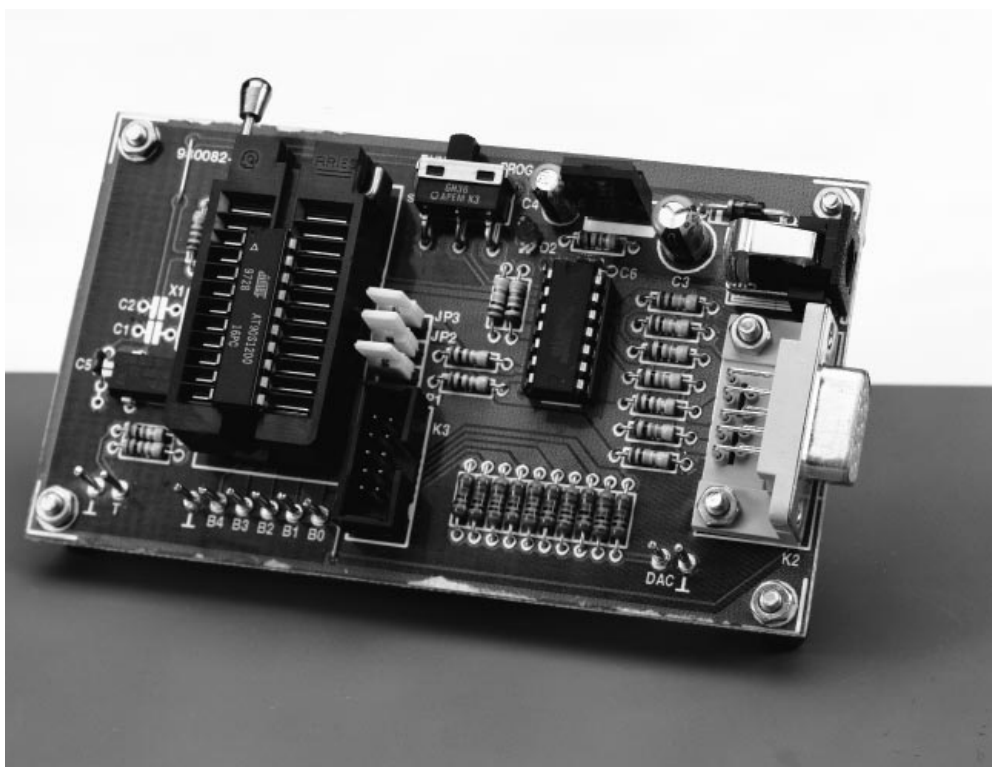


Nous vous avons proposé dans le numéro d'octobre une petite carte d'expérimentation pour le processeur RISC à 8 bits AT90S1200 d'Atmel et fourni les informations d'application nécessaires et suffisantes. Dans cette seconde et dernière partie l'accent sera mis sur des exemples de programmes tels que diviseur de fréquence, oscillateur à pilotage numérique (DCO), mesures de temps et de fréquences.

projet : M. Ohsmann

vitesse n'est pas sorcellerie

faites vos premières armes avec le processeur AVR RISC d'Atmel (2)



En raison de sa fréquence d'horloge élevée, qui peut aller jusqu'à 16 MHz et également de sa structure RISC, qui lui permet d'exécuter la majorité des instructions en un seul cycle d'horloge, le microcontrôleur au prix très accessible d'Atmel est en mesure de remplir des fonctions qui, normalement, auraient exigé la mise en oeuvre de logique programmable notablement

plus coûteuse. Rien de tel, pour devenir soi-même un as de la programmation, que de reprendre –pour en comprendre l'essence– des exemples de programmes facilement reproductibles. Dans le premier article nous avons appris à programmer un générateur de train de signaux. Il n'y a pas loin, d'un tel générateur de pattern pour arriver aux diviseurs de fréquen-

ce. Dans le cas de facteurs de division élevés il suffit d'intercaler des « boucles d'attente ». Si l'on veut, à partir d'une fréquence de 12 MHz, obtenir le fameux taux de transmission de 19 200 impulsions/s, il suffit de diviser par 625. Un diviseur à base de microcontrôleur présente l'avantage d'être, bien souvent, plus flexible qu'un diviseur de concept classique. Le (court) programme proposé en **figure 6**, XDIV625.ASM, ne se contente pas de diviser par 625, mais permet également la génération d'impulsions distinctes telles celles représentées en **figure 7**. On peut, par variation des paramètres n1 et n2, jouer, sur une plage importante, sur le facteur de division et le rapport cyclique des sorties.

Fréquences « bizarres » : l'OCN

Un diviseur de fréquence permet, comme l'indique son nom, uniquement de diviser la dite fréquence. Que faut-il faire, par exemple, pour, à partir d'une fréquence de 12 MHz, obtenir une fréquence de 77,5 kHz ? On posera cependant comme condition que la fréquence ne soit pas de 77,5 kHz très exactement mais qu'elle puisse varier, par exemple, de 0,005 Hz (une erreur très sensiblement inférieure à 1 ppm !).

On fait appel, dans la technologie des synthétiseurs, à ce que l'on appelle

des oscillateurs DDS (DDS = *Direct Digital Synthesizer* = à synthèse numérique directe (cf. **figure 8**). Un oscillateur DSS comprend un oscillateur à commande numérique (OCN = NCO pour *Numeric Controlled Oscillator* en anglais) proprement dit, un tableau de sinus et un convertisseur N/A. L'OCN lui-même est, comme l'illustre la figure 8, constitué en fait d'un additionneur à largeur de bits importante (32 bits dans bien des cas). Nous pouvons aisément recréer cet ensemble par le biais de notre contrôleur, et cela à l'aide du programme donné en **figure 9**. Un cycle de l'oscillateur DDS possède la durée de 8 cycles d'horloge du contrôleur. Dans le cas d'une fréquence d'horloge de 12 MHz la fréquence d'horloge du OCN est alors de $12/8 = 1,5$ MHz. La longueur de bits de notre OCN est de 29. Ainsi, pour générer la fréquence $f = 77\,500$ Hz il nous faudra choisir, comme constante d'addition, $77\,500 \text{ Hz} \times 2^{29}/1,5 \text{ MHz} = 554\,766\,627\,738\,330 = 1A740DA_{\text{HEX}}$. C'est très précisément ce que fait notre programme. Et voilà donc nos 77,5 kHz sur le port B, bit 4, broche 16. L'erreur est inférieure à $1,5 \text{ MHz}/2^{29} = 0,00279... \text{ Hz}$ — une valeur parfaitement acceptable. Notre OCN est en mesure, avec l'aide d'un petit convertisseur N/A tel celui du schéma de la **figure 10**, de générer aussi des dents de scie.

Il est possible ainsi, à l'aide de notre microcontrôleur de quelques dizaines de francs, de générer des fréquences allant jusqu'à 100 kHz et ce avec une précision de 0,003 Hz. La disquette de programmes accompagnant cette réalisation comporte un programme, NCO2.ASM, comporte une version de ce programme où il est possible, depuis le PC et par le biais de l'interface RS-232, de paramétrer la fréquence.

Nombreuses sont les applications potentielles d'un tel OCN; citons, par exemple, la réalisation de boucles à verrouillage de phase (PLL), où l'on utilise ce genre de « diviseur bizarroïde » pour diviser le signal à réguler par le signal de référence (cf. **figure 11a**) ou encore en tant que référence à paramétrage très fin (**figure 11b**).

Mesures chronologiques

L'application suivante consiste à mesurer la durée au niveau logique haut (HIGH) d'un signal. Pour ce faire nous attendons, dans une boucle de programme, au label waitL, que le signal soit au niveau bas (LOW). Nous atten-

dons ensuite, avec le label waitH, qu'il passe au niveau haut. Lorsqu'il passe au niveau haut nous entrons dans une boucle de comptage (label m1) à l'intérieur de laquelle nous comptons le nombre de ses exécutions et nous nous assurons que le signal est encore haut. Lorsqu'il repasse au niveau bas, on clôt la boucle et on affiche le résultat (cf. listing de la **figure 12**).

La boucle de comptage centrale comporte 6 cycles, sa durée est, à une fréquence d'horloge de 12 MHz, de $0,5 \mu\text{s}$. Il est possible, partant, de mesurer des durées avec une précision de $0,5 \mu\text{s}$. Le compteur de boucle a une largeur de $3 \cdot 8$ soit 24 bits, de sorte qu'il est en mesure de compter jusqu'à 2^{24} soit 1 677 726. 2^{24} fois $0,5 \mu\text{s}$ représente 8 secondes. Notre mini-programme permet donc de

mesurer des durées de $1 \mu\text{s}$ à 8 s avec une précision de $0,5 \mu\text{s}$. Il suffit, pour pouvoir mesurer des durées plus longues, d'augmenter la largeur de mot du compteur. Ceci se traduit par une diminution de la précision en raison de l'augmentation de la durée de traitement de la boucle, mais cela ne pose normalement pas de problème dans le cas de durées de mesure plus longues. Le programme XTMSI.ASM présent sur la disquette comporte, outre la boucle de mesure de la figure 12 proprement dite, également une fonction de sortie via l'interface RS-232 au format décimal normal, de sorte que cet instrument de mesure de durée de précision à sortie sérielle incorporée peut être réalisé à l'aide d'un unique circuit intégré. La **figure 13** vous en propose le schéma

Listing figure 6

```
. equ    n1 =2
. equ    n2 =203

l di     r 16, $ff      ; set output B to totem pole
out      DDRB, r 16

LOOP:    cbi     PORTB, 0 ; [ 2]      first bit 0 goes LOW
          sbi     PORTB, 1 ; [ 2]      then bit 1 goes HIGH
          l di     r 16, n1 ; [ 1]      now wait a little
wt 1:    dec     r 16
          br ne   wt 1      ; [ 3*n1-1]
          cbi     PORTB, 1 ; [ 2]      bit 1 goes LOW
          sbi     PORTB, 0 ; [ 2]      bit 0 goes HIGH
          l di     r 16, n2 ; [ 1]      again wait a little
wt 2:    dec     r 16
          br ne   wt 2      ; [ 3*n2-1]
          rjmp    LOOP      ; [ 2]      total : 10+3*(n1+n2)
```

Figure 6. Programme pour un diviseur par 625.

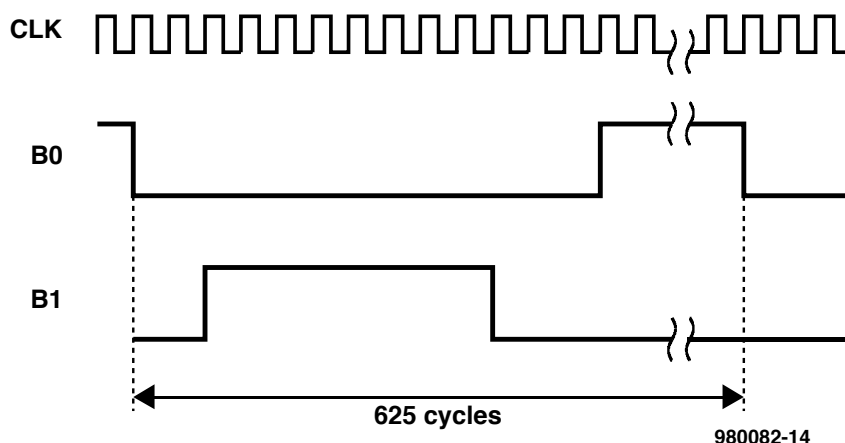


Figure 7. Il est également possible, avec le programme de la figure 6, de générer des impulsions ne se recouvrant pas.

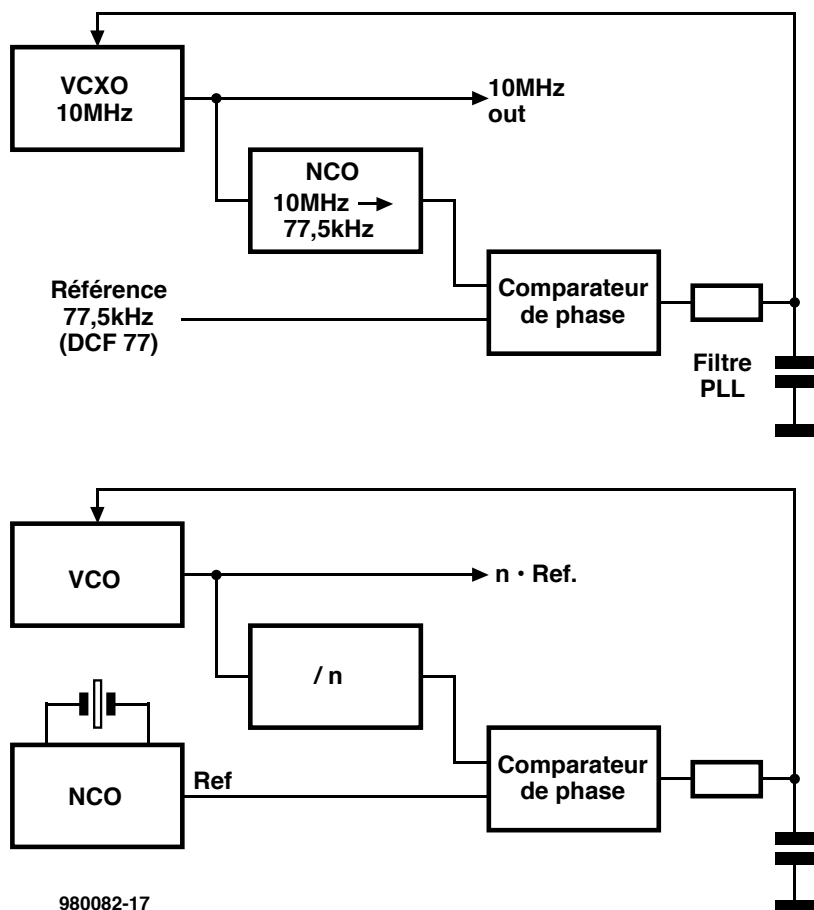


Figure 11. Utilisation de OCN dans des circuits de PLL en tant que diviseur (a) et que référence (b).

que nous allons voir dans le paragraphe suivant.

Mesures de fréquence

Le AT90S1200 possède un compteur à 8 bits intégré qui se laisse, par le biais

d'un programme adéquat, attaquer par un signal d'horloge appliqué au PORID.4 (broche 8). Cette horloge est échantillonnée à l'aide de l'horloge du processeur, de sorte que le comptage peut se faire, au maximum, à la moitié de la fréquence du quartz,

c'est-à-dire à plus de 5 MHz dans le cas présent. Le programme XFME51.ASM de la disquette utilise ce compteur pour réaliser un fréquence-mètre. On utilise pour ce faire une boucle qui compte très exactement 12 millions de cycles et dure, partant, 1 s. Pendant cet intervalle un compteur interne compte et incrémente, à chaque dépassement, un compteur logiciel à 16 bits de sorte que l'on dispose, au bout de cette seconde, d'un résultat de $16 + 8$ soit 24 bits de large. Le résultat est ensuite transféré, sous forme décimale, par le biais de l'interface sérielle. On dispose ainsi, avec le schéma de la figure 13, d'un fréquence-mètre rustique pouvant mesurer jusqu'à 5 MHz et ce à une résolution de 1 Hz et disposant d'une sortie sérielle.

Perspectives

Il est bien évidemment possible de réaliser bien d'autres projets à base du AT90S1200 en raison surtout des possibilités d'interruption dont il dispose et de son EEPROM intégrée, mais cela sort du cadre rigide de cet article. Notons que le AT90S1200 possède un grand frère, le AT90S8515, qui contrairement à ce qui fut annoncé au début, admet une fréquence d'horloge non pas de 20 MHz, mais de 8 MHz. Il dispose en outre de 256 octets de RAM statique embarquée, possède une mémoire de programme de 8 Koctets et 512 octets d'EEPROM, sans oublier un UART (*Universal Asynchronous Receiver/Transmitter* = Émetteur/Récepteur Asynchrone Universel). Voyons voir ce que l'on peut réaliser avec ce processeur-là...

980082-2

Listing figure 12

```

measure:
    clr    sum0
    clr    sum1
    clr    sum2
wait L:  sbi c    PIND, 4    ; wait until we are in a LOW
state
    rjmp   wait L
wait H:  sbi s    PIND, 4    ; wait until line goes high
    rjmp   wait H
ml:      add     sum0, one    ; [1]    one loop= 6 cycles
    adc     sum1, zero       ; count 24 bits wide
    adc     sum2, zero
    sbi c    PIND, 4        ; [1/2]
    rjmp   ml              ; [2]    jump back if line still
HIGH
; end of time measurement
  
```

Figure 12. Listing de la mesure de durée.

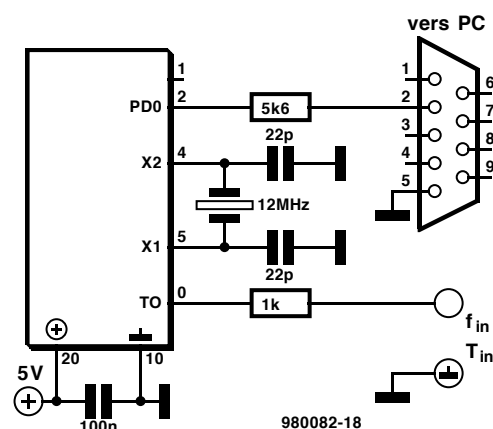


Figure 13. Schéma complet d'un périodemètre de précision (voire d'un fréquence-mètre) à sortie sérielle. Ce circuit intégré utilisé est, bien évidemment, le AT90S1200.

Projet : T Brandenstein

Le pour et le contre

Figure 1. Schéma du central pour clavier. Il donne l'ensemble de l'interface vers le PC. L'électronique du cadre le plus grand est nécessaire pour chacun des PC, celle du cadre le plus petit ne l'est que si le PC numéro 1 n'est pas, de toutes façons, en fonction en permanence.

Le premier arrivé... allume la lumière

Comme le montre le schéma de la figure 1, on se trouve ici en présence d'un montage modulaire. Il permet la connexion d'un clavier à jusqu'à 10 PC. Le plus gros problème auquel se trouve confronté le commutateur est, aussi bizarre que cela puisse paraître, la commutation de la tension d'alimentation. Il n'est pas question, en effet, de confronter les potentiels (éventuellement différents) des diverses alimentations les uns aux autres, avec tous les risques potentiels que cela comporte. C'est pour cette raison que chaque PC connecté au central pour clavier se voit doté d'une électronique (encadrée sur le schéma) comportant un réseau RC, un transistor de commande, un relais ILS (Feed) à 2 contacts et un opto-coupleur. Lors de la mise sous tension de l'ordinateur PC1 l'émetteur du transistor se trouve (au travers de la bobine du relais), au potentiel de la masse. Le condensateur C_{delay} se charge au travers de la résistance jusqu'à ce que la tension de base du transistor le fasse entrer en conduction. Ce changement d'état se traduit par l'activation du relais de

sorte que les lignes + Ub et -Ub se trouvent alimentées. Cet état reste stable, même lorsque l'opto-coupleur court-circuite le condensateur C_{delay} . La raison d'être de l'opto-coupleur est évidente : il évite l'activation du relais de tous les autres PC. L'alimentation se fait toujours par le biais du PC présentant le C_{delay} le plus faible. En cas de mise hors-fonction de PC1, l'opto-transistor bloque et c'est le C_{delay} le plus faible présent qui détermine quel sera le PC à alimenter le montage. Si, dans un réseau donné, le PC1 reste en permanence en fonction, on pourra se passer de l'électronique encadrée et câbler définitivement les lignes + UB et -Ub. Pour les autres connexions de PC du réseau, les connexions vers + et -Ub disparaissent.

Commutation et interconnexion

Notre central pour clavier est donc, alimenté. Cela n'est pas le cas du clavier lui-même qui bien évidemment doit recevoir son alimentation du PC auquel sont destinées les impulsions d'horloge et de données. La commutation du clavier aux différents PC se fait par le biais d'un compteur décadique CMOS

du type 4017. Le réseau pris à l'entrée de RAZ (Reset) fait en sorte qu'à la mise sous tension ce soit la sortie Q0 qui soit active en premier. L'entrée d'horloge du circuit intégré est attaquée par un oscillateur (travaillant à une fréquence d'un peu moins de 1 Hz de par les valeurs de 100 μ F et 10 k Ω données aux composants concernés. Une action sur la touche protégée par un dispositif anti-rebond libère l'entrée d'horloge du circuit intégré qui se met alors à compter au rythme de 1 Hz. Les sorties du compteur attaquent non seulement un afficheur 7 segments à LED, qui visualise le numéro du PC connecté au clavier, mais de plus activent, au travers d'un transistor, un relais ILS qui, par le biais de sa paire de contacts, interconnecte les lignes + Vcc et Masse en provenance du clavier avec les broches correspondantes de l'embase clavier du PC. Simultanément, la sortie du compteur active ferme 2 interrupteurs CMOS qui interconnectent eux les lignes d'horloge et de donnée du clavier aux entrées correspondantes du PC concerné. Il faudra, pour chacun des PC, réaliser les sous-ensembles encadrés.

(982082)

En dépit de la percée indiscutable du DVD (*Digital Versatile Disc*) le CD-ROM reste encore le support pour micro-ordinateur le plus populaire. Vu la chute des prix et des CD-R (*CD-Recordable*) eux-mêmes que des graveurs CD-R de plus en plus nombreux sont les utilisateurs de PC à « graver » leurs propres CD. Les graveurs modernes offrant de très nombreuses possibilités, il nous a paru intéressant de voir d'un peu plus près les formats et les caractéristiques les plus importantes des CD-R et CD-W.

les formats des CD-R

de ISO, Romeo, Joliet et UDF



Lorsque, en 1980, Philips et Sony définirent le standard du CD, ils ne pouvaient guère prévoir que leur CD serait, bien plus tard, aussi populaire en tant que support de données informatiques. Tous les PC vendus de nos jours comportent un lecteur de CD-ROM, la pluparts de logiciels sont aujourd'hui fournis sur CD-ROM. Une succession rapide d'innovations et de produits ont fait dégringoler les prix des lecteurs de CD-ROM. Les graveurs de CD eux-mêmes, qui permettent la gravure de ses propres CD audio ou de données, ont vu leur prix chuter à un point tel que de plus en plus de possesseurs d'ordinateurs ont décidé d'acquérir un tel appareil.

Une fois que l'on a acheté un graveur de CD et qu'on en a terminé l'installation on est surpris par les nombreuses possibilités qui s'offrent en vue de graver toutes sortes de CD. Multi-session, CD-Extra et format Joliet, sont quelques-uns des sujets qui ont, d'un jour à l'autre, fait leur apparition. Nous avons, dans le présent article, rassemblé toutes les possibilités et formats en vue de vous permettre de faire le tri.

De bits aux puits

Commençons par le commencement : comment fabrique-t-on un CD ? Un CD ordinaire est constitué en fait d'une épaisse

couche de polycarbonate comportant de minuscules puits. On met, sur le dessus, une fine couche réfléchissante d'aluminium sur laquelle vient se superposer une épaisseur de laque de protection. Le faisceau laser du lecteur de CD qui vient se pointer sur la couche d'aluminium du CD se focalise en passant par la couche de polycarbonate. Lorsqu'il rencontre un puits (*pits* en anglais) la quantité de lumière réfléchie change, variation détectée par le système à laser. C'est ainsi que l'on lit les zéros et les uns.

Dans le cas d'un CD réinscriptible (CD-R) la construction est fondamentalement différente (*figure 1a*). La base du CD est, cette fois encore, un couche de polycarbonate, dans laquelle on a, cette fois, gravé un « sillon » complet (une longue spirale allant du centre vers l'extérieur, comme dans le cas d'un CD ordinaire) utilisé pour le pilotage de l'unité de laser. Sur la couche de polycarbonate repose une couche de matériau organique spécial recouvert par une couche réfléchissante (de l'or par exemple), sur laquelle est posée une couche de laque de protection.

Lors de l'écriture d'un CD-R, le laser chauffe localement le matériau organique. Au dit point, la réflexion de la couche d'or change, ce que le lecteur de CD interprète comme un puits. Bien qu'il ne s'agisse pas, en réalité, d'un puits comme les possèdent les CD ordinaires, la détection de cette particularité se fait quand même correctement par un lecteur de CD-ROM ou de CD audio.

Sur les graveurs de CD réinscriptibles on utilise, en principe, le même concept que dans le cas du CD-R

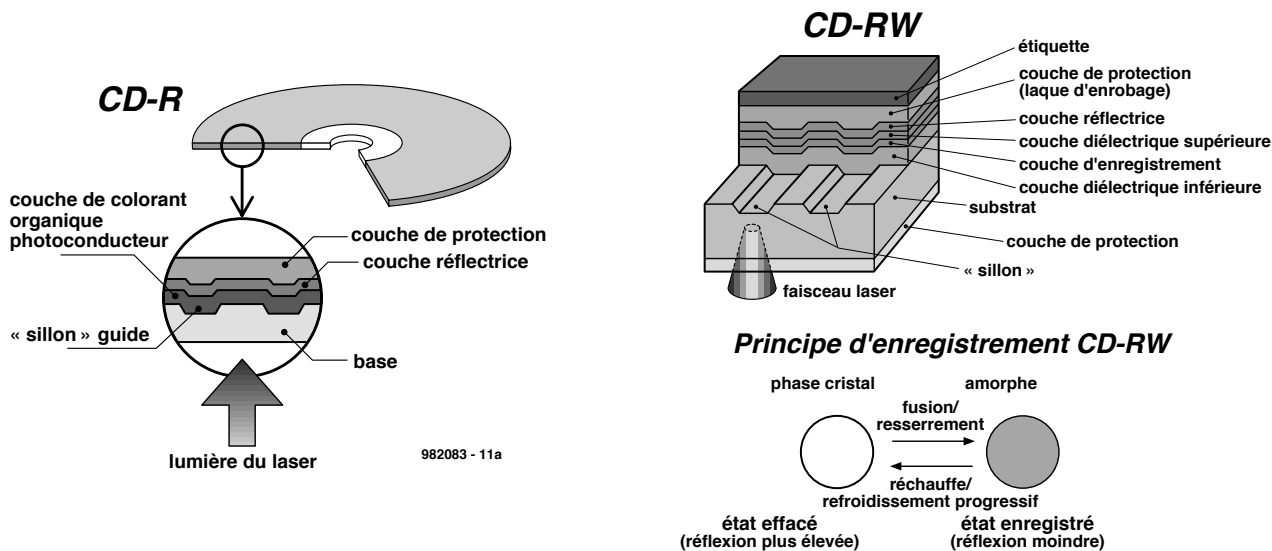


Figure 1. Les structures d'un CD-R et d'un CD-R(W).

Une épaisse couche de polycarbonate (**figure 2b**) comporte à nouveau un « sillon » prégravé servant de « fil d'Ariane » au faisceau laser. Au-dessus de cette couche on trouve 2 couches diélectriques entre lesquelles est pris un matériau aux caractéristiques spécifiques dans lequel se fait la gravure des puits. À cette paire de couche se superpose une couche de réflexion (or ou argent) elle-même recouverte par une couche de laque de protection. En fonction de l'échauffement produit par le laser la couche d'enregistrement peut être basculée entre 2 états différents, une phase amorphe et une phase cristalline, chacune de ces phases présentant un facteur de réflexion différent. Le passage d'un état à l'autre et inversement dépend de la vitesse d'échauffement et de refroidissement du matériau. Avec les CD-RW actuels, le passage d'un état à l'autre peut se faire plus d'un millier de fois.

La différence entre la réflexion présentée par chacun des 2 états n'étant pas très importante, tous les lecteurs de CD-ROM ne sont pas en mesure de lire les DE-RW. Seuls les modèles les plus modernes (de même que les lecteurs de DVD) s'en sortent sans égratignure. On les reconnaît à l'inscription « Multiread » dont ils sont dotés.

Quantité de données

Les avis divergent quant à la quantité de données que l'on peut graver sur un CD-R(W). Si certains fabricants annoncent 650 Moctets, d'autres parlent de 700 Moctets, voire de « 74 mn ». En principe, tous les CD-R

ont la même capacité, à quelques mégaoctets près. La quantité d'information réelle pouvant être stockée dépend de l'information concernée. C'est ce que récapitule le tableau de la **figure 2**.

Sur un CD, la longueur du sillon est subdivisée en minutes et secondes (subdivision due à l'origine « audio » du CD). La durée de base d'un CD standard est de 74 mn. Chaque seconde comporte 75 secteurs de données. Dans le cas d'un CD audio un secteur comprend 2 352 octets (**figure 2a**), ce qui se traduit, dans le cas d'un CD de 74 mn, par une capacité de près de 747 Moctets (si nous utilisons le kilo informatique de 1 024). Si nous donnons, au méga, la valeur du kilo à la puissance 2 du système métrique, pratique de plus en plus à la mode chez les fabricants de disques durs, cette capacité passe à un impressionnant 783 « mégaoctets ». Si l'on veut mettre des données informatiques sur un CD cela implique l'adjonction de codes de synchronisation et de correction d'erreur indispensables. Le standard d'origine connaît un mode 1 et un mode 2, le dit mode 1 comportant une quantité non négligeable de données de correction. La conséquence de ceci est que chaque secteur ne peut plus comporter que 2 048 octets de « vraies » données. Un CD-ROM pourra donc stocker un maximum de 74 mn x 60 s x 75 secteurs x 2 048 octets, soit 650 Moctets. Il faudra soustraire à ce nombre les quelques dizaines de Moctets réservés pour l'information concernant la (ou les) session(s) et le contenu.

La structure du standard XA, que l'on retrouve également en figure 2, est

quelque peu différente de celle du mode 2 forme 1, mais la capacité de données nette est à nouveau de 2 048 octets par secteur.

Si l'idée vous venait de travailler, avec un CD-ROM, en mode 2 ou en XA mode 2 forme 2, en vue de pouvoir stocker plus de données, vous risquez une grosse déception. Ces modes sont réservés aux CD pour lesquels la correction d'erreur ne présente qu'une importance secondaire, la vidéo par exemple.

Sessions

Pour pouvoir, ultérieurement, ajouter des données à un CD-R comportant déjà une certaine quantité d'informations, on pourra faire appel à plusieurs sessions. Une session est un bloc de données ayant été écrit en une seule fois sur le CD-R par le graveur de CD bloc suivi du sommaire. On pourra, dans le cas d'un CD multi-session, le faire suivre par une ou plusieurs sessions additionnelles. Chaque nouvelle session ajoutée implique une mise à jour du sommaire. Pour ce faire on lit le sommaire des sessions précédentes, on y ajoute la partie de sommaire correspondant à la nouvelle session et l'on réécrit un nouveau sommaire complet. Cette approche et le fait qu'il faille ajouter une clôture (*lead-out*, pour terminer la présente session) et un en-tête (de début de nouvelle session) entraînent une perte de capacité sensible : 22 Moctets pour la première session et 13 Moctets pour chacune des suivantes. Une fois que le CD-R est pratiquement plein ou que l'on n'a pas l'intention de rajouter de nouvelle session, on peut le clôturer

1 secteur : 2 352 octets

CD-DA (CD Audio) :

2 352 octets de données audio

CD-ROM:

mode 1

sync 12 octets	en-tête 4 octets	données utilisateur 2 048 octets	EDC 4 octets	8 octets vides	ECC 276 octets
-------------------	---------------------	-------------------------------------	-----------------	-------------------	-------------------

mode 2

sync 12 octets	en-tête 4 octets	données utilisateur 2 336 octets
-------------------	---------------------	-------------------------------------

(n'est pas utilisé en pratique)

CD-ROM XA:

mode 2 forme 1

sync 12 octets	en-tête 4 octets	sub-en-tête 8 octets	données utilisateur 2 048 octets	EDC 4 octets	ECC 276 octets
-------------------	---------------------	-------------------------	-------------------------------------	-----------------	-------------------

mode 2 forme 2

sync 12 octets	en-tête 4 octets	sub-en-tête 8 octets	données utilisateur 2 324 octets	EDC 4 octets
-------------------	---------------------	-------------------------	-------------------------------------	-----------------

(EDC = code de détection d'erreur)
(ECC = code de correction d'erreur)

982083 - 12

Figure 2. L'espace disponible sur un CD-R(W) dépend du type d'information et du format utilisé.

de sorte qu'il n'est plus possible de lui ajouter de nouvelle session. La plupart des lecteurs de CD-ROM peuvent lire un tel CD-R sans le moindre problème. La plupart des lecteurs modernes n'ont d'ailleurs pas de problème pour lire un CD multi-session non clôturé. Il faudra penser à opter pour le bon format avant de commencer la première session, sachant qu'il n'est plus possible de modifier ce paramètre lors de nouvelles sessions. Le format XA (mode 2, forme 1, souvent appelé tout simplement « mode2 ») offre le plus de possibilités et ne pose pas de problème aux lecteurs de CD d'un certain âge. Il est également possible d'ajouter une nouvelle session à un CD-R et de « jeter » l'ancienne. En fait, cette ancienne session reste physiquement présente sur le CD-R, mais elle devient invisible pour le lecteur de CD-ROM vu que son sommaire n'apparaît plus dans celui de la nouvelle session.

Noms de fichiers

Il est possible, dans le cas d'un CD-R, de choisir entre différentes possibilités de dénomination des fichiers. La plus connue est ISO9660. Il s'agit en fait là du standard de CD-ROM d'origine où l'on avait tenté de définir un format universel convenant à la plupart des Systèmes d'Exploitation (SED). En

ISO9660 niveau 1, un nom se compose de 8 caractères avant le point et de 3 après. Seules les capitales, le caractère de soulignement (*underscore*) et les chiffres sont autorisés.

Si l'on opte pour le format DOS le fichier prend cette forme classique de 8.3, mais on pourra utiliser n'importe quels caractères du set ASCII. Les noms de fichier multi-caractères de Windows '95 sont raccourcis au modèle 8.3, le nom étant doté d'une tilde avec chiffre (~1) s'il comportait plus de 8 caractères.

ISO9660 permet également des noms de fichiers longs, limités à 30 caractères cependant. Des noms plus longs sont raccourcis et dotés d'une tilde. Ce système convient fort bien lorsqu'il faut pouvoir lire un CD-R sous Windows '95 et sous Linux.

Joliet, une dénomination relativement bien connue maintenant, est un format conçu par Microsoft pour Windows '95. Un nom peut comporter un maximum de 64 caractères tirés du set Unicode, y compris des espaces.

Romeo est un format offrant encore plus de perspectives, à savoir 128 caractères par nom. Mais il ne reconnaît pas le set Unicode. Ce format est reconnu par Windows '95, Windows NT et le Macintosh (pour ce dernier uniquement si le nom ne dépasse pas 31 caractères).

HFS (*Hierarchical File System*) est un format CD standard pour les machines de la famille Macintosh. Sur le Mac, c'est également le système utilisé pour les disques durs et les disquettes.

UDF

UDF (*Universal Disc Format*) est un système de fichiers relativement récent qui peut être utilisé pour les CD-R, CD-RW, DVD-ROM et DVD-Video. Comparé à ISO9660, il offre bien plus de possibilités et rend beaucoup plus universelle l'utilisation des CD-R et CD-RW. UDF permet ainsi d'ajouter des fichiers un à un à un CD-R(W) existant sans que cela ne se traduise par une perte de capacité de stockage. Dans le cas d'un CD-RW il permet même l'effacement d'un fichier de sorte que l'on peut réutiliser l'espace libéré pour le stockage de nouveaux fichiers.

Les 2 fournisseurs de logiciels utilisant, le format UDF pour la gravure et la lecture les plus importants sont Adaptec avec DirectCD et Cequadrat avec PacketCD.

Un graveur de CD peut utiliser un CD-R pratiquement immédiatement pour le stockage de données au format UDF. Les choses se compliquent quelque peu dans le cas d'un CD-RW, ce dernier devant en effet d'abord, tout comme un disque dur, subir un formatage. Le CD est alors subdivisé en secteurs de 32 octets. Ce processus (à n'effectuer qu'une fois) prend de l'ordre de 1 heure sur la plupart des graveurs actuels. Le CD-RW peut ensuite être utilisé comme un disque dur.

Cette opération se traduit par une perte de capacité importante. Après formatage on ne dispose plus, sur un CD-RW, que d'un peu moins de 500 Moctets (ceci ne vaut bien évidemment pas dans le cas d'un CD-R). Il est possible, avec un CD-RW, d'y écrire des fichiers et d'en effacer. Les logiciels actuels sont suffisamment experts pour écrire à chaque fois à un autre endroit du CD-RW pour éviter que certains secteurs ne soient réécrits trop souvent et que, partant le CD ne devienne inutilisable, (le nombre de cycles écriture/effacement est, comme nous le disions, limité).

Tant qu'un CD au format UDF n'est pas clôturé il n'est lisible que par le graveur pour la simple et bonne raison qu'il ne comporte pas encore de sommaire. Une fois cette opération effectuée, ce CD pourra être lu par n'importe quel lecteur de CD-ROM moderne doté d'une capacité Multiread. Si cela pose des problèmes pour certains lec-

teurs, le programme offre une possibilité de faire une copie du CD-ROM au format ISO9660.

Méthodes d'écriture

Il existe 3 méthodes de base pour écrire des données sur un CD-R(W). Avec la méthode « *track-at-once* » le faisceau laser est coupé à la fin de chaque « piste », même en cas de gravure sur le CD de plusieurs pistes au cours de la même opération. Cette technique tombe à point pour la gravure d'un CD audio combinant des pistes de données et des pistes audio. On a, en général, un intervalle (*gap*) vide de l'ordre de 2 secondes entre les pistes. Il est possible, avec les logiciels et les graveurs les plus récents, de définir soi-même la durée de cet intervalle. Certains lecteurs de CD audio ont des problèmes avec ces blancs entre les pistes et produisent alors un bruit gênant. La seconde méthode, « *disc-at-once* » où l'on grave toutes les pistes à la suite les unes des autres sans que le faisceau laser ne soit coupé entre elles, est meilleure. Ceci n'est bien évidemment possible que dans le cas d'un CD-R(W) où l'on ne grave qu'une unique session.

Une méthode dérivée du « *disc-at-once* » est celle de la « *session-in-once* ». On pourra l'utiliser lors de la gravure d'un CD au format CD-Extra pour écrire en une seule fois, sur le CD, une session comportant plusieurs pistes audio. Dans ce cas-là, le CD n'est pas clôturé, de sorte que l'on pourra y graver (si tant est qu'il reste de la place !) d'autres sessions.

Il reste, pour finir, la méthode « *packet-writing* » servant à la gravure de petits paquets de données (selon le standard UDF la plupart du temps). Dans le cas d'un CD-R(W) ces paquets ont une longueur fixe (32 Koctets), vu que sinon le système de gestion des fichiers deviendrait trop complexe (et trop lent) pour gérer tout cela. Dans le cas d'un CD-R les paquets peuvent avoir une longueur variable sachant qu'il n'est pas possible, avec un CD-R, d'écraser un fichier précédent et que le système d'exploitation des fichiers n'a pas à « se rappeler » de la taille de l'espace libéré par l'effacement d'un fichier donné.

La pratique

La plupart des graveurs de CD sont actuellement fournis avec un pro-

gramme de Adaptec ou de Cequadrat qui fait de la gravure d'un CD (presque) un jeu d'enfant. Il suffit bien souvent de « traîner » les fichiers à écrire sur le CD vers une autre fenêtre, voire même à cliquer sur un bouton pour obtenir la copie d'un CD entier.

Grâce aux informations données dans le présent article le paramétrage des options les plus avancées proposées par le programme ne devrait plus poser de problème. Vous savez maintenant de quoi il retourne et à quoi faire attention.

Un CD-R est un support fabuleux pour stocker plus de 600 Moctets de données pour une dizaine de francs ou moins, vu le prix actuel de ce support. Si vous n'avez pas encore fait l'acquisition d'un graveur, il n'est peut-être pas trop tard pour envisager une telle dépense. Il reste à voir si le CD-R(W) deviendra aussi populaire que le CD-R. Son prix en particulier constitue un obstacle : on peut, à la place d'un CD-R(W) (100 FF, mais en chute libre), acheter près d'une dizaine de CD-R E, comme dans la pratique il n'est que rarement nécessaire de récrire une masse importante de données.

(982083)

Les livrets CD (CD-books)

Les spécifications des différents formats pour CD sont définies par un certain nombre de livrets dont le qualificatif reprend la couleur de la couverture du fascicule original.

Livret rouge (Red book)

Il n'a rien à voir avec Le Grand Timonier (Mao Tsé Dong); il s'agit là du standard originel pour les CD audio tel qu'il a été défini, voici près de 20 ans, par Philips et Sony. On y trouve, entre autres, le format des données audio, la distribution des pistes sur le CD, le nombre maximal de pistes audio (99) et les méthodes utilisées pour la détection d'erreurs et leur correction.

Livret jaune (Yellow book)

Ce livret est un complément du livret rouge; on y indique comment graver des données informatiques sur un CD. Il existe 2 modes : le mode 1 et le mode 2. Il fut doté plus tard d'une extension décrivant le format XA (eXtended Architecture) qui permet de combiner des données audio, vidéo et informatiques sur un même CD. Cette extension fut rendue nécessaire par l'apparition du Photo-CD.

Livret orange (Orange book)

Cet ouvrage reprend les formats des CD-R, des disques magnéto-optiques et autres types de CD (ré)inscriptibles. Cette spécification définit également le standard multi-session. Nombre des spécifications du livret orange sont à leur tour reprises dans d'autres « livrets ».

Livret bleu (Blue book)

Il décrit la structure du CD Effaçable (CD-Erasable) et du CD-Extra (connu également sous la dénomination de CD-Plus ou CD-Enhanced). Dans le cas du CD-Extra les données audio et informatiques sont gravées sur 2 parties physiquement distinctes, les données informatiques se trouvant toujours en fin de CD pour ne pas mettre les lecteurs de CD-Audio en difficulté. La partie audio respecte le livret rouge, la partie informatique le livret jaune. La possibilité multi-session est dérivée du livret orange.

Livret vert (Green book)

Le livret vert concerne le standard du CD-i développé par Philips. L'un des aspects les plus importants est celui de la synchronisation des pistes audio et vidéo distinctes. Normalement, ni les lecteurs de CD-ROM ni les lecteurs de CD audio ne peuvent lire ce type de CD.

Livret blanc (White book)

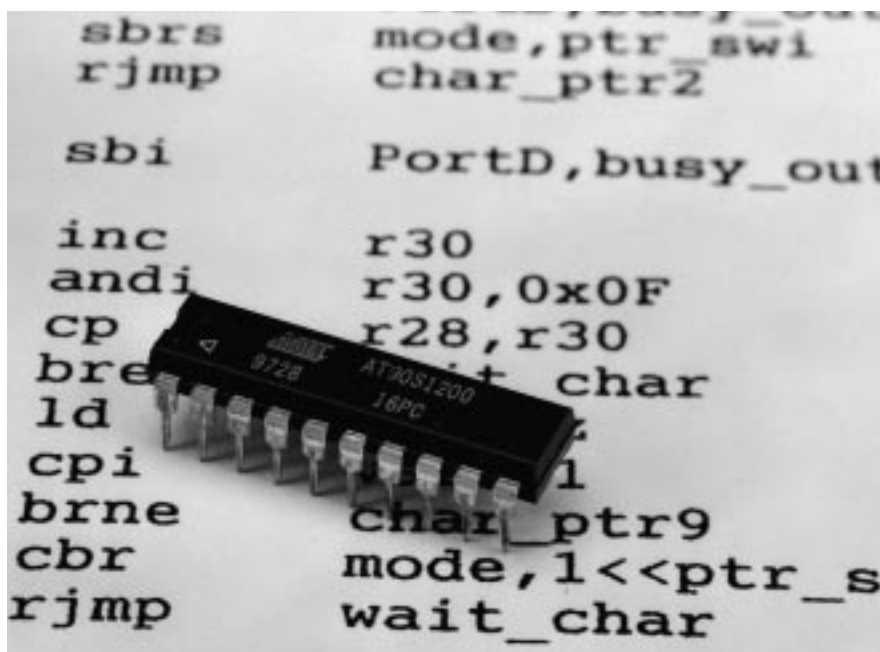
Un standard servant à mettre de la vidéo sur CD. On trouve dans cet ouvrage les spécifications MPEG pour la compression de la vidéo et de l'audio. La structure d'un tel CD respecte le format-XA.

Nous pouvons nous enflammer rapidement et il n'est pas rare que nous utilisions l'un ou l'autre superlatif; il n'en reste pas moins qu'il nous faut affirmer, au sujet du présent montage, qu'il s'agit là de l'ordinateur le plus compact dont nous ayons jamais parlé dans nos pages. Un contrôleur et un tampon TTL, il n'en faut pas plus pour se trouver en présence d'un micro-ordinateur doté d'une interface pour imprimante, un port sériel et une embase pouvant recevoir un affichage à cristaux liquides (LCD).

projet : H. Böhlting & D. Wulf

pilote d'affichage compact

2 circuits pilotent et une imprimante et un affichage à CL



Le coeur de ce montage est un AT90S1200. Sa programmation est facilitée par l'existence d'outils à télécharger gratuitement depuis Internet.

Caractéristiques techniques :

Processeur:	AT90S1200
Fréquence d'horloge :	16 MHz
Entrée sérielle :	niveau TTL
Taux de transmission sériel :	2 400, 4 800 ou 9 600 bauds
Acquittement :	DTR
Port 8 bits bidirectionnel :	compatible Centronics en tant que sortie
Acquittement :	Busy, Strobe
Affichage LCD :	standard à 2 lignes de 16 caractères

Il fallait y penser : prendre le puissant AT90S1200 d'Atmel, un processeur compact doté de mémoire RAM et ROM intégrée. Il reste à lui associer un tampon TTL du type HCT245 et à écrire quelques routines bien pensées. Le résultat de cette recette : un microcontrôleur avec port imprimante, port sériel et capacité de piloter un affichage LCD. Les applications potentielles ne se comptent pas. Que diriez-vous, de la surveillance d'une interface parallèle, ou le suivi (monitoring) de la communication avec un appareil sériel ? Le montage comporte bien évidemment, outre les 2 circuits intégrés, 3 ou 4 composants additionnels. De concert avec une paire de condensateurs céramique un quartz de 16 MHz fournit la fréquence d'horloge du système, l'ajustable P1 servant à régler le contraste de l'affichage. Quelques condensateurs additionnels enfin assurent le découplage de l'alimentation.

Les auteurs ont utilisé ce montage en association avec un système MCS-51. Ce circuit pourrait servir de pilote, aussi bien pour un affichage ou une imprimante. Avec un rien d'imagination on peut également en faire un convertisseur série-parallèle universel. Il est intéressant de noter, dans ce contexte, que la consommation de courant (4,6 mA au repos et 13,6 mA en service) est tellement faible que l'on peut fort bien utiliser le port sériel de la carte du MCS-51 (connecteur K2) comme source de tension d'alimentation. Il suffit dans ces conditions d'une liaison à 3 lignes avec le système MCS-51, à savoir + 5 V, masse et Lpout (port 1.7 ou broche 8 du 8032). On pourra, si l'on a besoin de surveiller l'imprimante par le biais de sa ligne « Busy », libérer une entrée d'interruption. L'instruction BAUD 2400 (ou 4800 voire 9600, ceci à condition de modifier le programme du contrôleur) permet de choisir la vitesse adéquate. On transmet ensuite les données vers

l'imprimante par le biais de la liaison série à l'aide des instructions PRINT et LIST. Le contrôleur se chargera « d'afficher » l'information sur l'affichage ou sur une éventuelle imprimante connectée au système.

Modifier soi-même

Il s'agit là, à l'évidence, d'un montage invitant aux expérimentations. Le code-source est disponible auprès des adresses habituelles sous la dénomination EPS 986030-1. Grâce à la documentation (en anglais) disponible, il devrait vous être possible de quitter les sentiers battus et d'adapter ce montage à votre propre cahier des charges. Si l'on se satisfait de l'application telle que présentée ici, on pourra opter pour le circuit intégré IC1 programmé (EPS 986521-1). Le set de logiciels nécessaires à la programmation par ses propres moyens tels qu'un assembleur et un simulateur est disponible gratuitement sur Internet d'où on pourra le télécharger. On trouve également à l'adresse indiquée ci-après, des informations complémentaires et des exemples de programmation. L'adresse est : <http://www.atmel.com>. Jetez donc un coup d'oeil à la rubrique processeur AVR 8 bits. On trouve dans la liste de programmes à télécharger le fichier AVREXE. Ce paquet comprend, outre l'assembleur et le débogueur proprement dits, également une documentation complète sous la forme de documents PDF (Acrobat Reader). Si vous n'avez pas accès à Internet, ce logiciel est également disponible sous la dénomination EPS976017-1. Si vous faut un programmeur pour ce type de contrôleur pourquoi ne pas vous essayer au programmeur Handyman décrit dans le numéro de décembre 1997 d'Elektron ?

Mise en boîte

Nous n'avons pas développé de platine pour cette réalisation en raison de sa compacité et de son grand potentiel de faire partie d'un ensemble plus développé. On pourrait également fort bien utiliser un morceau de platine d'expérimentation à pastilles. Comme nous le disons plus haut, l'alimentation du circuit peut se faire directement depuis l'interface série. Il est important dans ce cas-là que l'on fasse appel à un régulateur tripode (un 78L05 par exemple) épaulé par une paire de condensateurs pour réguler la tension à +5 V très exactement. Si l'on utilise ce montage en association

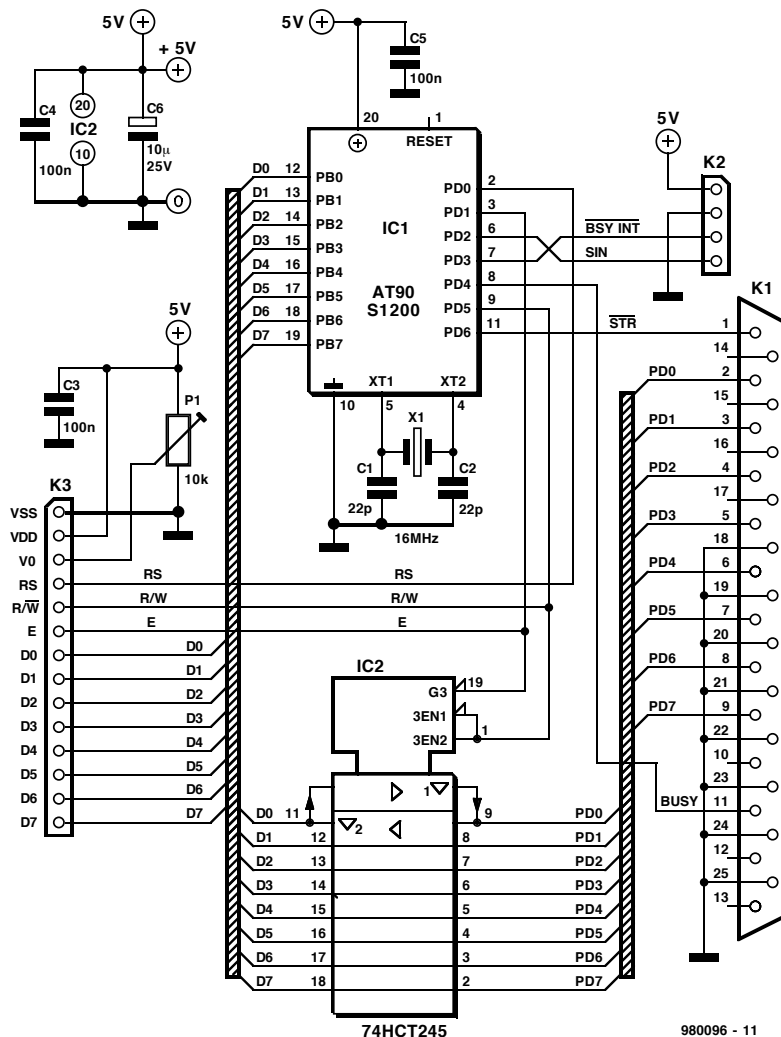


Figure 1. Le schéma complet. Comme il se résume à 2 circuits intégrés seulement, on peut parler sans rougir d'électronique compacte.

avec le système MCS51 évoqué plus haut on pourra en mettre à contribution l'alimentation : quelques milliampères de plus ou de moins, qui, en pratique, s'en plaindra ? On pourra, en ce qui concerne l'affichage, utiliser n'importe quel afficheur LCD à 2 lignes courant. Après avoir

appliqué la tension d'alimentation il faudra jouer sur P1 pour ajuster le contraste de l'affichage. Dès que l'on voit apparaître le curseur c'est que l'on a trouvé le réglage adéquat. Le montage est prêt à servir.

(980096)

Codes de commande

PRINTCHR(1)	bascule de l'imprimante vers l'affichage*
PRINTCHR(6)	RAZ du circuit
PRINTCHR(7)	bascule de l'affichage vers l'imprimante
PRINTCHR(8)	Effacement caractère à gauche (Backspace)
PRINTCHR(9)	Caractère de tabulation (Tab)
PRINTCHR(10)	Retour à la ligne (LF)
PRINTCHR(11)	Début (Home)
PRINTCHR(12)	Effacement de l'écran
PRINTCHR(13)	Nouvelle ligne, retour à la ligne (CR)
PRINTCHR(14)	Cursor visible
PRINTCHR(15)	Cursor éteint

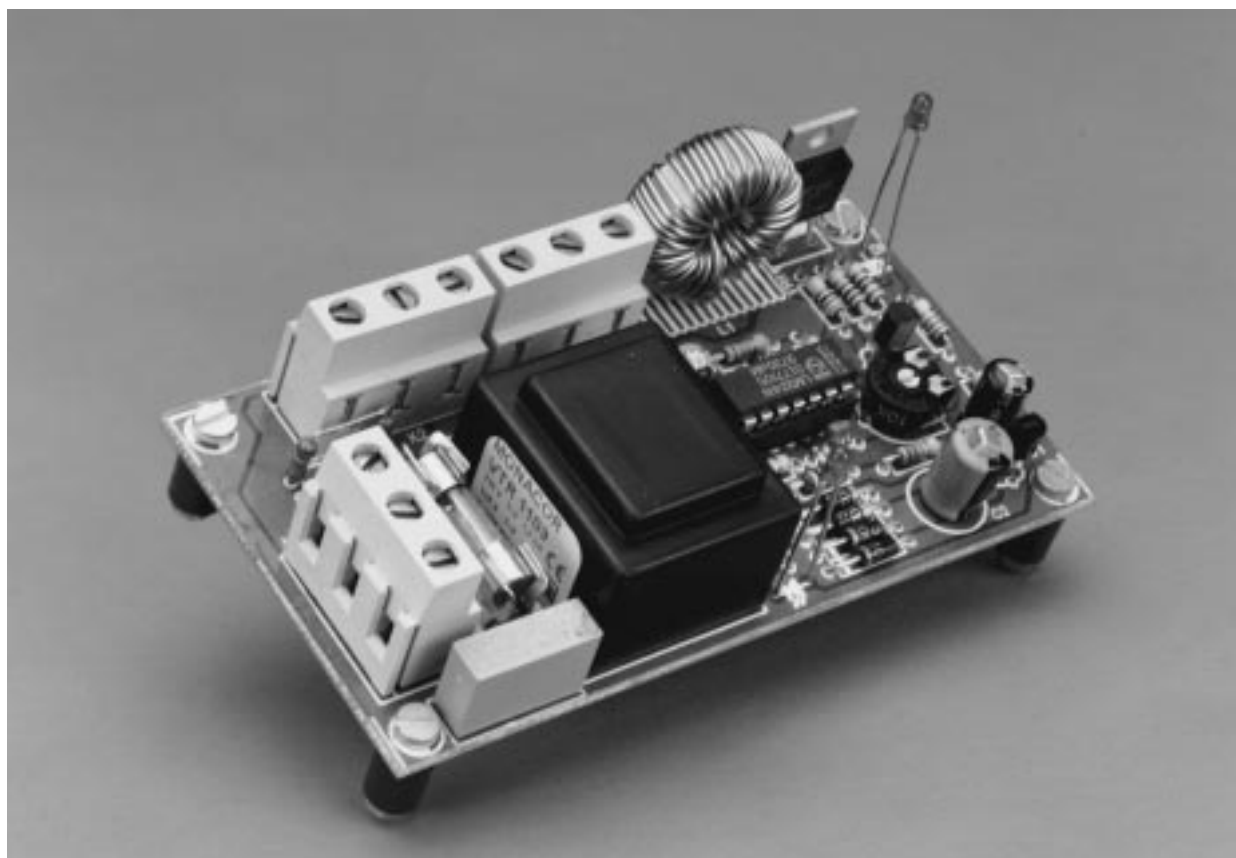
* Le code de commande CHR(7) a pour effet d'envoyer vers l'imprimante toutes les données qui le suivent. Ce n'est qu'après réception du code de commande CHR(1) que l'imprimante est découplée et que les données sont envoyées vers l'affichage LCD.

Certains ordinateurs disposent d'une boîte secteur câblée qui permet la mise sous tension simultanée de l'unité centrale et du moniteur. Cette boîte secteur – lorsqu'elle est présente – n'est pas prévue pour la mise sous/hors tension de trop nombreux périphériques, du fait de la médiocre qualité de l'interrupteur secteur de l'ordinateur : son pouvoir de coupure est trop faible. Il est préférable d'utiliser un interrupteur maître/valet. Malheureusement, la plupart des modèles, à monter soi-même, que propose le commerce ne fonctionnent pas de façon satisfaisante lorsqu'il s'agit de commander une alimentation à découpage.

Thomas Scherer

interrupteur maître/valet

interrupteur de luxe



Pour mettre sous tension avec le MAC les nombreux appareils qui y sont raccordés, « je me suis procuré un Interrupteur maître/valet avec platine, boîtier, fiche et prise, en prêt à mon-

ter. L'objet rechigne malheureusement à collaborer, comme maître, avec une alimentation à découpage. Ça cliquette et claquette – il arrive même que le moniteur et d'autres

périphériques restent sous tension lors de la mise hors tension de l'ordinateur. » Ancien rédacteur d'Ektor, l'auteur n'ayant pas tout oublié de son expérience passée sut mettre en

chantier un interrupteur maître/valet, capable d'encaisser les pointes de tension et autres perturbations... Voici ce qu'il proposa à ses successeurs.

Le circuit

Le circuit (figure 1) se compose de trois parties, un banal bloc d'alimentation secteur de 5 V, un détecteur de courant et un comparateur avec sortie de commutation de puissance. La tension du secteur arrive sur K1, le maître sur K2 et le ou les valets sur K3. Entre K1 et K2, à côté du fusible F1, nous ne trouvons que la résistance de mesure d'intensité R5. Dès que le courant parvient au maître, R5 est le siège d'une chute de tension alternative limitée par D5 et D6 à $\pm 0,7$ V. R5 permet du reste au maître une consommation qui peut atteindre 600 W. Le filtre passe-bas R7/C4 nettoie la tension alternative de toute influence parasite de haute fréquence, susceptible, comme nous l'avons dit plus haut, de perturber le fonctionnement de l'interrupteur maître/valet. IC2a amplifie les alternances positives d'un facteur 3 environ, tandis que D7 bloque les alternances négatives. En résulte une tension redressée pulsée, dont la valeur de crête est enregistrée par C6. L'étage de détection de courant se referme sur l'amplificateur tampon IC2b.

Le comparateur suivant, IC2c, définit un seuil de réponse du circuit. La LED à haut rendement D8 n'est pas qu'un témoin de fonctionnement (montage raccordé au secteur), elle fournit une tension de référence stable de quelque 2 V. P1 permet de régler un seuil qui corresponde à la consommation du maître, entre 10 W et 100 W. R9 évite à la sortie du comparateur de claquer des dents puisqu'il établit une petite, mais suffisante, hystérésis à ses réponses. La LED rouge – à haut rendement également – s'allume lorsque la sortie du comparateur est à l'état bas et témoigne ainsi de l'activité du circuit. L'étage inverseur T1 permet de fournir un courant de gâchette suffisant au triac T1.

La gâchette du triac de SGS-Thomson utilisé, un BTA04-600T, est particulièrement sensible puisqu'elle se satisfait d'un courant de 5 mA seulement. Elle se passe en outre d'un circuit d'amortissement (*snubber circuit*), ce qui n'est pas la règle chez les triacs. Est-ce un petit triac ? Jugez-en : il supporte un courant efficace de 4 A et permet le branchement de valets d'une puissance, modeste, de 1 kW. L1, bobine torique d'antiparasitage prête à l'em-

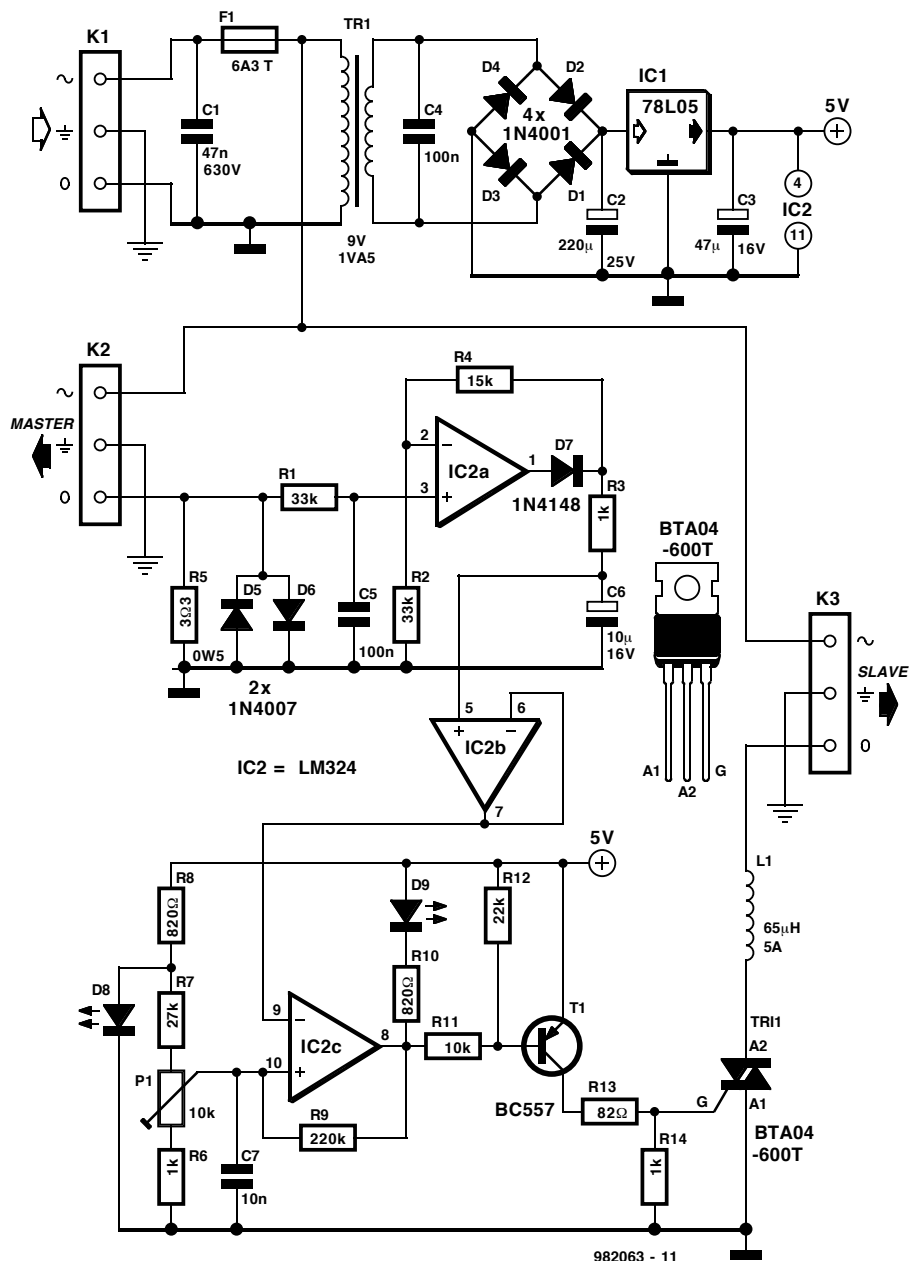


Figure 1. Les trois étages du circuit de l'interrupteur maître/valet.

ploi, amortit de façon satisfaisante les bruits de commutation et les parasites de haute fréquence. La même famille de triacs propose des modèles de 6 A (BTA06-600T) et de 8 A (BTA08-600S). Leur utilisation est en principe possible mais nécessite une platine aux pistes renforcées (consolidez les pistes par des fils en dérivation qui permettent le passage de courants plus intenses, faites passer le fil de L1 de 1,0 mm à 1,5 mm, changez F1).

L'alimentation du montage est banale. Un petit transformateur secteur (Tf1), un pont redresseur (D1 à D4) et un condensateur électrolytique de lissage (C2) permettent de fournir une tension redressée non stabilisée qu'IC5, un régulateur de tension, réglera à 5 V. Avec 200 mW, la consommation du

montage est extrêmement réduite.

Construction sûre

Avant que vous n'attaquiez les travaux de soudure, une remarque importante : le circuit, sa partie basse tension également, n'est pas galvaniquement séparé du secteur. Le potentiel de la masse peut, à l'occasion, être relié directement avec le conducteur de phase ! Il est fortement conseillé de câbler le montage sur le circuit imprimé que présente la figure 2. Sa conception satisfait à toutes les règles de sécurité. Commencez par implanter les composants les moins hauts, pour finir par le transformateur. Attendez bien sûr pour les deux diodes électroluminescentes qui doivent

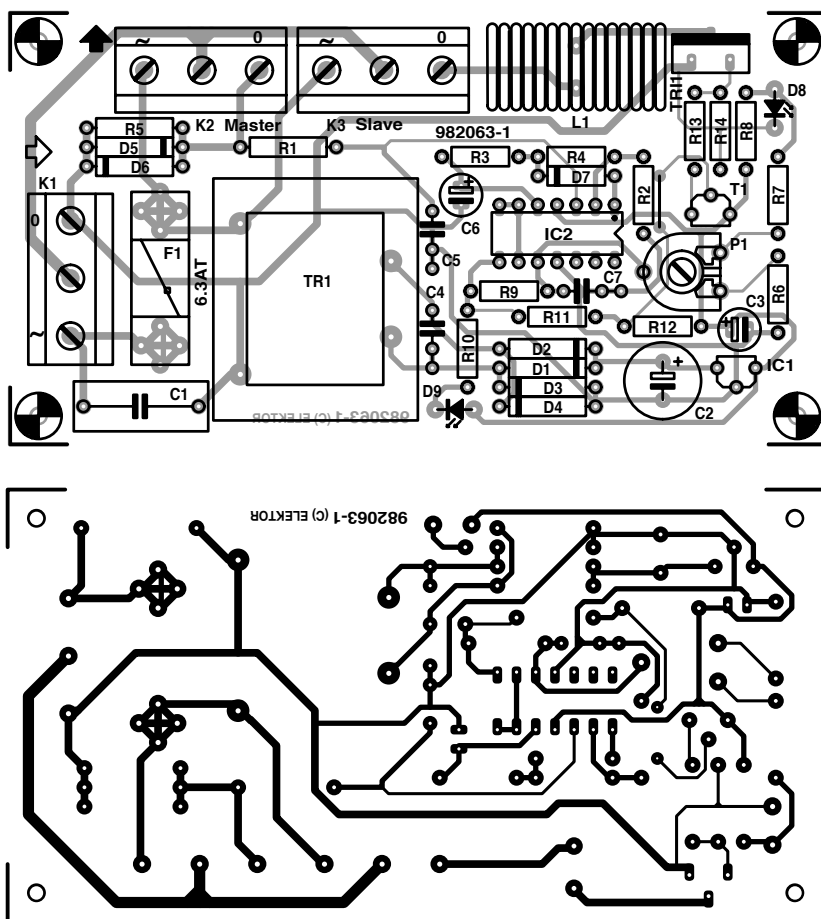
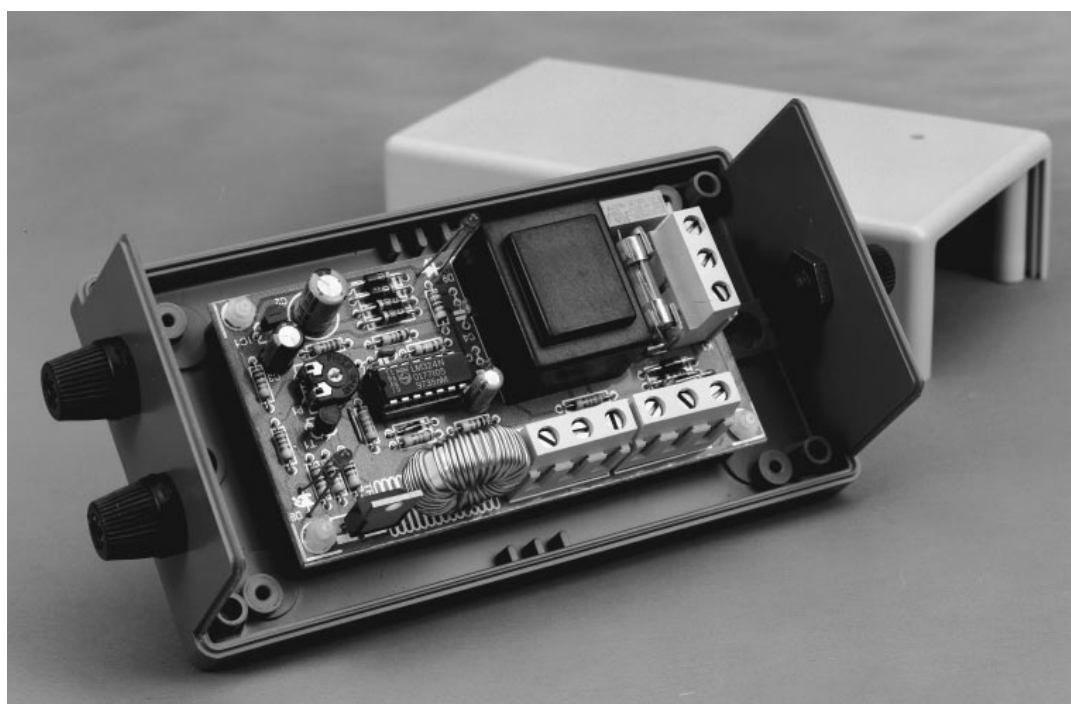


Figure 2. Le soin apporté à la conception du circuit imprimé offre une bonne sécurité.

s'adapter au couvercle du boîtier. Deux bonnes petites lentilles bien claires ne donneront pas seulement

un aspect professionnel à l'interrupteur maître/valet, mais contribueront aussi à la sécurité puisque les LED peuvent

Figure 3. Le circuit, installé dans les règles de l'art, ne présente aucun risque d'électrocution.



être portées au potentiel du secteur ! Installez la carte, après l'avoir contrôlée, dans un boîtier en plastique qui évitera tout risque d'électrocution. La **figure 3** vous présente l'exemplaire fabriqué au laboratoire. Par pitié, pour régler la sensibilité sur P1, utilisez un tournevis bien isolé : les accidents sont rares parce que les électroniciens, nos lecteurs en particulier, sont des gens sérieux qui ne prennent pas de risques inutiles !

(982063)

Liste des composants

Résistances :

R1,R2 = 33 k Ω
R3,R6,R14 = 1 k Ω
R4 = 15 k Ω
R5 = 3 Ω 3/0,5 W
R7 = 27 k Ω
R8,R10 = 820 Ω
R9 = 220 k Ω
R11 = 10 k Ω
R12 = 22 k Ω
R13 = 82 Ω
P1 = 10 k Ω ajustable, horizontal

Condensateurs :

C1 = 47 nF/630 V (classe X2)
C2 = 220 μ F/25 V radial
C3 = 47 μ F/16 V radial
C4,C5 = 100 nF
C6 = 10 μ F/16 V radial
C7 = 10 nF

Semiconducteurs :

D1 à D4 = 1N4001
D5,D6 = 1N4007
D7 = 1N4148
D8,D9 = LED
T1 = BC557
Tri1 = BTA04-600T (SGS-Thomson)
IC1 = 78L05
IC2 = LM324

Divers :

F1 = fusible 6,3 A retard avec support pour circuit imprimé
K1 à K3 = règlette à bornes 3 contacts pour circuit imprimé au pas de 7,5
Tr1 = transformateur secteur 1 x 9 V/1,5 VA pour circuit imprimé (Conrad 506052)
L1 = self torique 65 μ H/5 A (Conrad 534439)
radiateur pour Tri1 (Fischer SK59)
2 lentilles claires pour LED (Conrad 539910)