

électronique

**RADIO
PLANS**

MENSUEL DES TECHNIQUES ET APPLICATIONS

NUMÉRO 554 JANVIER 1994

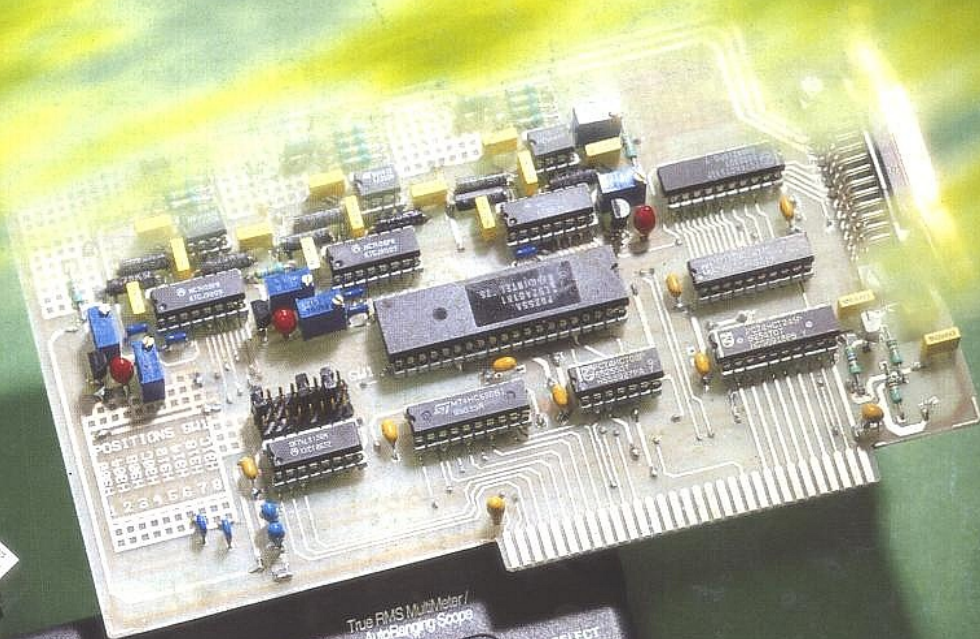
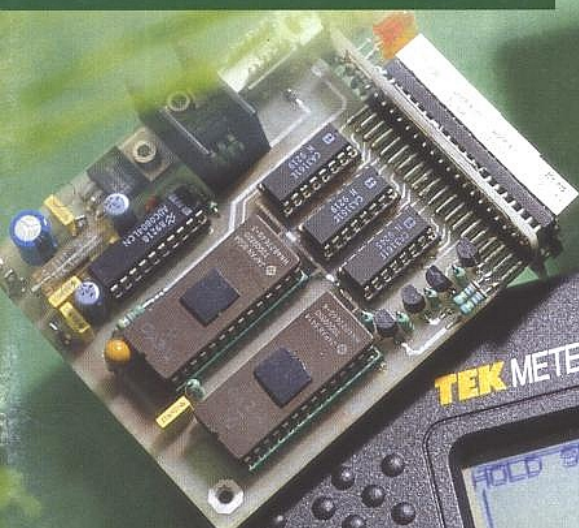
**DOMOTIQUE:
BORNIER 8 ENTRÉES
I2C**

**TESTEUR
POUR 68 705 P3**

**TRANSMISSION
DE DONNÉES
PAR MULTIPLEX
TEMPOREL**

**CARTE D'INTERFACE
DE COMMANDES PC®**

**TEKMETER :
LA MESURE TOUT TERRAIN**



T 2438 - 554 - 24,00 F



S o m m a i r e

ELECTRONIQUE APPLICATIONS

MENSUEL édité par
PUBLICATIONS GEORGES VENTILLARD
S.A. au Capital de 5 160 000 F
2 à 12, rue de Bellevue, 75019 PARIS
Tél. : 42.00.33.05 - Fax : 42.41.89.40
Télex : 220409 F
Principaux Actionnaires :
- M. Jean-Pierre Ventillard
- Mme Paule Ventillard

Président-Directeur-Général,

Directeur de la Publication :
Jean-Pierre VENTILLARD

Directeur de la Rédaction :
Bernard FIGHIERA

Rédacteur en Chef :
Claude DUCROS

Marketing/Ventes :
Jean-Louis PARBOT
Tél. : 42.00.33.05.

Création maquette :
Rachid MARAI

Inspection des Ventes :

Société PROMEVENTE - M. Michel IATCA
11, rue de Wattignies - 75012 PARIS.
Tél. : 43.44.77.77 - Fax : 43.44.82.14.

Publicité :

Société Auxiliaire de Publicité
70, rue Compans, 75019 PARIS
Tél. : 42.00.33.05
C.C.P. PARIS 37 93 60

Directeur commercial : Jean-Pierre REITER

Chef de publicité : Francine FIGHIERA

Assistée de : Laurence BRESNU

Abonnement : Marie-Christine TOUSSAINT

Voir notre tarif «spécial abonnement».

Pour tout changement d'adresse,
envoyer la dernière bande accompagnée
de 2,80 F en timbres.

IMPORTANT : ne pas mentionner notre
numéro de compte pour les paiements
par chèque postal.

Electronique Radio Plans décline toute responsabilité
quant aux opinions formulées dans les articles,
celles-ci n'engageant que leurs auteurs. Les
manuscrits publiés ou non ne sont pas retournés.
«La loi du 11 mars 1957 n'autorisant aux termes des
alinéas 2 et 3 de l'article 41, d'une part que «copies ou
reproductions strictement réservées à l'usage privé du
copiste et non destinées à une utilisation collective» et
d'autre part, que les analyses et les courtes citations
dans un but d'exemple et d'illustration, «toute
représentation ou reproduction intégrale, ou partielle,
faite sans le consentement de l'auteur ou de ses
ayants-droit ou ayants-cause, est illicite» (alinéa
premier de l'article 40). Cette représentation ou
reproduction, par quelque procédé que ce soit,
constituerait donc une contrefaçon sanctionnée par les
articles 425 et suivants du Code Pénal».

Ce numéro a été tiré à 37 300 exemplaires

Dépôt légal janvier 94 - éditeur 1737

Mensuel paraissant en fin de mois.

Distribué par S.A.E.M. Transports-Presses

Photocomposition :

COMPOGRAPHIA - 75011 PARIS -

Photo de couverture : E. Malemanche.



Numéro 554 - Janvier 1994

ISSN 1144-5742

ETUDES ET CONCEPTION

- 22 CARTE GÉNÉRATEUR DE FONCTIONS 200 KHZ.
63 ENSEMBLE DE TRANSMISSION BF PAR MULTIPLEX

REALISATION

- 15 TESTEUR DE 68705P3
37 CIRCUIT DÉCODEUR POUR CARTES D'EXTENSION
50 BORNIER DOMOTIQUE 8 ENTRÉES
55 CARTE D'INTERFACE DE COMMANDES PC
71 EFFACEUR D'EPROM
75 MEMO : CONVERTISSEUR V → DB ET DB → V

TECHNIQUE

- 79 COMPOSANTS ET OUTILS ACCESS.BUS

MESURE ET INSTRUMENTATION

- 19 LE TEKMETEER THM565 TEKTRONIX

CIRCUITS D'APPLICATION

- 31 LES PIC 16 CXX MICROCHIP : MISE EN ŒUVRE
87 APPLICATION DES AMPLIS DE TRANSCONDUCTANCE AU FILTRAGE

COMPOSANTS ET TECHNOLOGIE

- 29 LES TUBES À CATHODES IMPRÉGNÉES

C.D.A.O.

- 10 COMMENT CHOISIR SON PROGRAMMATEUR
46 SAISIE DE SCHÉMAS ET ROUTEUR TANGO

COMMUNICATION

- 41 ERP ET LA DOMOTIQUE
91 LE SALON CARTES 93

IDEES ET METHODE

- 13 PROGRAMMATION DES EEPROM SÉRIE

INFOS

- 40 (SOMMAIRES 93), 54, 62, 90, 92, 93, 94, 95, 96

Ont participé à ce numéro : P. Achernard, J. Alary, P. de Carvalho,
C. Djabian, J. Garbay, A. Garrigou,
P. Gueulle, P. Oguic, Ch. Pannel, D. Paret.



COMMENT CHOISIR UN PROGRAMMATEUR ?

Difficile, de nos jours, de faire de

l'électronique sans programmeurs de

composants !

S'il est parfois possible d'acquérir ou de

construire de petits programmeurs

dédiés à quelques composants bien

précis, l'achat d'un modèle dit

«universel» s'imposera certainement tôt

ou tard.

Or, il s'agit la plupart du temps d'un investissement majeur pour lequel il ne

faut surtout pas se tromper (ou se laisser tromper !).

L'appareil doit évidemment pouvoir programmer tous les composants que l'on

se propose d'utiliser dans l'immédiat, mais il doit aussi être capable d'évoluer

pour prendre en compte l'apparition de nouveaux besoins ou de nouveaux

produits.

Faudra-t-il acheter des adaptateurs ou simplement mettre à jour un logiciel ?

Combien coûtera l'opération et sera-t-elle seulement possible ? Autant de

questions qu'il vaut mieux se poser avant de passer commande...

D'abord un compatible PC

La plupart des programmeurs de composants se présentent comme des périphériques pour compatibles PC, soit à brancher sur un port série ou parallèle, soit nécessitant l'insertion d'une carte dans le boîtier.

Echappent à la règle les «duplicateurs» qui, n'ayant qu'à recopier des modèles en plusieurs exemplaires, peuvent se permettre d'être autonomes, et les

«gros» appareils à quelques dizaines de milliers de francs qui peuvent fort bien intégrer l'équivalent d'un petit PC.

Certains appareils peuvent d'ailleurs travailler en autonome pour la duplication, et être connectés à un PC pour les tâches plus complexes.

Il est de toute façon très clair qu'un programmeur qui profite de toute la puissance d'un PC pourra être sensiblement plus simple, à performances égales, qu'un appareil autonome.

Et, de toute façon, la plupart des logi-

ciels de développement de composants programmables «tournent» sur PC et génèrent des fichiers DOS.

La cause est donc entendue, il faut avant toute chose disposer d'un compatible PC, même simple : bien souvent, un vieil XT à 8086 suffira amplement !

Reste à savoir s'il est préférable d'insérer une carte dans un «slot» ou de brancher un câble DB25.

Le principal argument en faveur de la première solution est que le PC peut piloter «en direct» plusieurs dizaines

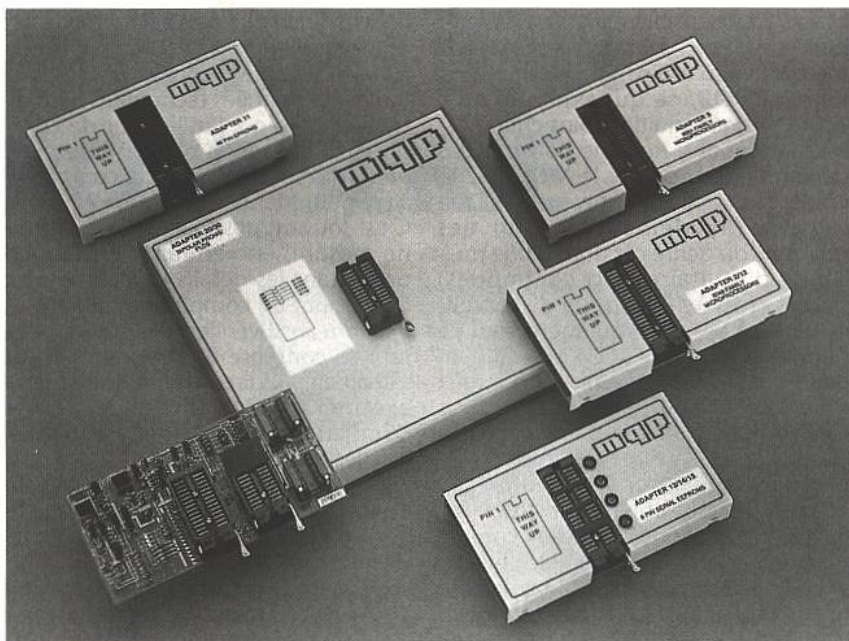
de lignes d'entrée-sortie s'il le faut, ce qui se traduira automatiquement par un maximum de rapidité.

Inversement, un programmeur communiquant uniquement par une liaison RS232, même à 19200 bauds, perdra forcément du temps lorsqu'il devra télécharger des centaines ou des milliers de Koctets avant de commencer seulement la programmation proprement dite.

Mais dans bien des cas (programmation d'EPLD ou de microcontrôleurs), on ne perdra guère que des secondes : cela vaut-il vraiment la peine de passer un quart d'heure à chaque fois que l'on voudra déplacer le programmeur sur un autre PC ? Tout dépend évidemment de l'usage prévu.

Et bien que cela soit plus rare, songeons que certains programmeurs se connectent sur la prise parallèle (CENTRONICS) du PC : ce connecteur pour imprimante sait transmettre huit bits d'un coup, et peut supporter des débits bien plus élevés qu'on ne le pense généralement.

Moyennant un commutateur évitant de débrancher par trop souvent l'imprimante, ce peut être un fort bon compromis.



■ Les adaptateurs du MQP.

Ce sont pourtant (heureusement !) les seuls programmeurs méritant à peu près le qualificatif d'«universels» : l'heureux possesseur d'un DATA/IO de haut de gamme n'aura pas à attendre six mois (ou plus !) la mise à jour nécessaire à la programmation d'un nouveau composant, il l'aura peut-être même reçue avant sa mise sur le marché !

Soyons clair : aucun programmeur «économique» n'est capable de programmer, à un moment donné, n'importe quel composant du marché. Il s'écoulera presque toujours un bon moment entre le lancement d'un composant et la sortie de l'adaptateur ou de la mise à jour logicielle nécessaire. Cela en admettant que ledit composant soit un jour pris en compte, car la plupart des «petits» fabricants de programmeurs attendent souvent qu'une demande suffisante émane de leurs clients : cela peut prendre du temps, et de toute façon les mises à jour (gratuites ou payantes selon les marques) ne se font guère que deux à quatre fois par an...

Il n'en reste pas moins vrai qu'un bon programmeur supporte couramment quelques milliers de références, et qu'il est souvent sage de se cantonner à des composants ayant fait leurs preuves : à quoi bon pouvoir programmer un composant qui n'est disponible que dans les data-books ?

Cela étant posé, nous avons sélectionné, à titre d'exemples représentatifs, deux appareils fort différents mais commercialisés, pour des raisons d'objectivité, par le même importateur : l'OMNIPRO2 de DATAMAN, et le «MODEL 200» de MQP, tous deux disponibles chez MULTIPOWER.

Outre-Manche, DATAMAN est un peu «l'aristocrate du programmeur», dont l'excellente réputation remonte au lancement du S3, programmeur-émulateur révolutionnaire et autonome qui a maintenant cédé la place au S4.

L'OMNIPRO2 est uniquement un programmeur (nécessitant l'insertion d'une carte dans le PC), mais beau-

coup plus universel (38 marques de composants avec le logiciel V 1.70, à raison d'une ou deux à quelques dizaines de références par marque).

Le fabricant est tellement sûr de sa renommée qu'il a refusé tout net de nous prêter un appareil pour nos essais !

Force nous est pourtant de reconnaître que le produit est bon, soigneusement construit (à Taiwan), et plutôt intelligemment conçu : avec 40 contacts, son support ZIF à double entraxe se situe dans la bonne moyenne, même si chaque broche ne dispose pas d'un «driver universel».

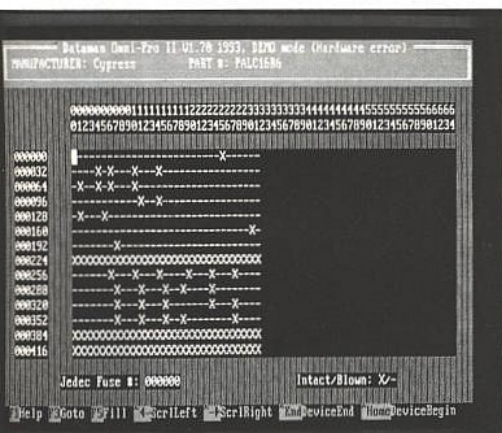
Chaque contact du support peut certes recevoir un Vpp compris entre 5 et 22,5 V (au pas de 100 mV), mais seules certaines broches spécifiques peuvent être reliées au Vcc (0 à 10 V au pas de 50 mV), ou à la masse par des relais.

Le générateur d'impulsions, organe vital de tout programmeur, est programmable au pas de 200 ns et l'électronicien appréciera à sa juste valeur l'existence d'un «menu de test et d'étalonnage» permettant le diagnostic et la mise au point périodiques de l'appareil.

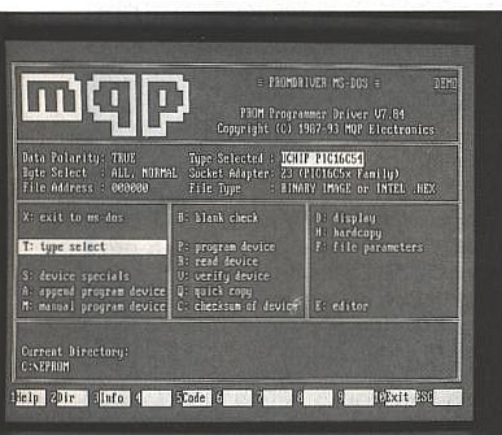
Assez universel (mais pas à 100%) sur le plan matériel, l'OMNIPRO2 peut facilement être mis à jour par simple lecture d'une disquette (payante après un an). Cela du moins pour les composants pas trop originaux : les PIC16CXX, par exemple, nécessitent l'achat d'un adaptateur et tout laisse à penser que l'avenir sera riche d'autres «exceptions qui confirment la règle». Il y aura donc certainement un jour un OMNIPRO3...

Construit cette fois en Europe (Royaume-Uni), le MODEL 200 de MQP donne une impression de robustesse encore supérieure. Il est vrai que, se raccordant par un port série ou parallèle, il ne peut pas emprunter son alimentation au PC «hôte».

Il faut donc un transformateur (torique), et par conséquent un boîtier capable de supporter ce surcroît de poids.



■ Ecran Omnipro.



■ Ecran MQP.

DEUX EXEMPLES INTÉRESSANTS

Partant du principe que bon nombre de nos lecteurs ne pourront pas investir 40 000 F (ou même souvent le quart) dans un programmeur, nous ferons carrément l'impasse sur cette catégorie d'appareils.

Mais s'il est sensiblement plus lourd et plus grand, ce programmeur renferme beaucoup moins de «monde» que l'OMNIPRO2, ce qui explique qu'il coûte presque moitié moins cher.

Mais attention ! nous ne pouvons pas décemment présenter le MODEL 200 comme un appareil universel : si son logiciel (au demeurant l'un des meilleurs du genre car doté d'une multitude d'utilitaires fort commodes) donne accès à 48 marques de composants (V 7.84), pratiquement tout ce qui n'est pas de l'EPROM nécessite un adaptateur spécifique plutôt coûteux (il en existerait une cinquantaine !). Celui pour les PAL (dont la disponibilité semble d'ailleurs pour le moins problématique) coûterait à peu près le même prix que l'appareil de base ! Il faut donc considérer le MQP comme un (très) bon programmeur pour les EPROM les plus diverses (il faudra des adaptateurs de brochage pour tout ce qui n'est pas du DIP à 32 broches ou moins), mais qu'il serait vraiment ruineux de vouloir rendre aussi universel que l'OMNIPRO2.

Par contre, il ne serait pas ridicule d'acquiescer ponctuellement un (et un seul !) adaptateur si, au bout de quelques années, se faisait sentir le besoin de travailler régulièrement avec des microcontrôleurs ou des réseaux logiques programmables : l'opération coûterait alors moins cher que l'achat d'un nouveau programmeur.

Pour les PIC16CXX, par contre, on aurait très certainement intérêt à acquiescer un programmeur dédié.

AVANT DE COMMANDER

Bien qu'assez représentatifs de ce que l'on peut trouver sur le marché, les deux programmeurs qui nous ont servi d'exemples sont placés en face d'une très vive concurrence.

Chaque offre sera évidemment à considérer cas par cas, et il sera notamment indispensable d'exiger du vendeur la liste complète des composants supportés par la dernière version du logiciel. Ce document devra mentionner clairement les adaptateurs éventuellement nécessaires, dont on vérifiera scrupuleusement le prix et la disponibilité (des surprises, parfois de taille, vous attendent un peu partout...).

Le mode de distribution des mises à jour logicielles devra également être étudié avec soin : pour des appareils à moins de 20 000 F distribués par d'illustres inconnus, nous ne croyons pas, mais alors pas du tout, aux mises à jour gratuites «à vie» par envoi de disquettes (de toute façon, il faudrait entendre par là jusqu'au dépôt de bilan du fabricant ou de son importateur). Et même lorsque les mises à niveau sont payantes ou offertes en téléchargement (ce qui peut être encore plus coûteux s'il faut se connecter pendant une heure à un BBS américain), «mieux vaut tenir que courir» : plus l'appareil supportera de références tel qu'il est livré, et mieux ce sera (on

pourra juger, au passage, de son degré d'universalité).

En fait, l'idéal serait que soient fournies toutes les données techniques permettant au besoin à l'utilisateur de configurer lui-même le programmeur à partir des spécifications du composant à programmer.

C'est souvent possible dans une certaine mesure, en «éditant» un tableau présentant les détails de l'algorithme utilisé pour un composant voisin.

Il faudra aussi vérifier si le programmeur se contente de programmer, ou s'il sait en plus lire et relire, voire même exécuter un test fonctionnel à partir d'un jeu de vecteurs de test (dans le cas des PAL et EPLD).

Pourra-t-il enfin programmer les bits ou fusibles de sécurité servant à protéger un composant contre une reproduction abusive ?

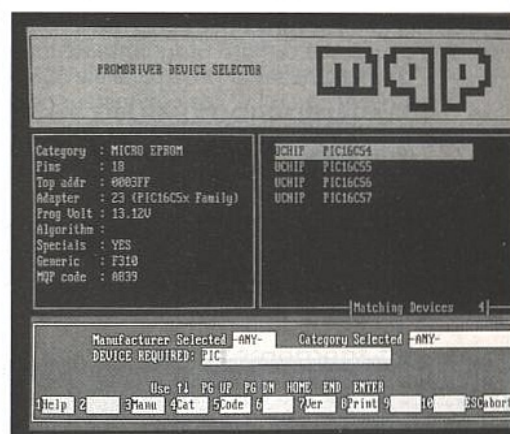
Seul un essai en bonne et due forme peut véritablement vous renseigner sur tout cela et plus encore. Pour notre part, nous avons relevé des faiblesses de détail sur tous les appareils qui nous sont passés entre les mains : rien de rédhibitoire d'ailleurs, mais un homme averti en vaut deux !

A défaut d'un prêt de matériel toujours préférable (cela prouve au moins sa disponibilité), tout fabricant sérieux doit pouvoir vous confier, en démonstration, le logiciel de pilotage du programmeur.

En l'absence de l'appareil, celui-ci fonctionne généralement dans une configuration de «démon» qui renseigne assez bien sur les possibilités et le confort d'utilisation de l'appareil.



■ Omnipro II : écran de configuration.



■ MQP : sélection du composant.

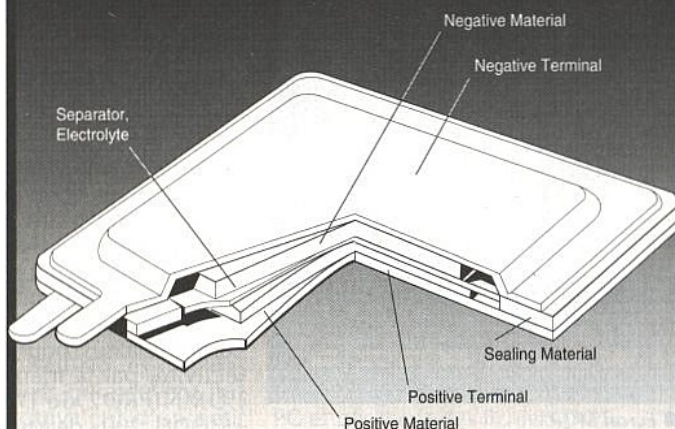
Il faut vraiment avoir des choses à cacher pour ne pas se prêter à ce genre d'épreuve de vérité...

Patrick GUEULLE

ARRIVEE PILE

La nouvelle TOSHIBA 3V au Lithium

Piles extra plates 0,5 mm. Dimensions : 22,5 x 22,5 mm



Grossissement 2,5 fois environ.

NOUVELLES ARRIVEES :

Piles au Lithium 3 Volts rechargeables

Types : CR 20-25/CR 24-30/CR 24-50

PILES TOSHIBA

8, Bd de l'Europe-MAMERS-Tél. 43 97 85 95-Fax. 43 97 95 65

PROGRAMMATION DES EEPROM SERIE

La sauvegarde des paramètres, autrefois

dévolue aux RAMs statiques

sauvegardées par batterie ou pile

lithium est de plus en plus effectuée

grâce à des mémoires EEPROM ou

FLASH.

Lorsque le nombre de paramètres est

peu important et que l'on désire se prémunir des écritures erratiques, on

choisira une EEPROM série. Parmi celles-ci, on trouvera couramment des

EEPROM avec une interface de type microware (93CX6), et des EEPROMs avec

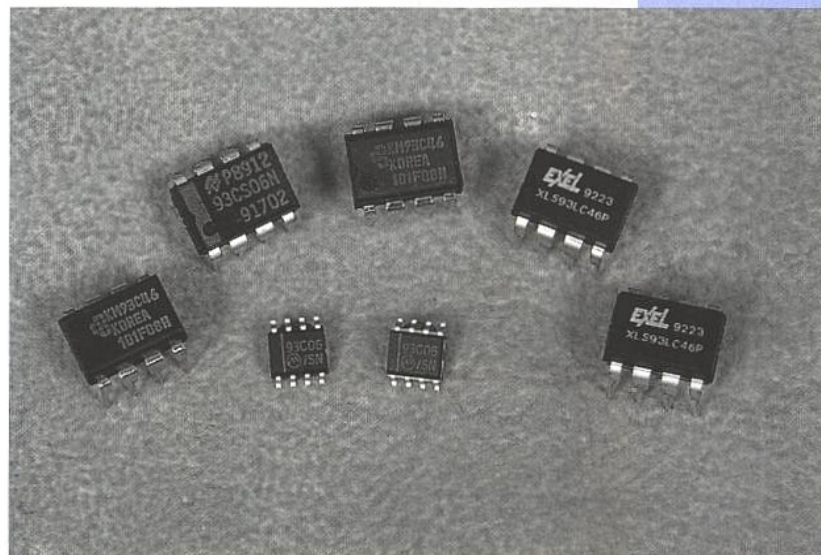
une interface IIC ou assimilée (PCF85XX ou 24CXX). On pourra choisir l'un ou

l'autre type suivant la configuration de l'application. Nous nous intéresserons

pour l'instant aux EEPROMs de type 93C06 ou 93C46 qui sont à l'heure

actuelle les produits les plus répandus. Leur capacité est de 16 mots de 16 bits

pour les 93C06 et de 64 mots de 16 bits pour les 93C46.



Ces EEPROMs utilisent 4 signaux pour communiquer avec le processeur. Deux lignes de données DI et DO utilisées conjointement avec la ligne d'horloge SK permettent de transférer les données entre la mémoire et le processeur. La ligne DI est l'entrée des données, DO la sortie. Ces deux lignes n'étant pas utilisées en même temps, il

est possible de les relier de manière à transformer la liaison 4 fils en une liaison 3 fils. Il reste donc la ligne DIO pour le transfert de données, la ligne SK pour synchroniser ces données, et la ligne CS pour valider les échanges. Le front montant sur SK valide les données sur DI, de même les données sur DO sont valides après le front montant

de SK. On remarquera que contrairement à de nombreux périphériques, la ligne CS est en logique positive, la mémoire étant validée quand CS est à l'état haut (+5V). Une fois CS haut, on enverra un bit de start (toujours à 1) puis la commande, suivie de l'adresse s'il y a lieu. Suivant la commande, on recevra ou on émettra les données qui seront respectivement lues ou écrites. Avant d'écrire ou d'effacer l'EEPROM, il faudra d'abord envoyer une commande de validation (enable); cette commande restera active tant que l'EEPROM sera alimentée ou tant qu'elle ne recevra pas de commande d'inhibition (disable).

ATTENTION, l'opération d'effacement est parfois nécessaire (avec les EEPROM SAMSUNG par exemple) avant l'écriture ! Le concepteur prudent ef-

Commandes	Code	Adresse	Données	Sous-programme
READ	10	A5 A4 A3 A2 A1 A0	D15-D0	EEPRD
EWEN	00	1 1 X X X X		EEPENA
ERASE	11	A5 A4 A3 A2 A1 A0		EEPERA
ERAL	00	1 0 X X X X		EEPALL
WRITE	01	A5 A4 A3 A2 A1 A0	D15-D0	EEPWR
WRAL	00	0 1 X X X X	D15-D0	EEPWRA
EWDS	00	0 0 X X X X		EEPDIS

■ Tableau 1

fectuera donc un effacement avant une écriture même si l'EEPROM qu'il utilise efface la donnée avant d'écrire. Il s'évitera ainsi des déboires lorsqu'il changera de marque d'EEPROM dans sa maquette.

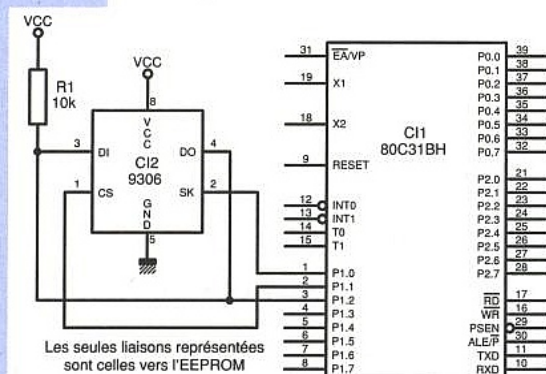


Figure 1 : raccordement d'une EEPROM série à un 80C31.

Les opérations d'écriture et d'effacement durant quelques milli-secondes, il faudra attendre la fin de l'opération avant d'envoyer une autre commande. On pourra soit attendre un temps fixe (le temps de programmation est en général inférieur à 10 ms) ou bien tester la ligne DIO après avoir sélectionné l'EEPROM. En effet, après une écriture ou un effacement, la ligne DO en positionnée à 0 pendant toute la durée de la programmation, puis passe en haute impédance quand l'écriture ou l'effacement sont terminées. Si une résistance relie la ligne DO à la tension d'alimentation, on pourra attendre en testant cette ligne le moment où l'EEPROM sera libre. Le sous-programme EEPCHK effectue cette opération. Si nécessaire, on pourra inclure dans ce sous-programme un chien de garde pour éviter de rester bloqué en cas de défaillance de l'EEPROM.

Le tableau 1 résume les commandes comprises par l'EEPROM et les sous-programmes associés en assembleur 80C51 :

Les adresses sont transmises dans R5, les données sont lues ou écrites dans R6:R7 (les bits 15..8 dans R6, les bits 7..0 dans R7).

Les broches 6 et 7 de l'EEPROM seront laissées "en l'air". Certains fabricants utilisent la broche 6 pour changer l'organisation de l'EEPROM. Dans ce cas, l'état haut (+5V) sur la broche 6 correspond à l'organisation habituelle 64 X 16 alors que l'état bas correspond à une organisation 128 X 8 (128 octets). Si on utilise une EEPROM de type 93C06, les bits d'adresse A5 et A4 ne seront pas utilisés et positionnés à 0. Certains constructeurs n'utilisent pas la ligne DO pour indiquer une programmation en cours de l'EEPROM (cas de la NMC9306 de National Semiconductor). On devra donc dans ce cas attendre le nombre de milli-secondes spécifié par le constructeur à la fin de chaque écriture (< 10 ms).

Un petit moniteur qui permet d'afficher et de modifier une EEPROM série est disponible sur le serveur ERP.

SK EQU 90H ; P1.0 ligne d'horloge
CS EQU 91H ; P1.1 chip select
DIO EQU 92H ; P1.2 lignes DI et DO reliées

CSEG AT 0 ; vecteur de reset en 0
AJMP INIT

-----;
routines de gestion d'EEPROM 93C06 ou 93C46
; l'adresse est dans R5
; les données lues ou écrites R6:R7
; registres modifiés ACC, B, PSW

-----;
; sortie synchrone du mot de 16bits R6:R7

WRIT16: MOV A,R6 ; MSB
ACALL BYTEOU
MOV A,R7 ; puis LSB

; sortie synchrone de l'octet A

BYTEOU: MOV B,#8
BYTEO0: RLC A ; envoi MSB d'abord
MOV DIO,C

NOP ; valide avec l'horloge
SETB SK

NOP
CLR SK
DJNZ B,BYTEO0 ; jusqu'au huitième
RET

; lecture synchrone d'un octet dans A

BYTEIN: MOV A,#01H
SETB DIO ; DIO en sortie
BYTEI0: SETB SK ; horloge haute
NOP
MOV C,DIO ; puis lit la donnée
CLR SK
RLC A ; bit suivant
JNC BYTEI0 ; jusqu'au huitième (mis à 1 à l'init)
RET

; lecture synchrone d'un mot de 16 bits dans R6:R7

READ16: CALL BYTEIN
MOV R6,A ; reçoit le MSB
ACALL BYTEIN
MOV R7,A ; puis le LSB
RET

; envoie le bit de start puis la commande et l'adresse

START: SETB CS ; sélectionne le boîtier
SETB DIO ; bit de start à 1
SETB SK ; valide le bit de start
CLR SK
AJMP BYTEOU ; puis envoie la commande et l'adresse

; efface le contenu d'une adresse

EEPERA: MOV A,R5
ORL A,#11000000B ; code de ERASE
ACALL START
AJMP EEPRET

; écrit à toute les adresses de l'EEPROM la valeur R6:R7

EEPWRA: MOV A,#00010000B
AJMP EEPWRO

; écrit à l'adresse R5 le mot R6:R7

EEPWR: MOV A,R5 ; prend l'adresse
ANL A,#00111111B ; masque la commande
ORL A,#01000000B ; commande d'écriture (01)
EEPWRO: ACALL START ; sel EEPROM et envoie commande et adresse

ACALL WRIT16 ; puis le mot R6:R7 à écrire
AJMP EEPRET

; teste si fin d'écriture dans EEPROM

EEPCHK: SETB CS
SETB DIO ; pour la lecture du status
CHECK0: MOV C,DIO ; teste DIO comme un BSY/RDY pin
JNC CHECK0 ; EEPROM pas libre, attend encore
AJMP EEPRET

; lit le mot R6:R7 à l'adresse R5 de l'EEPROM

EEPRD: MOV A,R5
ANL A,#00111111B
ORL A,#10000000B ; commande de lecture (10)
ACALL START ; envoie à l'EEPROM
ACALL READ16 ; lit les données
AJMP EEPRET

; efface toute l'EEPROM

EEPALL: MOV A,#00100000B ; commande d'effacement
AJMP EEPEW

; inhibe l'écriture

EEPDIS: CLR A
AJMP EEPEW

; valide l'écriture

EEPENA: MOV A,#00110000B ; commande EWEN
EEPEW: ACALL START
EEPRET: CLR CS

TESTEUR DE 68705P3

Lors d'un développement, après

plusieurs reprogrammations du

68705P3, ou quand le programme se

bloque, on peut mettre en doute le bon

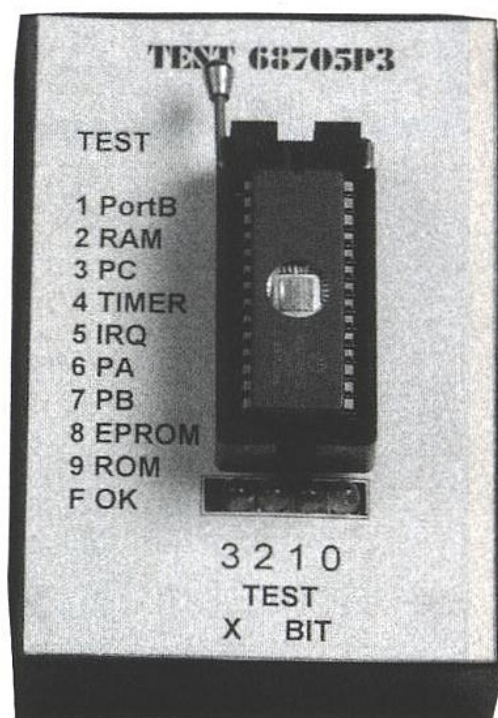
fonctionnement du 68705P3. De

nombreux monochips de la famille

MOTOROLA dispose d'un programme

de self-test, le 68705P3 en disposera d'un maintenant grâce à cette platine de

test.



Test d'effacement de l'EPROM

Le monochip suspect est d'abord effacé à l'aide de la lampe UV pendant dix minutes. En utilisant un testeur de virginité, on vérifie s'il est complètement effacé. L'EPROM du monochip est en excellent état si le résultat est positif ; après une seconde exposition il doit être effacé, une dernière tentative permettra de savoir s'il est récupérable. La lampe est placée à 3 cm du circuit, on peut utiliser le testeur de virginité décrit dans ERP 532 ou le programmeur direct (ERP 526).

Procédure de test du 68705P3

Après avoir été rendu vierge par le passage sous les UV, on programme le monochip avec le logiciel de test, puis on place le monochip sur la platine de test.

Le logiciel de test sera disponible sur le serveur, ou à la rédaction (envoi d'une disquette et des frais de retour). A la première erreur, le logiciel s'arrête et les LED affichent un code d'erreur.

Le programme commence par vérifier un environnement minimum, en cas de problème dans cette partie de programme, l'affichage sera sommaire : un chiffre seulement représenté par les LED. Dans la seconde partie, les LED afficheront alternativement deux messages, l'un long, qui correspond au code d'erreur, et un plus court qui donne un sous-code pour préciser l'er-

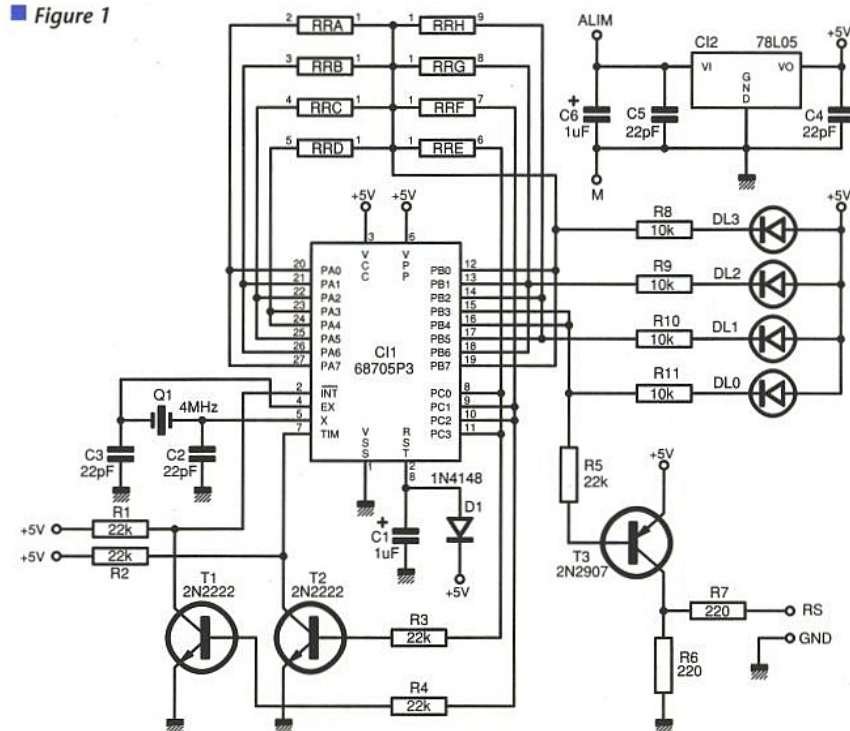
reur. S'il n'y a pas d'erreur, en fin de test, le monochip envoie le code 0/F (code tout allumé/sous-code éteint).

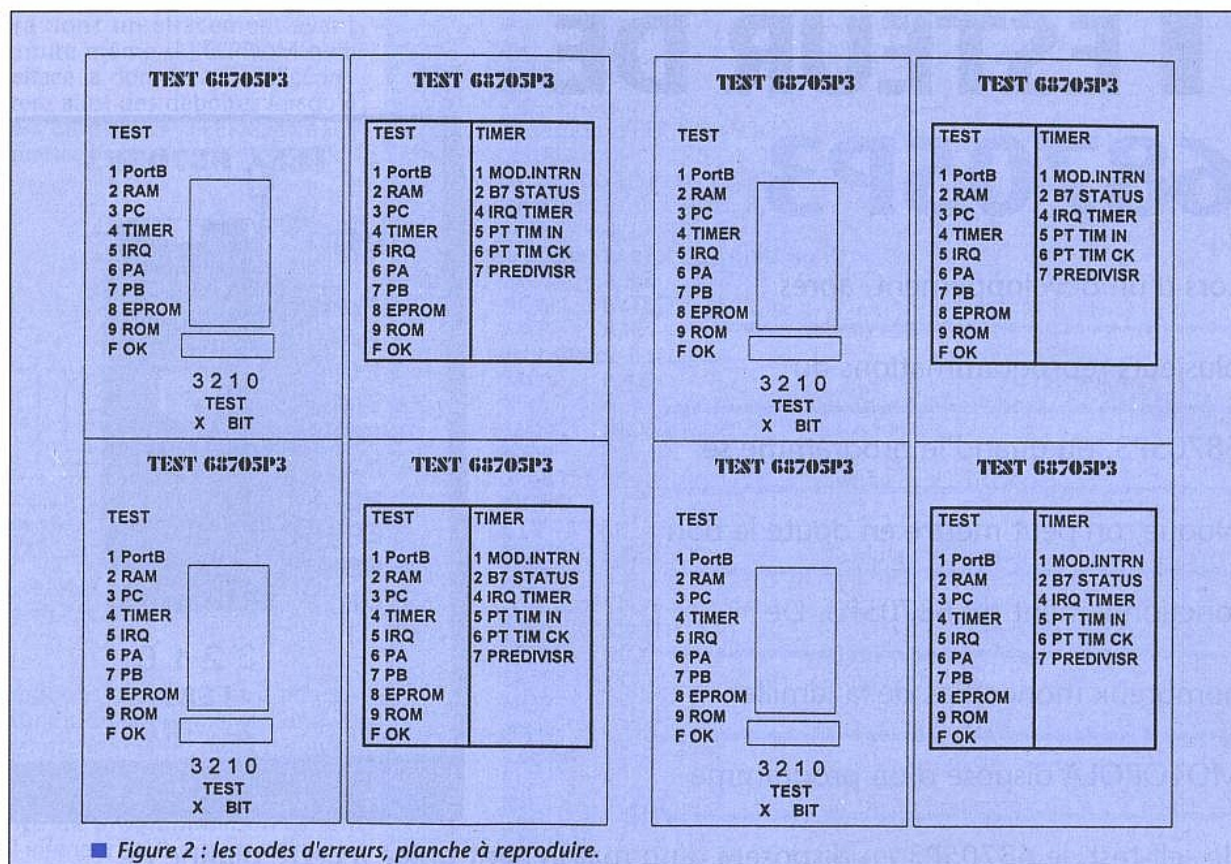
LE SCHÉMA ÉLECTRIQUE

Le plan de la platine donné dans la figure 1 s'inspire des schémas de test de

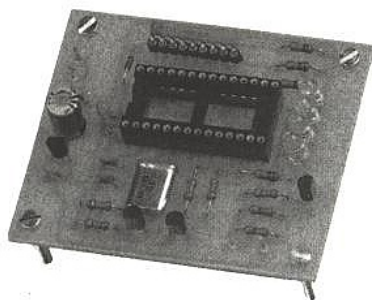
MOTOROLA, toute la question est de savoir si par ce montage tous les cas possibles peuvent être découverts. En fait oui et non, c'est une réponse de Normand I, les pannes franches (sortie HS) seront détectées, par contre une légère déviation des caractéristiques électriques du circuit ne sera pas forcément détectée. C'est un montage qui présente un bon compromis entre la complexité et le coût. Les résultats

■ Figure 1





■ Figure 2 : les codes d'erreurs, planche à reproduire.



sont affichés sur le port B, comme les broches de ce port sont reliées entre elles, il faut qu'au moins la moitié du port fonctionne. Les ports A et C peuvent être testés en mode haute impédance à l'aide d'un réseau de résistances. Un demi-port C en bon état permet de tester le TIMER et l'IRQ. Les puristes auront remarqué que les connexions des Px 0..3 vers les Px 4..7

ne sont pas identiques au plan MOTO-ROLA. Nous avons préféré ce choix afin d'avoir un circuit imprimé simple face. Cette solution est légèrement plus lourde au niveau logiciel mais nous disposons de toute l'EPROM du monochip pour les tests. Un transistor sur le port PB3/4 a été ajouté afin d'avoir une interface RS232 de faible coût, bien que non gérée, cela permettra la création d'une version luxe, le source du programme contient le sous-programme OUTCAR à 9600 bauds.

Tests de base

Dans la première partie du test, le monochip examine son environnement : le port B ainsi que la RAM. Le programme cherche à connaître les ports B utilisables, soit le côté PB0/P3 ou PB4/PB7 ou les deux. Tant que la RAM n'a pas été testée, le stack (la pile)

n'est pas utilisable, l'appel aux sous-programmes n'est pas possible. Avant d'entrer dans le test, le programme affiche le test qu'il va faire, il n'y aura pas d'information de sous-code (pas de clignotement).

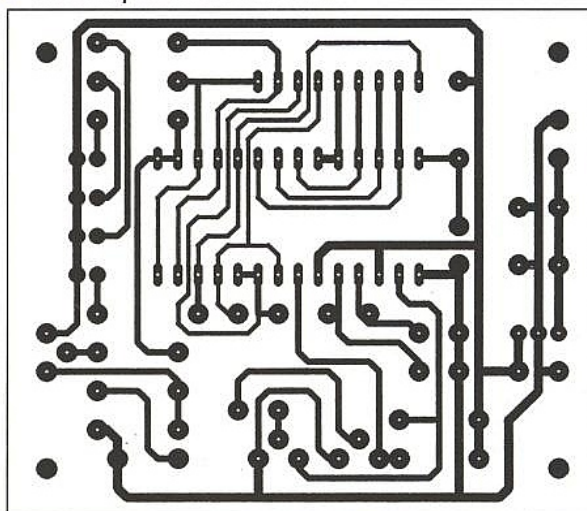
Test complet

Le premier test négatif bloque la suite des tests, on teste donc, en premier,

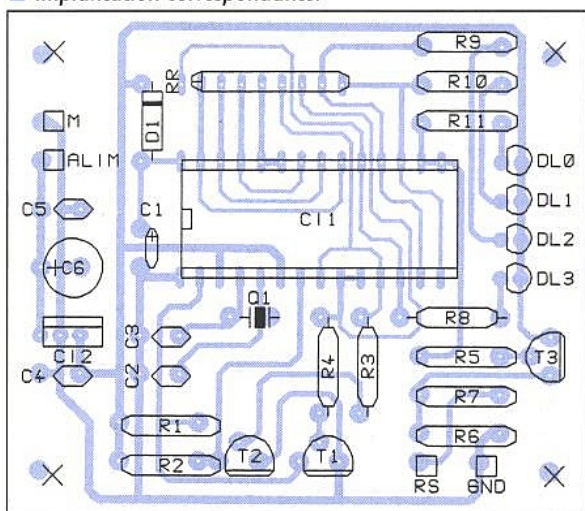
- TIMER (3):** 1 : MODE INTERNE
2 : BIT 7 DU STATUS
4 : IRQ TIMER
5 : PATTE TIMER ENTREE
6 : PATTE TIMER ET CLOCK
7 : PREDIVISEUR
8...F: Bit 0...7
- PAX(5,6,7):** 0 : Somme de contrôle pas correcte
- EPROM (8):** 0 : Somme de contrôle pas correcte
- PROM (9):** 0 : Somme de contrôle pas correcte

■ Figure 3 : liste des sous-codes d'erreurs.

■ Circuit imprimé de la carte test.



■ Implantation correspondante.



les éléments ayant peu de chance de tomber en panne, comme le TIMER, et l'IRQ. Pendant chaque test, le monochip envoie le code en cours. Ensuite on teste les ports, enfin on vérifie l'EPROM puis la ROM, ce test permet de savoir si le masque a été changé par rapport à la version classique : 02A47E. La liste des codes d'erreurs est donnée dans la figure 2. Il y en a dix, le programme en fonctionnement fait croître le nombre à chaque début de test, une temporisation a été prévue afin de voir la progression. Bien entendu, l'affichage n'est pas validé pendant le test du port B. Les tests de MOTOROLA sont succincts, ils précisent uniquement le module en cause sans donner le détail. Cela permet de mettre au rebut le composant défectueux uniquement. Cette simplicité s'explique quand on sait que de la ROM (sur le masque) coûte, et que celle-ci doit aussi contenir le programme chargeur. Dans notre cas, disposant de l'ensemble de l'EPROM, nous avons vu plus grand, un détail sur l'erreur peut apporter des informations comme par exemple le numéro du port. Les sous-codes d'erreur sont donnés lors d'un arrêt dans la figure 3.

Conclusion

Cette platine de test permettra de vérifier facilement un 68705P3 douteux. Le logiciel s'arrête dès le premier défaut, il pourra être modifié pour donner une liste plus exhaustive afin de savoir si ce composant est encore utilisable (il n'y a pas de petites économies !). De toute façon, le programme a été écrit de manière à être facilement extensible pour d'autres tests, si cela était nécessaire.

P. ACHERNARD

Nomenclature

Résistances

R1 à R5 : 22 k Ω
R6, R7 : 220 Ω
R8 à R11, Rr (Rés. SIL) : 10 k Ω

Condensateurs

C1, C6 : 1 μ F
C2 à C5 : 22 pF

Semiconducteurs

D1 : 1N4148
DL0 à DL3 : LED haute luminosité
T1, T2 : 2N2222
T3 : 2N2907
C11 : 68705P3

Divers

Q1 : quartz 4 MHz
1 jack femelle embase 3,5
1 support insertion nulle
28 broches DIL
1 support pour C1 DIL28
Programme sur notre serveur

CAO

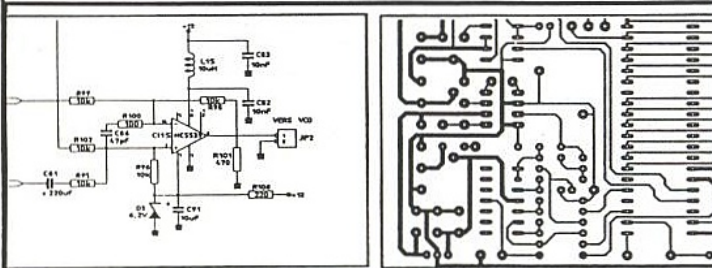
LOGICIELS DE SAISIE DE SCHEMAS

+

AUTO-ROUTAGE DE CIRCUITS-IMPRIMES

"ISIS DESIGNER+" & "ARES AUTOROUTE"

l'ensemble des deux ... 8950 F.H.T. franco !



- ☐ Avec leurs bibliothèques de symboles extensibles, (CMS et classiques) les deux logiciels, *ISIS DESIGNER+* et *ARES AUTOROUTE* permettent de produire des schémas et des dessins de circuits-imprimés, du simple à 10 couches, de qualité très professionnelle sur des cartes de 76 cm x 76 cm maximum.
- ☐ Génération automatique de netlists (pour le routage automatique et des contrôles), et de rapports et listes descriptives des pièces utilisées dans le projet.
- ☐ Convivialité et rapidité de mise en oeuvre assurées par souris et icônes, sur écrans EGA, VGA, SVGA, avec Zoomings. Interface graphique moderne avec l'utilisateur, qui peut choisir les couleurs, les pas de grille etc.
- ☐ Vos schémas et circuits-imprimés seront enfin archivés sur fichiers disques, permettant leur rappel pour modification à tout moment. Les disquettes peuvent transmettre vos projets à vos sous-traitants, une seule commande CAD/CAM génère automatiquement tous les fichiers Gerber et CN nécessaires. (cuivre, sérigraphies, vernis épargne, et perçage).
- ☐ Comprend les drivers de sorties sur imprimantes (9 et 24 aiguilles), Lasers, PostScript, table-traçante, phototracage Gerber, perçage à CN. Et, en plus, le module GERBERVIEW ! Import et Export de fichiers netlists, et de PAO.

Prise en main très rapide.

Multipower

22, rue Emile Baudot
91120 PALAISEAU
FRANCE

Tél : (33) 1.69.30.13.79
Fax : (33) 1.69.20.60.41
Télex : 603 103 F

DISTRIBUTEUR EXCLUSIF DE LABCENTER ELECTRONICS

... Bon de demande de la disquette de démonstration :

Veuillez nous envoyer par retour du courrier, et sans frais, les caractéristiques complètes et la disquette d'évaluation interactive de *ISIS/ARES*, avec sa notice d'emploi en français. (Logiciels complets sauf sorties et sauvegardes)

Mon Nom:
Entreprise:
Adresse:

ERP 01/94

LE TEK METER THM 565 TEKTRONIX

L'émergence de nouveaux besoins dans la mesure et le contrôle sur le terrain, en maintenance, dépannage, installation et production, a amené Tektronix à redéfinir l'outil de contrôle de base qu'est le multimètre et à introduire un nouveau concept : le Tekmeter. Cet appareil



associe un multimètre grand écran 4000 points RMS vrai à un oscilloscope numérique 5 MHz entièrement autoranging à affichage LCD. Bien que la réunion des deux fonctions au sein d'un même appareil ne soit pas vraiment nouvelle, l'approche, la philosophie et la conception des Tekmeters, puisqu'aujourd'hui il en existe trois versions, le sont. S'agissant d'appareils d'exploitation facile et de faible coût, les tekmeters et tous les appareils «Tektools» dont ils font partie, seront désormais disponibles dans le réseau de distribution mis en place par Tektronix.

Le Tekmeter a été pensé comme un multimètre à affichage panoramique - l'écran LCD mesure environ 12 cm sur 6 cm - auquel on a adjoint un scope numérique pour visualiser les perturbations dynamiques qu'on ne peut pas saisir sur un multimètre conventionnel. C'est une approche différente de celle des scopes numériques portatifs auxquels on greffe un multimètre. En fait Tektronix a conçu cet appareil pour répondre aux besoins des techniciens de contrôle et de maintenance dans un grand nombre de domaines où l'électronique a effectué une percée, et pour satisfaire les électrotechniciens qui ne peuvent plus se contenter d'un multimètre aussi évolué soit-il. En effet les commandes de moteurs, ou les alimentations de forte puissance fonctionnent aujourd'hui quasiment toutes en découpage. On

doit donc pouvoir contrôler les formes d'ondes et les éventuelles perturbations transitoires qu'un multimètre n'enregistre pas. De par son assignation, il fallait un appareil robuste, léger et d'exploitation simple, ne demandant pas de nombreuses manipulations pour afficher correctement une trace. Le Tekmeter pèse moins d'1 kg, dispose d'un châssis renforcé et de protections latérales en élastomère et est totalement autoranging que ce soit en mode multimètre pour les différentes gammes ou en mode scope pour la base de temps, le déclenchement et l'échelle verticale. L'appareil autorise les mesures en flottant et ce jusqu'à 600 VRMS. Les 5 MHz de bande passante en temps réel grâce à l'échantillonnage de 25 Mch/s sur chaque voie, pour les

modèles 2 voies, permettent par ailleurs de visualiser et de contrôler très correctement les signaux couramment rencontrés dans son domaine d'utilisation.

Utilisation

Il faut bien reconnaître que le Tekmeter ne requiert pas de prise en mains préalable. A la mise sous tension on se trouve en mode multimètre sauf si avant la dernière extinction l'appareil était en position scope. Un simple appui sur la touche Meter-scope fait basculer d'un mode à l'autre. Tout s'effectue automatiquement et l'appareil rappelle son «statut» sur l'écran. Le panneau de commandes, très dépouillé : il y a en tout douze touches y compris le poussoir marche-arrêt, ne peut pas rebuter le technicien

non familiarisé aux scopes numériques.

Toutes les fonctions essentielles sont accessibles par l'appui sur une seule touche de même que les réglages de position.

Les touches placées sous l'écran sont à bascule et correspondent au mode opératoire choisi : meter ou scope. Leur fonction est rappelée en bleu pour le mode multimètre et en jaune pour le mode scope. Toute confusion est ainsi évitée.

Les réglages de niveaux de déclenchement et de placement de curseur s'effectuent directement grâce à la touche cursors/trigger (à bascule) et via les touches de position verticale. Les réglages de position horizontale et verticale et d'échelle, basse de temps et sensibilité, font appel à la touche position/scale et aux mêmes touches fléchées horizontales et verticales. Tout est donc simple et direct pour un usage courant.

Dès lors que l'on souhaite modifier d'autres paramètres : le couplage, la source de déclenchement, la grille du graticule, l'éclairage de l'écran, la mise en mémoire et le rappel de courbes et de set-ups, etc., il faut passer par des menus qui restent toujours très courts. Fait important, l'appel aux menus par pression de la touche menu (on/off) invalide l'affichage courant.

Les choix offerts s'affichent alors et on entre dans l'arborescence par les touches de position de gauche à droite. Il est impossible de se perdre dans un menu car jusqu'au choix ultime l'ensemble de la procédure reste affichée, on peut alors revenir et procéder à d'autres choix par les touches de position puis valider par la touche select. On sort des menus par la touche menu de la même façon qu'on y est entré.

Conception

Pour parvenir à proposer un appareil de faible coût, d'encombrement et de consommation réduits, tout en privilégiant la simplicité d'exploitation, Tektronix a dû innover et intégrer un

Caractéristiques générales

Multimètre (4000 points)

Gammes de tension : auto, 400 mV, 4 V, 40 V, 400 V, 600 Vac/850 VDC
RMS vrai en alternatif.

Précision en tension : DC $\pm 0,5\%$ + 5 digits

AC (RMS) $\pm 2\%$ + 5 digits

Gammes de résistance : 400 Ω , 4 k Ω , 40 k Ω , 400 k Ω , 4 M Ω , 40 M Ω .

Précision en ohmmètre : $\pm 0,5\%$ + 5 digits.

Test de diodes et de continuité.

Oscilloscope

Numérique à affichage LCD : 2 voies pour les THM 560 et 565.

1 voie pour le THM 550.

Bande passante : 0 - 5 MHz.

fréquence d'échantillonnage : 25 Méch./s.

Sensibilité : 5 mV/div. à 500 V/div. $\pm 3\%$.

Profondeur mémoire : 512 points (1 ou 2 courbes).

Modes opératoires : autoranging, manuel, test réseau et test moteur.

Opérations sur les traces : (THM 565) inversion, CH1-CH2, CH1 + CH2.

Mémoire : 10 courbes, 10 configurations, 10 écrans.

Affichage : LCD passif avec concept DSP (dynamic display).

Alimentation : 6 piles alcalines AA pour 4 heures d'autonomie. Pack batterie optionnel (mars).

Sondes : cordons multimètre standard protégées.

regroupé dans le circuit dédié comme en témoigne la figure 1.

Le réseau d'entrée supportant 6000 V devait être exclu de l'ASIC pour des raisons technologiques évidentes. Notons que sur les modèles 2 voies, la structure est totalement parallèle : deux convertisseurs (pas d'échantillonnage alterné) et deux bases temps. Cette façon de procéder, plus lourde, autorise de meilleures performances pour les mesures temporelles.

La gestion d'ensemble est confiée à un microprocesseur mais la mémoire est intégrée à l'ASIC. Il faut signaler à ce propos que les Tekmeters sont reconfigurables par logiciel via l'interface RS 232 située dans la trappe à piles. Il est possible de reconfigurer certains blocs fonctionnels tels le bloc booléen, le bloc mathématique de l'ASIC, indépendamment les uns des autres à l'aide d'une plateforme PC et répondre de la sorte à des besoins spécifiques. Les fonctions de déclenchement, notamment, peuvent être modifiées pour satisfaire à des exigences particulières.

Cette approche autorise une mise en œuvre très rapide de nouvelles fonctionnalités sans remettre en cause la structure matérielle de l'appareil, ce qui permet de répondre rapidement à des besoins nouveaux.

Pour obéir aux contraintes de coût, Tektronix a adopté dans le même ordre d'idée un afficheur LCD passif, de grandes dimensions. Il est évident que la vitesse de rafraîchissement d'écran pouvait en pâtir.

Là encore, Tektronix a trouvé un palliatif dans la technique d'affichage dynamique pour dépasser les limites d'un écran LCD classique qui suffit par ailleurs à l'exploitation en multimètre. Pour obtenir un contraste optimal, le temps de rafraîchissement typique d'un écran à cristaux liquides est de 200 ms. La technique généralement utilisée à cet effet est celle de la double mémoire tampon. Une image (fraction du signal) est numérisée et enregistrée dans la première mémoire tampon, puis affichée à l'écran. Pendant l'affichage de la première image, l'image



L'écran en mode multimètre : tout est affiché y compris les extrêmes.

grand nombre de fonctionnalités au sein d'un ASIC (Application Specific Integrated Circuit).

Hormis les atténuateurs d'entrée, leur circuit de protection et les convertisseurs A/D 8 bits (1 par voie), tout est

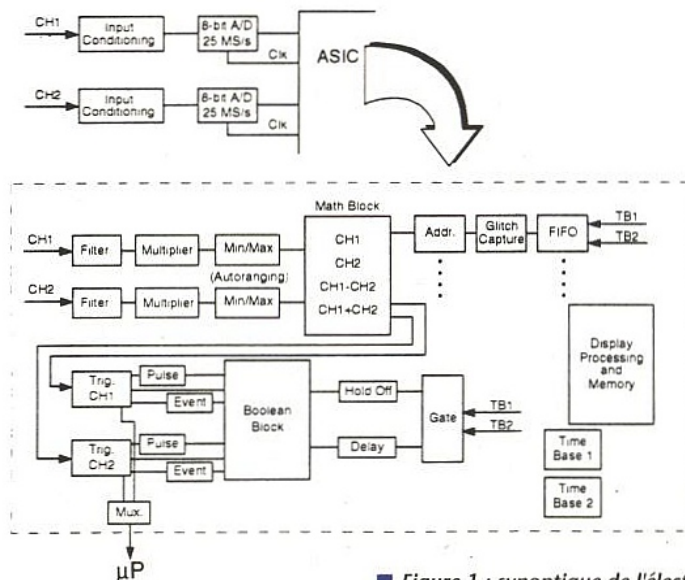


Figure 1 : synoptique de l'électronique.

suivante est enregistrée dans la deuxième mémoire tampon. L'écran est alors mis à jour à partir de la deuxième mémoire tampon. Cette technique d'alternance entre les deux mémoires tampon, ou double mémoire tampon, permet d'enregistrer et d'afficher les images toutes les 200 ms.

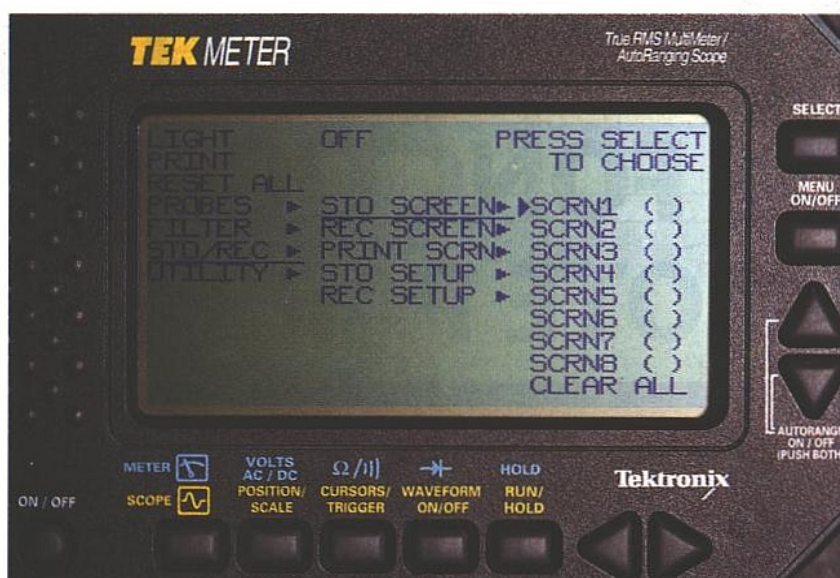
Cette vitesse de rafraîchissement (cinq affichages par seconde), parfaite pour les variations lentes, s'avère tout à fait insuffisante dans de nombreux cas. Avec une limite fixée à 200 ms, de nombreuses informations sont perdues car elles ne sont ni enregistrées, ni affichées. En effet, les modifications interviennent à un rythme supérieur à la durée du cycle d'affichage et une seule image par cycle est enregistrée et affichée.

Pour résoudre ce problème, la technique de l'affichage dynamique DSP associe la double mémoire tampon et un circuit «ou».

La double mémoire tampon associée à l'opérateur OU permet d'enregistrer toutes les images au fur et à mesure. L'image enregistrée est combinée aux images précédemment enregistrées dans la mémoire tampon qui ont déjà subi le même traitement. Ce processus permet de créer un enregistrement cumulé, composé des multiples images superposées. De la sorte toutes les images (B à I en figure 2) sont affichées au cours du cycle de 200 ms. On remarque à la figure 2 que si les modifications du signal sont bien saisies et affichées, il n'y a aucune indication concernant la fréquence ou la vitesse de ces modifications. En d'autres termes, quelles impulsions ont un front descendant stable ou un front descendant affecté de gigue ?

Pour faire apparaître ces informations supplémentaires à l'écran, la technique de l'affichage dynamique DSP utilise l'opération ET pour associer un nombre pseudo-aléatoire à chaque pixel de l'image au moment de son enregistrement.

Ceci permet de déterminer si le pixel doit être allumé ou non, en fonction de la fréquence d'apparition de ce pixel dans l'image. En d'autres termes, les parties stables et sans modification de l'image ont une forte probabilité d'apparition et tous les pixels correspondants sont donc allumés, et pour



L'affichage obtenu lors de l'entrée dans un menu de sélection. Jusqu'au choix définitif, l'arborescence reste affichée.

les parties «instables» on affiche des états intermédiaires.

Si ce problème d'affichage lié aux LCD passifs a été résolu là où cela s'avérait crucial, force est de constater que lors des changements de fonctions notamment, la prise en compte au niveau de l'affichage reste tout de même très lente.

Dernier point important pour un appareil de terrain alimenté sur piles ou batterie : la consommation. Pour chasser au maximum le «gaspi», outre l'emploi de technologies faible consommation, il est possible de programmer aussi bien l'extinction automatique de l'appareil que l'extinction du rétroéclairage qui est gourmand en énergie.

Cela se fait dans le menu «Utility» - «Time outs», avec un choix de 1 à 10 mn par incrément d'une 1 mn. Le timer est «reseté» par l'appui d'une quelconque touche dévoilant une activité.

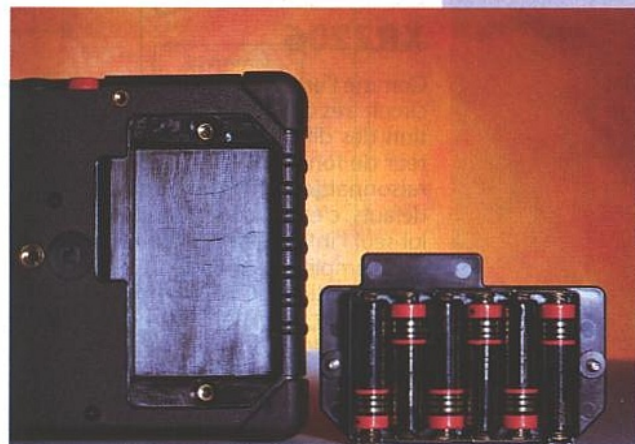
Cela confère au Tekmeter une autonomie de quatre heures avec six piles bâton 1,5 V AA Alcalines, ce qui est très bien mais il est tout de même conseillé pour une exploitation fréquente et intensive d'opter pour le pack batterie optionnel.

CONCLUSION

Le Tekmeter est assurément un appareil bien pensé qui présente les fonctionnalités nécessaires aux domaines d'applications qu'on lui a assigné, sans plus. Il ne faudra pas bien sûr lui demander trop en mode scope, mais il est possible malgré tout d'effectuer du contrôle même sur des signaux vidéo. Sa robustesse, sa légèreté, son ergonomie et ses caractéristiques le désignent comme l'appareil standard de maintenance et de contrôle sur le terrain. De nombreuses options allant de l'étui «mains libres» au pack batteries avec interface RS 232, et un grand choix de sondes de courant sont déjà disponibles ou le seront dans un proche avenir. La reconfiguration par logiciel lui procure une adaptabilité immédiate à des besoins futurs et permettra en ne



Le Tekmeter est doté de cordons multimètre haute sécurité. Cela n'affecte pas les performances dynamiques mais s'avère plus pratique surtout avec la différenciation par couleur.



La trappe à piles extractible après le retrait de deux vis. L'accès à l'interface RS232 se situe à gauche et nécessite un adaptateur optionnel.

changeant qu'une faible partie du matériel de le faire évoluer facilement au plan des performances. Enfin, son coût : 6 000 F HT pour le monovoie, 8900 F HT pour le deux voies - 10 mémoires -, le place en excellente position sur ce segment de marché.

C.D.

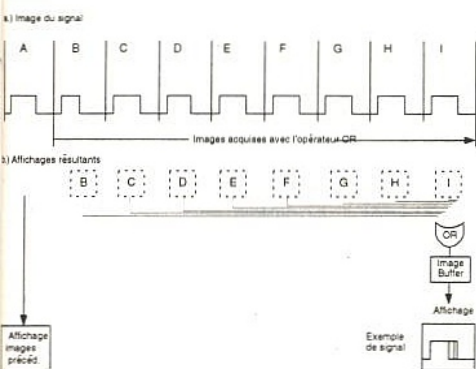
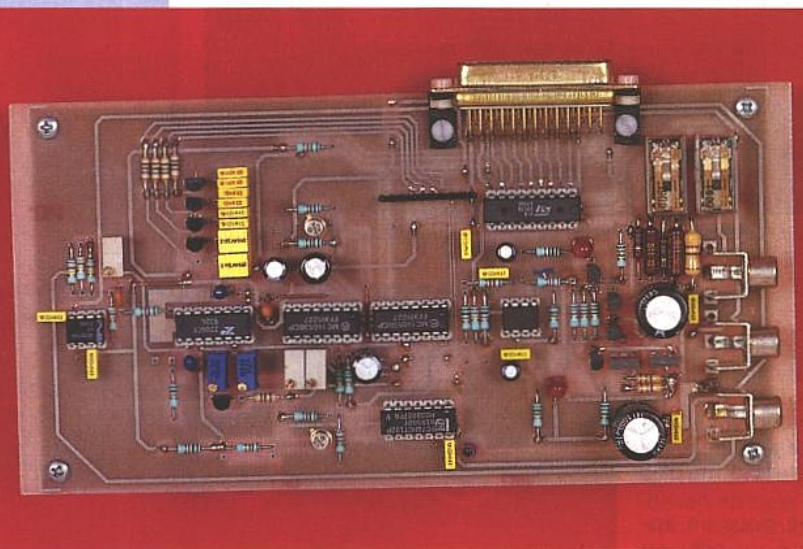


Figure 2 : L'affichage dynamique DSP utilise une double mémoire tampon avec l'opérateur OU afin d'enregistrer et d'afficher des informations qui seraient normalement perdues au cours du cycle d'affichage.

UN GENERATEUR DE FONCTIONS PILOTE PAR PC



En adjonction à la carte multi-fonctions

de ce numéro, nous vous proposons

un GENERATEUR DE FONCTIONS

dont la commande pourra être effectuée

par la carte d'interface, mais sans que

cela soit une obligation. En effet, le

montage décrit dans les colonnes qui

suivent pourra également fonctionner sans l'aide d'un PC, simplement par ajout

d'une petite carte dont la réalisation sera décrite en fin d'article.

Le circuit intégré XR2206

Comme l'on peut s'en douter, ce sera ce circuit très connu qui assurera la génération des différents signaux du générateur de fonctions. D'un prix de revient raisonnable et malgré quelques petits défauts, c'est un composant qui assure à lui seul l'intégralité des fonctions, mis à part l'amplificateur de sortie et certaines commutations. Cela n'empêche nullement la conception d'un générateur simple et de bonnes performances.

Le CI XR2206 est un circuit intégré monolithique ne nécessitant, dans sa configuration la plus simple, qu'un nombre restreint de composants externes de caractéristiques courantes. Il peut fonctionner avec une tension d'alimentation unique de +12V ou avec deux tensions symétriques de +6V et -6V. Le dernier cas peut s'avérer intéressant si l'on désire un niveau DC nul en sortie. Les lignes qui suivent résumeront les fonctions de ses différentes broches.

La broche 1 est l'entrée de modulation en amplitude du circuit. L'application d'une tension continue variable d'environ +2V à +6V permettra de fixer l'amplitude de sortie. Lorsqu'elle n'est pas utilisée, cette patte doit être laissée en l'air.

Les signaux sinusoïdaux et triangulaires sont disponibles à la patte 2. Le passage

entre l'une et l'autre de ces deux formes d'onde s'effectue en intercalant en série entre les broches 13 et 14 une résistance ajustable, qui servira au réglage de la distorsion de la sinusoïde. La symétrie des signaux sera ajustée par le potentiomètre reliant les pattes 15 et 16.

Il existe une différence de niveau de sortie entre le sinus et le triangle; cette différence peut être annulée par ajustage du niveau appliqué sur la broche 3.

Le circuit intégré est alimenté en 4 par une tension de +12V. Il est relié à la masse par sa broche 12.

Le condensateur nécessaire au fonctionnement du XR2206 est connecté aux pattes 5 et 6. Par commutation de différentes capacités, nous disposerons de plusieurs gammes qui permettront de couvrir tout le spectre audio, et même bien au-delà.

Le réglage de la fréquence s'effectue par réglage du courant sortant de la broche 7; sa valeur maximale est de 3mA, valeur à ne pas dépasser sous peine de détérioration du circuit.

En 8 se situe l'entrée de modulation en fréquence. Cette entrée est active si la patte 9 est connectée à la masse. Si elle est laissée en l'air, c'est alors la 7 qui sera opérationnelle.

Une tension de référence est générée en interne par le circuit. Elle est disponible à la broche 10 et a une valeur de +3V.

Sur la broche 11 sont disponibles les signaux carrés. Cette sortie étant un col-

lecteur ouvert, une résistance de rappel est nécessaire.

Ayant terminé cette rapide description, nous allons pouvoir passer à l'examen de notre montage.

LE GENERATEUR DE FONCTIONS

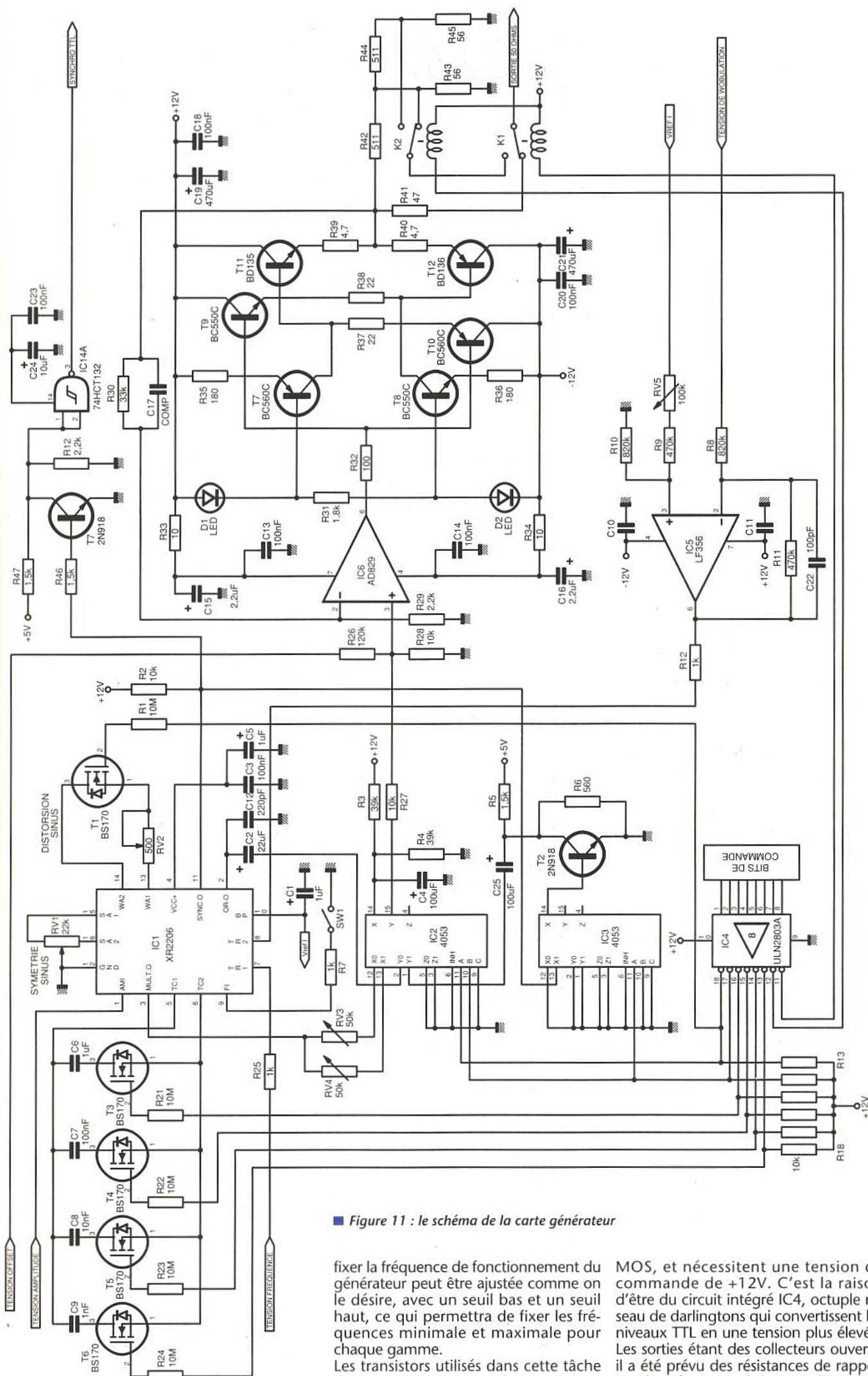
Le schéma de principe est donné en figure 1.

La carte interface multi-fonctions présentée par ailleurs a été conçue pour le pilotage de notre générateur. Nous disposons ainsi de huit bits de commutation et de trois tensions issues de convertisseurs digitaux-analogiques.

Les transistors T1 et T3 à T6 assurent respectivement le choix de la forme du signal de sortie et le passage d'une gamme de fréquence à l'autre. Quatre gammes sont disponibles:

- gamme 1: de 5Hz à 500 Hz
- gamme 2: de 50Hz à 5kHz
- gamme 3: de 500 Hz à 50kHz
- gamme 4: de 5kHz à 200kHz

En réalité, la gamme 4 parvient jusqu'à plus de 400kHz, si l'on admet une légère dégradation du signal triangulaire. Comme on peut le constater, les gammes se recoupent largement, ce qui ne constitue pas à notre avis une quelconque gêne. D'autant plus que la tension issue du convertisseur et servant à



■ Figure 11 : le schéma de la carte générateur

fixer la fréquence de fonctionnement du générateur peut être ajustée comme on le désire, avec un seuil bas et un seuil haut, ce qui permettra de fixer les fréquences minimale et maximale pour chaque gamme. Les transistors utilisés dans cette tâche de commutation sont des transistors

MOS, et nécessitent une tension de commande de +12V. C'est la raison d'être du circuit intégré IC4, octuple réseau de darlington qui convertissent les niveaux TTL en une tension plus élevée. Les sorties étant des collecteurs ouverts, il a été prévu des résistances de rappel. Les données issues de la carte d'interface

verront leur niveau inversé; il faudra donc en tenir compte lors de l'élaboration du logiciel de commande.

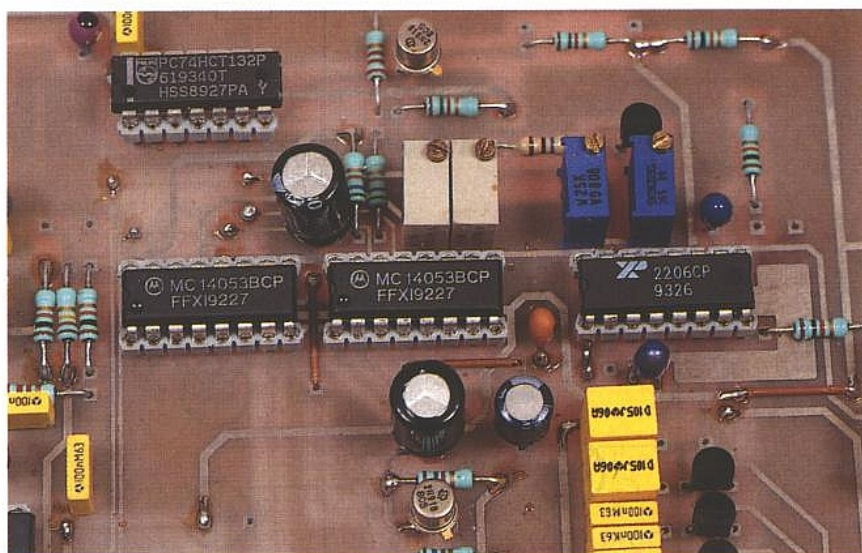
Le CI IC2, un 4052 (contenant trois commutateurs inverseurs analogiques), se charge d'une part de la similitude des niveaux de sortie du sinus et du triangle. Pour cela, et suivant le niveau appliqué sur sa broche 11 (0V ou +12V), il commutue au pont diviseur constitué de R3 et R4, l'une ou l'autre des deux résistances ajustables RV3 et RV4. Par manoeuvre de ces dernières, les amplitudes des deux formes de signaux seront réglées à une même valeur. La ligne commandant ce commutateur, commande également le transistor T1 qui, étant rendu conducteur, met en série entre les broches 13 et 14 de IC1, la résistance ajustable RV2; de ce fait, le XR2206 passe en mode sinus. Le deuxième inverseur utilisé de IC2 se charge du passage du mode sinus-triangle en mode carré. Pour ce faire, ses deux entrées Y0 et Y1 sont reliées respectivement à la sortie de IC1 et au collecteur de T2. L'unique commutateur utilisé de IC3, se charge, lorsque les signaux carrés ne sont pas utilisés, de bloquer le transistor T2. Sans cette précaution, nous aurions observé une dégradation des signaux sinusoïdaux et des signaux triangulaires, due à une interaction des créneaux, présents dans le même boîtier des commutateurs analogiques.

Nous devons expliquer la présence du transistor T2. En effet, le XR2206 génère cette forme de signal (carré). Cependant, nous devons bien reconnaître qu'ils se dégradent très vite avec la montée en fréquence. Ainsi, aux alentours de 100kHz, les créneaux cessent d'être utilisables. Nous avons dû ajouter ce transistor pour remettre le signal en forme. Le type de ce dernier, un 2N918, ne devra d'ailleurs pas être changé. La résistance R6 ajuste le niveau des signaux disponibles sur son collecteur à une valeur sensiblement égale à celle des autres formes de signaux. Le condensateur C25 bloque la tension continue présente en ce point.

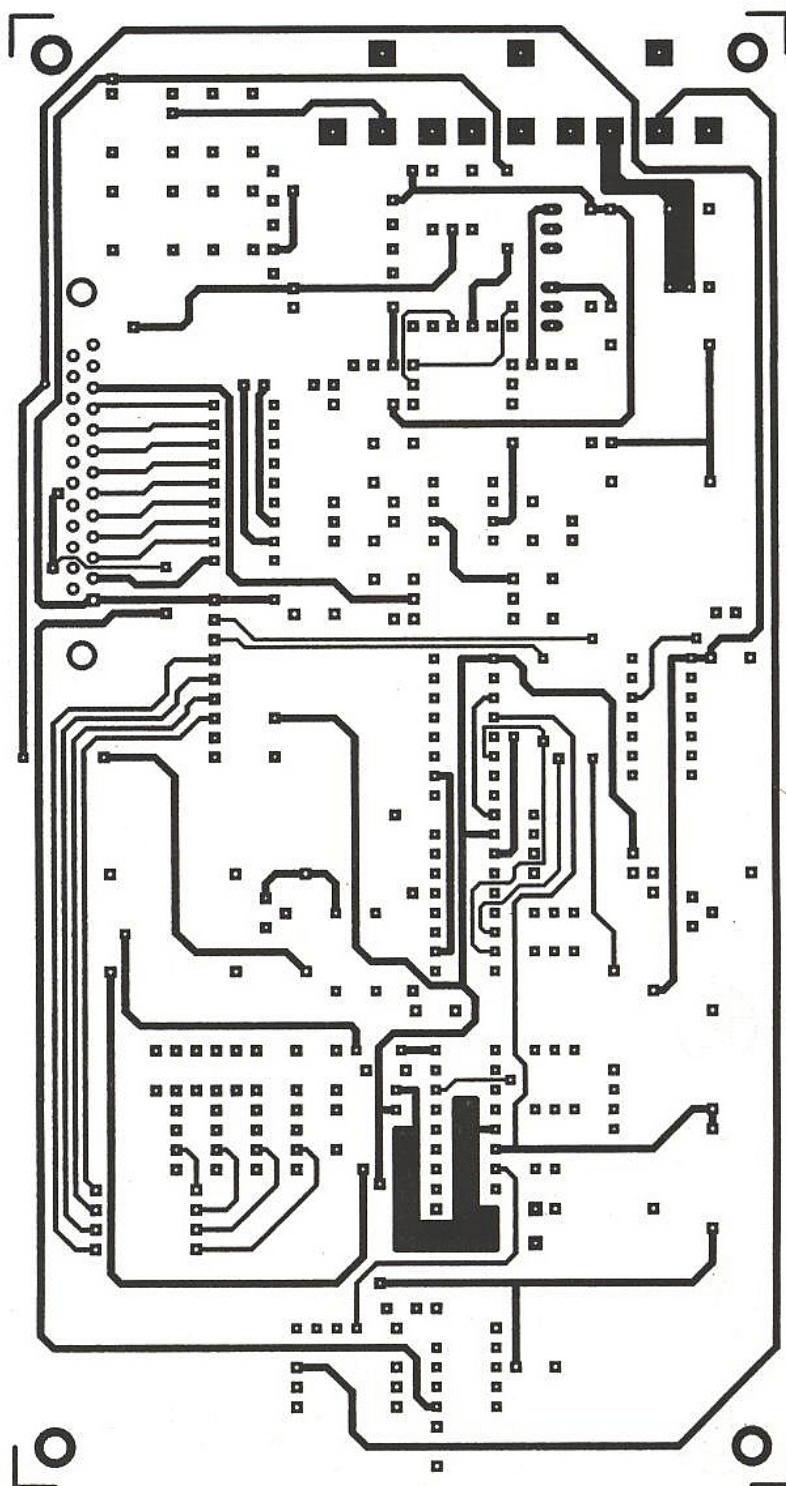
Le transistor T7, également un 2N918, amène à un niveau de +5V ces mêmes créneaux; son collecteur alimente les entrées d'une porte NAND (trigger) contenue dans un boîtier 74HCT132. Ce type HCT ne devra pas être interchangé avec un boîtier de la famille LS, à cause des seuils de transmission. La sortie de cette porte est reliée à un connecteur RCA et constitue la SYNCHRO TTL.

Les signaux sinus et triangles sont prélevés à l'aide du condensateur C2. C12 quant à lui, minimise la distorsion de raccordement de l'onde sinusoïdale, ce défaut étant inhérent au XR2206. L'ajout de ce condensateur amène malheureusement un autre défaut: aux fréquences élevées, il arrondit les pointes des signaux triangulaires. C'est pourquoi sa valeur doit être choisie ni trop faible, ni trop forte: une valeur comprise entre 150pF et 220pF semble être un bon compromis.

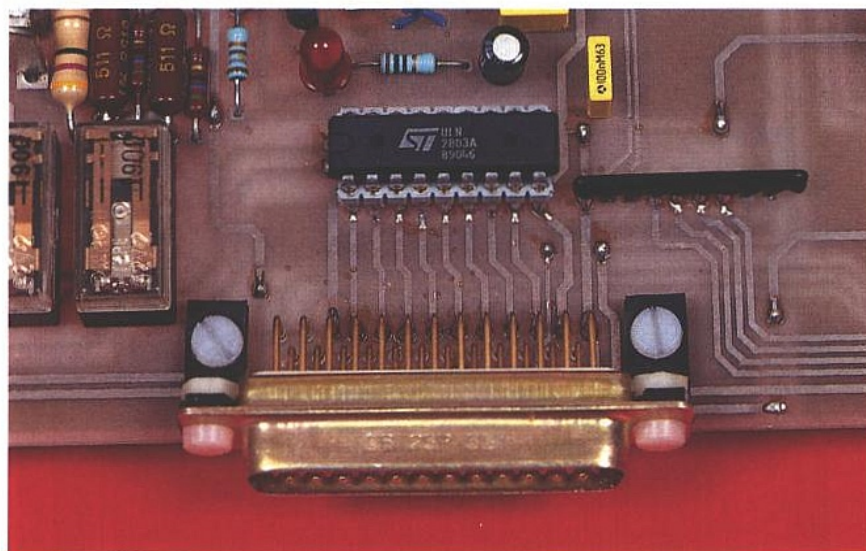
La broche 15 de IC2, où sont prélevés les signaux de sortie du XR2206 pour être amplifiés avant utilisation, est reliée via la résistance R27 à l'entrée de l'étage amplificateur. Au même point, et par la ré-



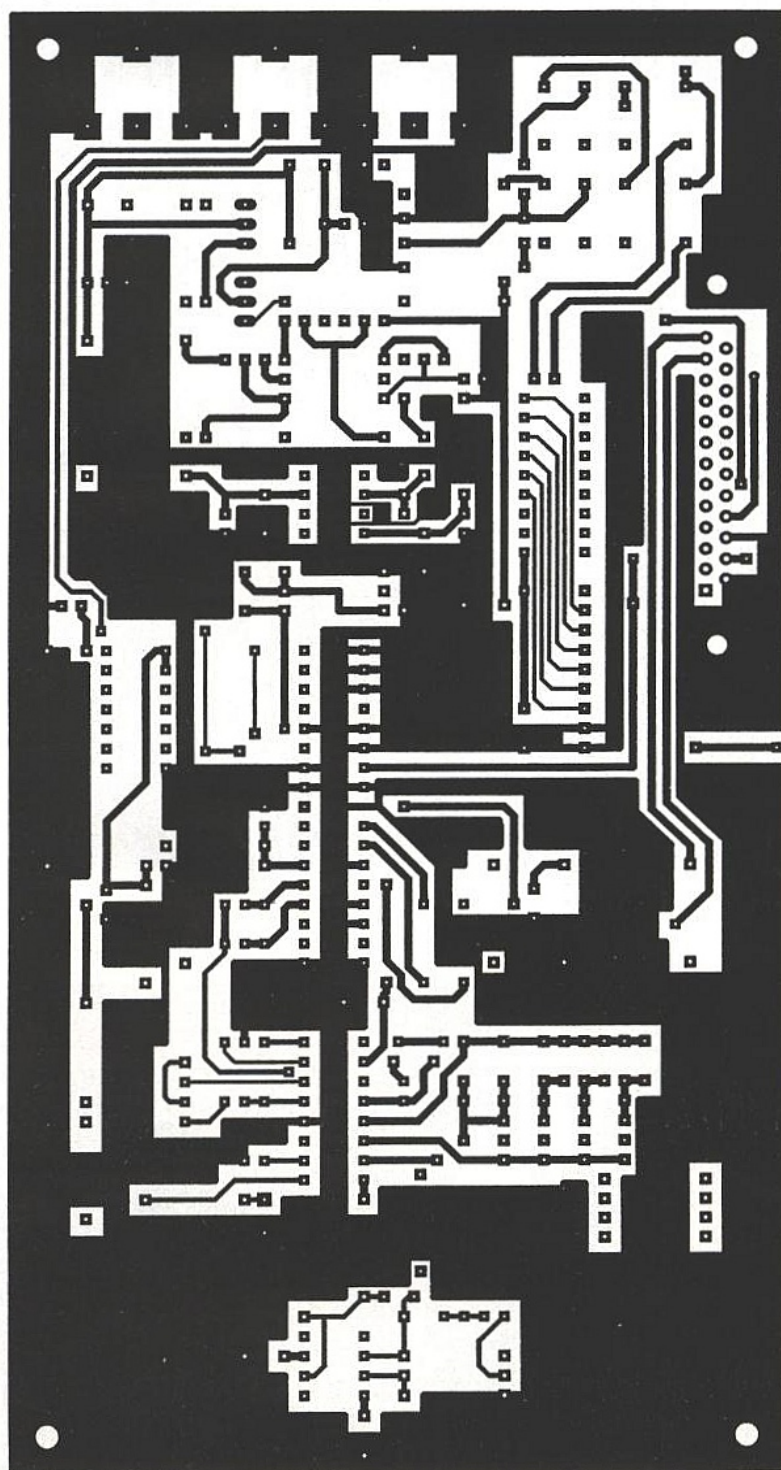
■ Le cœur du générateur est un XR2206.



■ Figure 2 : la carte des composants.



■ Le connecteur d'entrée de commandes.



■ Figure 3 : le côté cuivre.

sistance R26, est appliquée une tension bipolaire pouvant varier, suivant le réglage du convertisseur, de -5V à +5V. Ceci permettra le réglage de la tension d'offset en sortie de l'amplificateur. Ce dernier, comme on peut le constater sur la figure 1, malgré un schéma apparemment simple, fonctionne à merveille. L'amplificateur opérationnel utilisé y est pour beaucoup, et ne devra pas être remplacé par un autre type si l'on souhaite conserver une bande supérieure à 4 MHz. C'est un AOP fabriqué par ANALOG DEVICES: amplificateur vidéo rapide et à faible bruit ($2\text{nV}/\sqrt{\text{Hz}}$), d'une bande passante de 120MHz (à gain unitaire), $230\text{V}/\mu\text{s}$ de slew-rate. Nous avons essayé d'autres types de composants, comme les AD818 et AD849, mais avec des résultats moins bons. C'est pourquoi nous insistons pour que nos lecteurs respectent le type d'amplificateur préconisé.

IC6 est alimenté par une tension symétrique de +12V et -12V. Ses deux lignes d'alimentation lui parviennent après être passées dans des cellules de filtrage constituées des résistances R33 et R34 et des condensateurs C13, C14, C15 et C16. Les résistances R29 et R30 fixent le gain de l'amplificateur. Le circuit formé des diodes D1 et D2, R31, T8, T9, R35 et R36, fixe le courant de repos de l'étage suivant.

Le signal amplifié est disponible sur les émetteurs des transistors de puissance T11 et T12. C'est également en ce point qu'est connectée la résistance de contre-réaction R30. Connectée en parallèle sur cette dernière, nous trouvons la capacité de compensation C17. A ce propos, une valeur très faible ayant été nécessaire sur notre maquette grâce aux caractéristiques de l'AD829, nous avons simplement soudé deux morceaux de fil rigide d'environ 2 centimètres de longueur, et isolés bien entendu; pour le réglage, il suffira de plus ou moins les torsader ensemble. Avec des AOP moins rapides qui peuvent malgré tout être utilisés, C17 peut avoir une valeur significativement supérieure. Revenons à la sortie. Une résistance de 47 ohms, R41, fixe l'impédance de sortie à environ 50 ohms. De plus, elle protège les transistors finaux contre un éventuel court-circuit en sortie, limitant le courant à environ 200mA. Nous trouvons enfin le circuit atténuateur constitué des résistances R42 à R45. Leur valeur est calculée de telle sorte que l'impédance de sortie, vue de l'extérieur, soit toujours égale à environ 50 ohms. Ces deux atténuateurs proposent chacun une division par 10. Etant mis en série, nous aurons en sortie du deuxième une division du signal par 100. La commutation de ces divisions par 1, 10 ou 100 est assurée par deux relais, alimentés par deux des amplificateurs de IC4. Une diode de protection sur chaque bobine n'a pas été nécessaire, le ULN2803A les possédant en interne.

Un dernier point reste à voir: l'entrée de wobulation externe. C'est IC5 qui s'en charge. Pour pouvoir utiliser l'entrée de wobulation du XR2206 (broche 8), il est nécessaire de commuter à la masse sa patte 9. Un commutateur externe sera donc nécessaire. La tension de wobulation, devant varier entre 0V et environ +5V, sera appliquée sur l'entrée inver-

seuse de l'AOP, qui d'autre part reçoit sur son entrée non inverseuse, une tension de +3V issue du XR2206. Cette tension étant la référence interne de ce dernier, elle est très stable. La résistance ajustable RV5 servira au réglage de la plage de fréquence, c'est à dire qu'elle fixera le seuil minimum et maximum de la tension appliquée à IC1.

LA REALISATION DE LA CARTE.

Le dessin du circuit imprimé est donné aux **figures 2 et 3**, respectivement pour le recto et pour le verso de la carte. Sa réalisation ne présente pas de difficultés majeures surtout si la méthode photographique est employée. Le CI présente sur son verso une grande surface de masse, nécessaire à un fonctionnement sans problèmes du générateur. Si pour une raison ou pour une autre le circuit devait être redessiné (ce que nous ne conseillons pas), il faudrait en tenir compte. Pour l'implantation, vous vous reporterez à la **figure 4**.

Le câblage comporte trois straps qu'il ne faudra pas oublier de placer avant toute chose. Les composants utilisés sont tous très courants. Toutes les résistances seront des modèles multitours, ce qui facilitera grandement les réglages. Les résistances de l'atténuateur seront choisies avec une tolérance de 1%. Le type des transistors employés pour l'amplificateur devra être respecté.

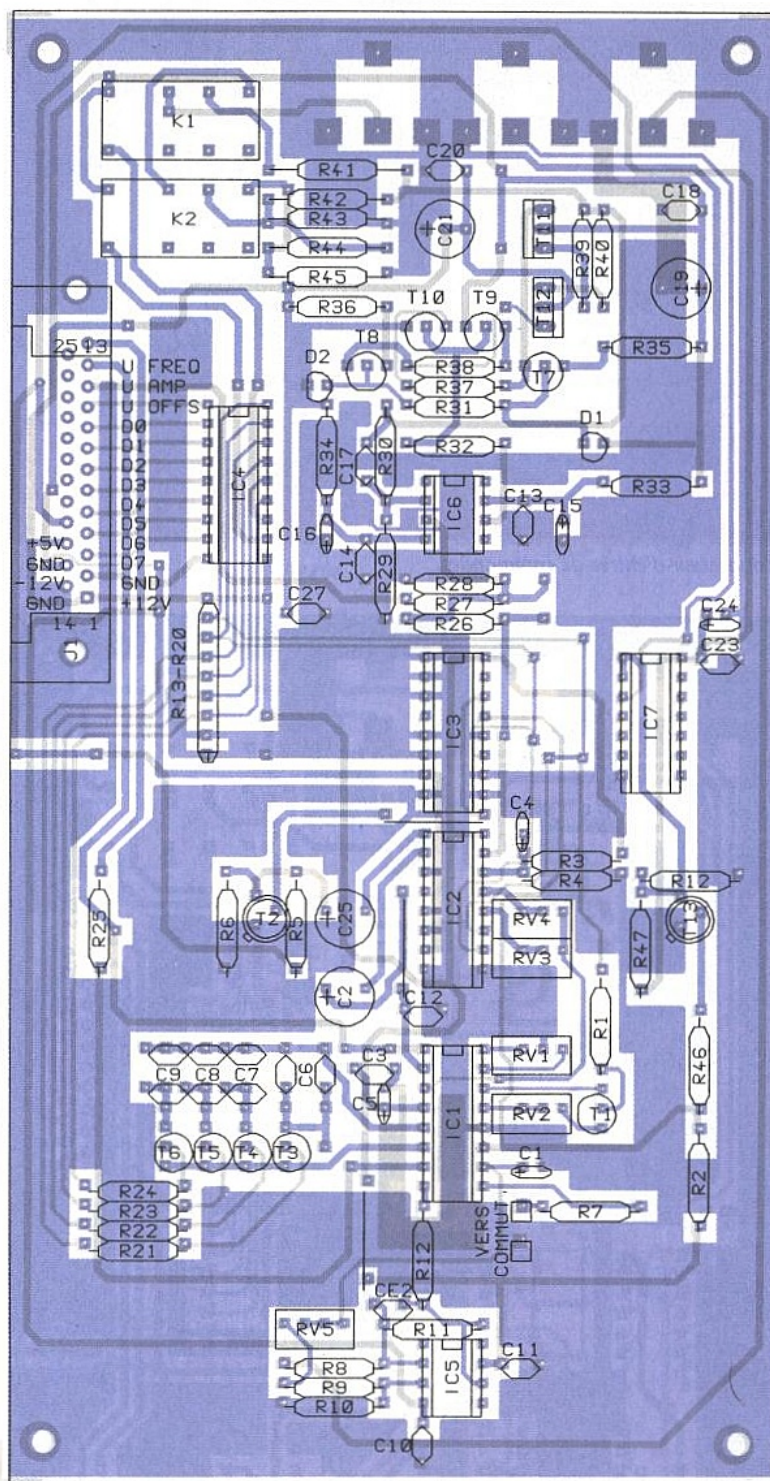
LES REGLAGES

Pour les effectuer, il semble évidemment plus pratique de ne pas connecter le générateur à la carte d'interface, mais d'utiliser des inverseurs en lieu et place des bits de données, ainsi que des alimentations externes à la place des convertisseurs. On pourra ainsi installer le montage sur le plan de travail, à proximité de l'oscilloscope et du fer à souder.

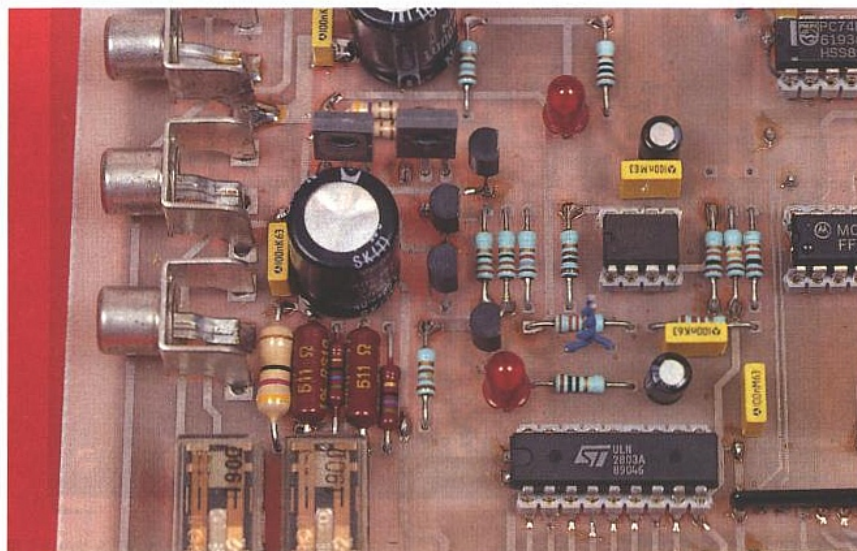
Une fois le montage mis sous tension, vérifiez la présence, par commutation des interrupteurs, des trois formes d'onde, ainsi que le bon fonctionnement du passage d'une gamme de fréquence à l'autre. Vérifiez également les créneaux en prélevant le signal à l'aide de la sonde, à la sortie SYNCHRO TTL. Si tout est correct, passez en mode sinus et en gamme 1, c'est à dire la gamme de fréquences les plus basses. Agissez sur la résistance ajustable RV2 pour régler la distorsion de cette forme d'onde. Ajustez ensuite RV1 pour symétriser les signaux.

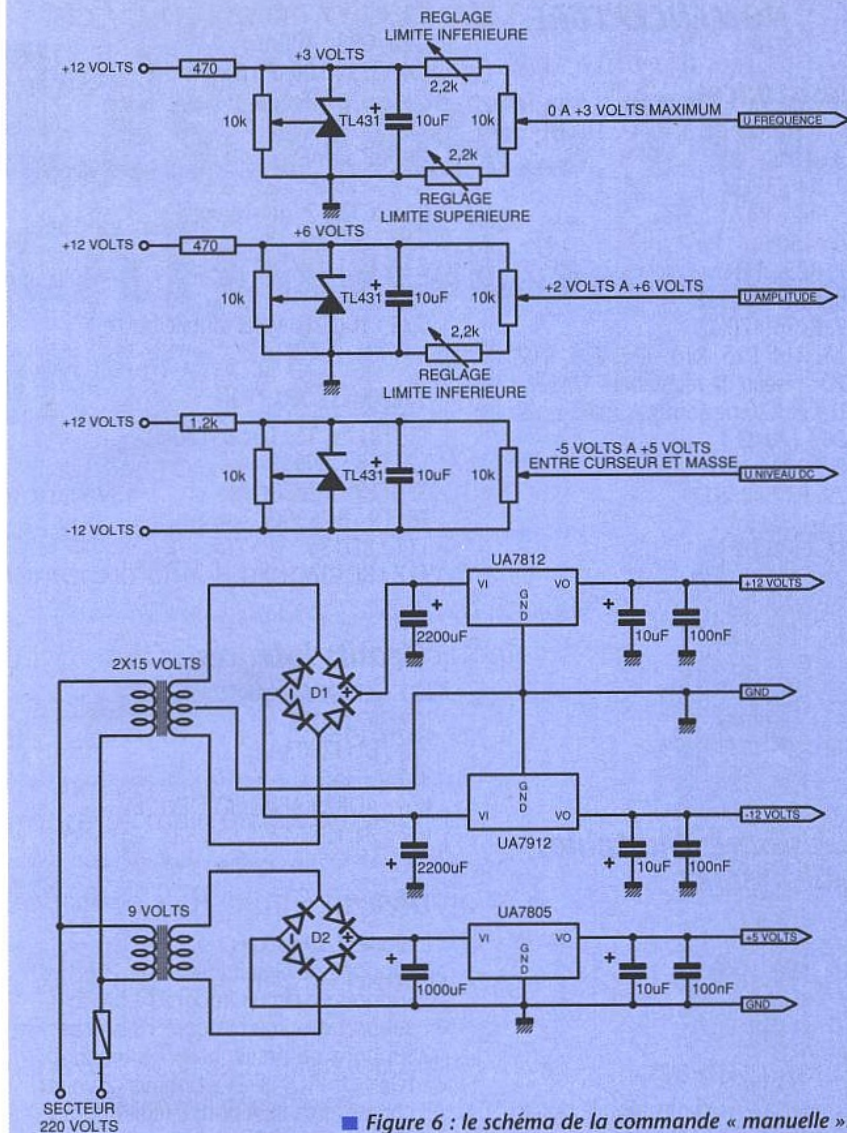
Passez ensuite en mode triangle. Vous devriez apercevoir une différence importante de l'amplitude des signaux avec la forme précédente. En ajustant RV3 pour l'onde triangulaire, et RV4 pour l'onde sinusoïdale, amenez ces signaux à la même amplitude, soit environ 10V, mesurés à la sortie de l'amplificateur.

Le bon fonctionnement étant constaté, vous pourrez passer au dernier réglage: celui du condensateur de compensation de l'AOP IC6. Pour ce faire, commutez en mode carré, et à la fréquence la plus élevée. Les créneaux doivent présenter

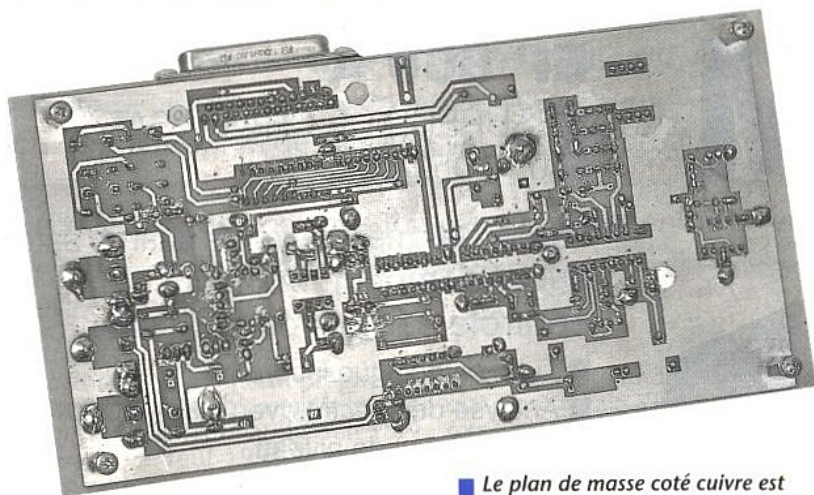


■ Figure 4 : L'implantation.

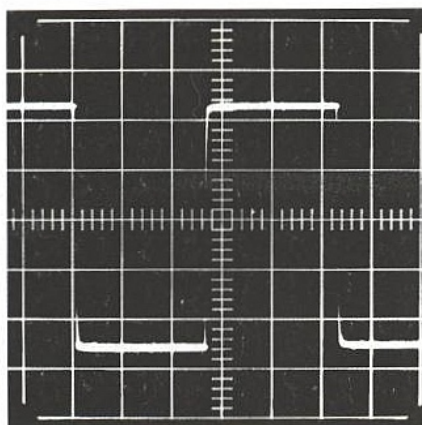




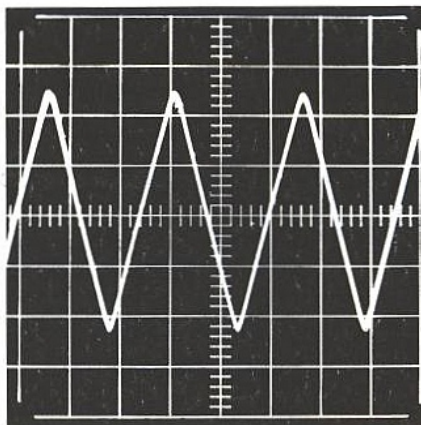
■ Figure 6 : le schéma de la commande « manuelle ».



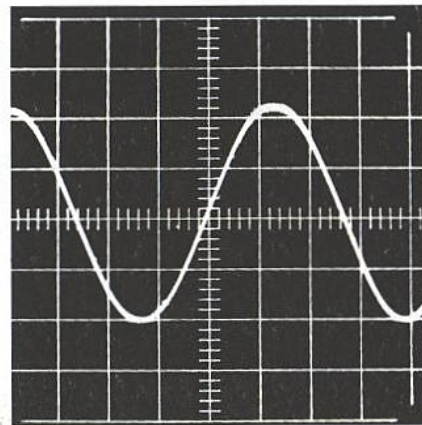
■ Le plan de masse coté cuivre est important.



■ Figure 5.1 : carré à 100 kHz-2V.



■ Figure 5.2 : triangle à 100 kHz-2V.



■ Figure 5.3 : sinus 100 kHz-2V.

un petit défaut. Par ajustage de C17, ce défaut doit s'estomper et pratiquement disparaître.

Pour ce qui est de l'amplificateur de sortie vous pouvez effectuer trois mesures pour vérifier que tout est conforme: le courant traversant les résistances R35, R36, R37 et R38 doit avoisiner les 4mA; celui traversant R31 doit approcher les 10mA. Cela impose environ 20 mA de courant de repos en T11, T12.

Les figures 5-1 à 5-5 donnent une idée des signaux obtenus. Les clichés 5-1 à 5-3 ont été pris à une fréquence de 100kHz, la déviation verticale étant de 2V par division. Les deux derniers représentent les formes carrées et triangulaires à une fréquence de 400kHz, et toujours avec une déviation verticale de 2V par division. On peut constater que pour le carré, le signal commence à se déformer. Quant au triangle, ses pointes présentent un arrondi dû en grande partie au condensateur C12.

UN GENERATEUR INDEPENDANT.

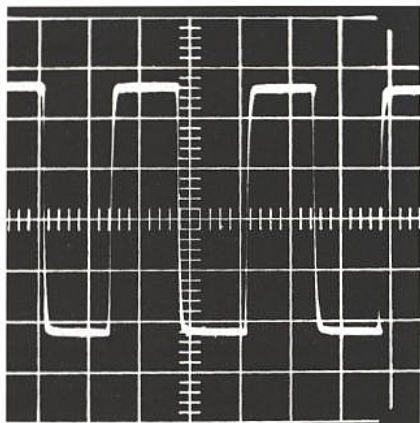
Comme nous l'avons écrit au début de cet article, notre carte peut être utilisée seule, sans l'aide d'un PC, au prix d'un circuit supplémentaire relativement simple. Le schéma de principe en est donné à la figure 6. Nous ne proposerons pas de circuit imprimé pour ce montage simple.

Les différents régulateurs de tension fournissent les +5V, +12V et -12V de l'alimentation des circuits. Les tensions nécessaires aux réglages de la fréquence, de l'amplitude et du niveau DC en sortie, sont générées par des diodes zener ajustables. Ces dernières fournissent une tension très stable, ce qui est obligatoire pour le bon fonctionnement du générateur.

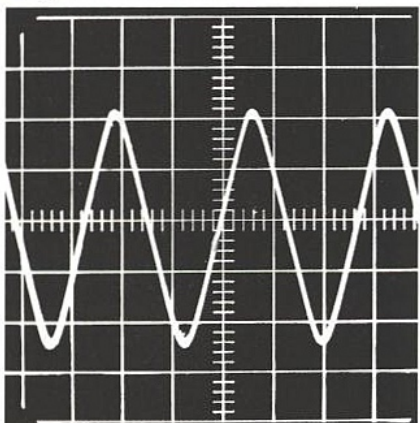
Les commutations seront effectuées au choix: soit par des inverseurs, soit par des commutateurs rotatifs. Dans ce dernier cas il en faudra trois: un pour les gammes de fréquence, un pour les formes d'onde et un dernier pour l'atténuateur de sortie.

Le transformateur employé pour l'alimentation sera de préférence un modèle toroïdal pour éliminer toute induction de 50Hz dans le circuit.

Pour les réglages, vous pourrez vous reporter au paragraphe précédent. Le



■ Figure 5.4 : carré à 400 kHz.



■ Figure 5.5 : triangle à 400 kHz.

montage une fois terminé sera installé avec la platine du générateur dans un coffret métallique.

P. OGUIC

NOMENCLATURE.

Résistances.

R1, R21, R22, R23, R24 : 10M Ω
R2 : 10k Ω
R3, R4 : 39k Ω
R5, R46, R47 : 1,5k Ω
R6 : 560 Ω
R7, R25 : 1k Ω
R8, R10 : 820k Ω
R9, R11 : 470k Ω
R13, R14, R15, R16, R17, R18, R19,
R20 : réseau de résistances 10k Ω
(R19 et R20 ne sont pas utilisées)
R26 : 120k Ω
R27, R28 : 10k Ω
R29, R12 : 2,2k Ω
R30 : 33k Ω
R31 : 1,8k Ω
R32 : 100 Ω
R33, R34 : 10 Ω
R35, R36 : 180 Ω
R37, R38 : 22 Ω
R39, R40 : 4,7 ohms
R41 : 47 ohms 1 W
R42, R44 : 511 Ω 1%
R43, R45 : 56 Ω 1%

Résistances ajustables multi-tours.

RV1 : 22k Ω
RV2 : 500 Ω
RV3, RV4 : 50k Ω
RV5 : 100k Ω

Condensateurs.

C1, C5 : 1 μ F 16 volts tantale boule
C2 : 22 μ F 16 volts

C3, C7, C7, C10, C11, C13, C14, C18,
C20, C23 : 100nF
C4, C25 : 100 μ F 16 volts
C6, C6' : 1 μ F
C8, C8' : 10nF
C9, C9' : 1nF
C12 : 220pF
C15, C16 : 2,2 μ F 16 volts
C17 : voir texte
C19, C21 : 470 μ F 16 volts
C22 : 100pF
C24 : 10 μ F 16 volts tantale boule

Transistors.

T1, T3, T4, T5, T6 : BS170
T2, T13 : 2N918
T7, T10 : BC560C
T8, T9 : BC550C
T11 : BD135
T12 : BD136

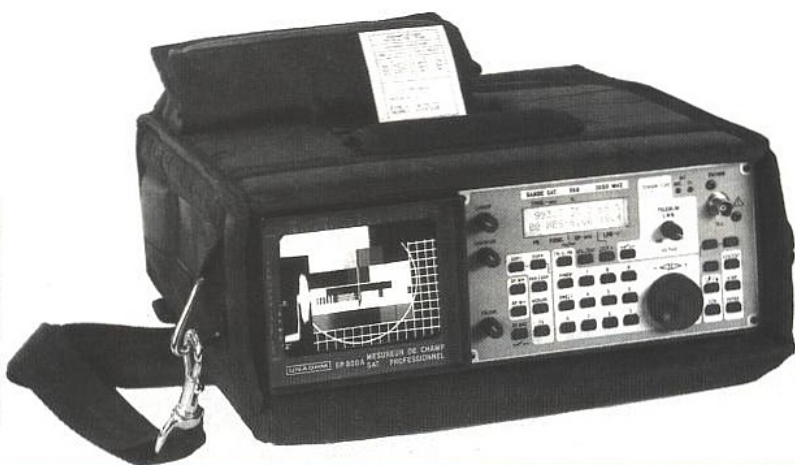
Circuits intégrés.

IC1 : XR2206 EXAR
IC2 : IC3 4053
IC4 : ULN2803A
IC5 : LF356
IC6 : AD829 ANALOG DEVICES
IC7 : 74HCT132

Divers.

2 diodes LED rouges
3 supports de circuit intégré 16 broches
1 support de circuit intégré 14 broches
1 support de circuit intégré 18 broches
2 supports de circuit intégré 8 broches
2 relais OMRON G2V2 bobine 12 volts
3 connecteurs RCA pour circuit imprimé
1 connecteur DB25 mâle

UNAOHM



EP 800 A

MESUREUR DE CHAMP SAT
950 - 2050 MHz

Le top des mesureurs de champ satellite,
super compact, multifonctions,
contrôlé par microprocesseur.

- Tube cathodique incorporé.
- Analyse de spectre avec marqueur de fréquence et de niveau.
- Mesure du niveau automatique et manuel.
- Mémoires de 100 programmes.
- Table des canaux usuels incorporés.
- Imprimante incorporée.
- Affichage simultané niveau, image, synchro.
- Mesure de C/N
- Décodeur D2MAC optionnel.
- Prise RS 232 pour liaison avec PC.
- Téléalimentation de 3 à 19 V 350 mA.
- Commande de polarotor $\pm$ 60mA.
- Alimentation générale secteur ou batterie.

1435.5 16 3 73 %
00 PAN~6.58 2.7

UNAOHM EP800A SATELLITE FSR			
NUMERO PROGRAMME			
PR	FREQ	CH	DELU
1	1000	1	1
2	1000	2	2
3	1000	3	3
4	1000	4	4
5	1000	5	5
6	1000	6	6
7	1000	7	7
8	1000	8	8
9	1000	9	9
10	1000	10	10
11	1000	11	11
12	1000	12	12
13	1000	13	13
14	1000	14	14
15	1000	15	15
16	1000	16	16
17	1000	17	17
18	1000	18	18
19	1000	19	19
20	1000	20	20
21	1000	21	21
22	1000	22	22
23	1000	23	23
24	1000	24	24
25	1000	25	25
26	1000	26	26
27	1000	27	27
28	1000	28	28
29	1000	29	29
30	1000	30	30
31	1000	31	31
32	1000	32	32
33	1000	33	33
34	1000	34	34
35	1000	35	35
36	1000	36	36
37	1000	37	37
38	1000	38	38
39	1000	39	39
40	1000	40	40
41	1000	41	41
42	1000	42	42
43	1000	43	43
44	1000	44	44
45	1000	45	45
46	1000	46	46
47	1000	47	47
48	1000	48	48
49	1000	49	49
50	1000	50	50
51	1000	51	51
52	1000	52	52
53	1000	53	53
54	1000	54	54
55	1000	55	55
56	1000	56	56
57	1000	57	57
58	1000	58	58
59	1000	59	59
60	1000	60	60
61	1000	61	61
62	1000	62	62
63	1000	63	63
64	1000	64	64
65	1000	65	65
66	1000	66	66
67	1000	67	67
68	1000	68	68
69	1000	69	69
70	1000	70	70
71	1000	71	71
72	1000	72	72
73	1000	73	73
74	1000	74	74
75	1000	75	75
76	1000	76	76
77	1000	77	77
78	1000	78	78
79	1000	79	79
80	1000	80	80
81	1000	81	81
82	1000	82	82
83	1000	83	83
84	1000	84	84
85	1000	85	85
86	1000	86	86
87	1000	87	87
88	1000	88	88
89	1000	89	89
90	1000	90	90
91	1000	91	91
92	1000	92	92
93	1000	93	93
94	1000	94	94
95	1000	95	95
96	1000	96	96
97	1000	97	97
98	1000	98	98
99	1000	99	99
100	1000	100	100

SYNTHES
INSTRUMENTS



UNAOHM
FRANCE

LES TUBES TVC À CATHODES IMPRÉGNÉES

Nous avons vu dans le précédent

numéro d'ERP, à propos du Centre

Philips de Dreux*, que la technologie

des tubes TVC, non seulement

progresses mais qu'en outre cette

croissance s'effectue à un rythme sans

cesse accru. Une des technologies qui

vient de mettre en exergue cette

assertion réside dans la mise sur le

marché de tubes dotés de nouvelles méthodes, les cathodes-I, caractérisées à la

fois par une durée de vie doublée par rapport aux cathodes à oxydes qui les ont

précédées, avec une émission électronique sensiblement constante pendant

toute cette durée.

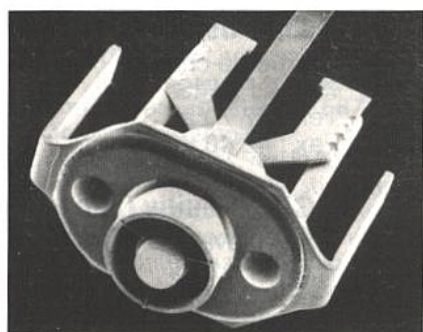
Les cathodes I - I pour imprégnées - sont apparues pour la première fois sur les tubes TVC au format d'écran 16/9 présentés en août 1991, à l'état de prototypes, lors de la Funkausstellung (Salon International de la Radio et de la Télévision de Berlin). On conçoit qu'une partie de la R&D de Philips ait été orientée vers la constance du pouvoir émissif des cathodes et leur longé-

vité compte tenu de l'investissement que représentait, à l'époque, et pour le particulier, l'achat d'un TVC au format 16/9 ; les choses ont depuis évolué dans le bon sens puisque l'on trouve aujourd'hui sur le marché des TVC 16/9 à un prix qui est sensiblement de l'ordre de celui des TVC 4/3 haut de gamme.

LES CATHODES À OXYDES

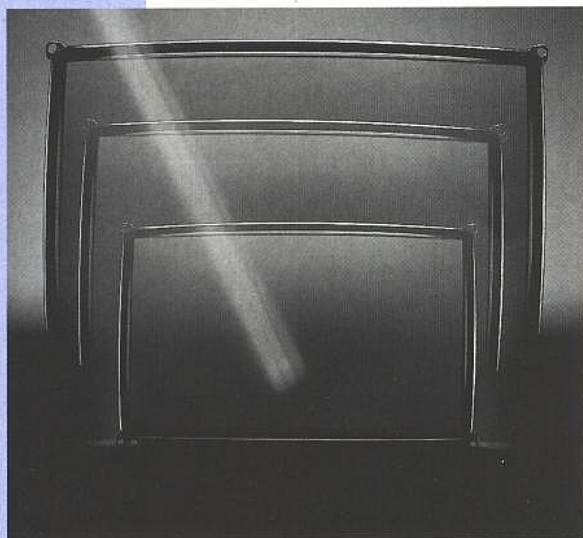
Elles sont constituées par un manchon de nickel entourant le filament de chauffage, consistant en un mince fil spiralé et plié, recouvert d'une couche isolante en matière réfractaire. A la surface de ce manchon, une mince épaisseur (20 à 80 μm) d'oxydes de métaux alcalino-terreux (carbonates de baryum BaCO_3 et de strontium SrCO_3) est déposée. Après le montage complet

du tube, avec les cathodes ainsi préparées, a lieu l'activation de ces dernières, conjointement avec le pompage et le chauffage à haute température. Le chauffage s'effectue par courants de Foucault H.F. induits dans toutes les parties métalliques à l'aide d'une inductance concentrique au tube. Simultanément, on fait passer un courant dans le filament du tube pour porter les cathodes aux environs de 1 000 $^{\circ}\text{C}$; à cette température, les carbonates se décomposent en oxydes métalliques et en gaz carbonique ; les premiers restent sur les cathodes alors que le gaz carbonique est éliminé par pompage, opération qui se termine par le scellement du tube. Toutefois, l'émission électronique n'est pas encore optimale parce qu'elle n'est pas répartie de façon optimale sur toute la surface des cathodes. Il convient donc de parachever l'activation après le scellement. Pour ce faire, on porte les cathodes à



■ Vue agrandie d'une cathode I.





Les tubes cathodiques 16/9 sont déjà équipés de cathodes imprégnées (photo ci-dessus) de même que le 29 pouces 4/3 «Super Flat» et, prochainement, le 25 pouces 4/3 de cette gamme SF.

une température plus élevée par augmentation de la tension aux bornes du filament (une fois et demie à deux fois la valeur nominale) alors que les autres électrodes portées à un potentiel positif par rapport aux cathodes, attirent les électrons émis, ce qui se traduit par une émission s'améliorant progressivement au cours de cette phase. Enfin, on termine en chauffant à une température supérieure à la normale, l'émission étant à présent réduite puisque la grille de commande est désormais mise à un potentiel nul.

En cours d'utilisation dans un TVC, les tubes cathodiques équipés de cathodes conventionnelles bénéficient initialement d'un pouvoir émissif élevé mais qui diminue graduellement au fil des heures de fonctionnement. La raison en est l'appauvrissement progressif de la couche superficielle d'oxyde de baryum ; cette chute du pouvoir émissif peut être accélérée par la présence de traces d'agents réducteurs (tels des alliages au magnésium ou au tungstène) utilisés pour transformer l'oxyde de baryum en baryum pur et qui, peu à peu, constituent une barrière aux électrons à la surface des cathodes.

LES CATHODES-I

La figure 1 fait état d'une coupe longitudinale d'une cathode-I, dont le principe était connu depuis déjà plusieurs années. Contrairement aux cathodes à oxydes, la cathode-I est disposée sur une pastille de tungstène poreux solidaire d'un support. Elle est imprégnée d'un amalgame d'oxydes de baryum, d'aluminium et de calcium, lesquels réagissent ensemble avec le tungstène pour créer du baryum pur ; ce dernier gagne de manière permanente la surface extérieure de la cathode qui se trouve, de ce fait, constamment régénérée en éléments émissifs. Ainsi, la densité de baryum sur cette surface est quasiment maintenue constante et le pouvoir émissif des cathodes de ce type pratiquement maintenu constant tout au long de la durée de vie de la cathode, durée qui dépasse les trente mille heures, soit près du double, en longévité, qu'une cathode à oxydes. La figure 2 établit une comparaison entre une cathode à oxydes conventionnelle, une cathode-I standard et une cathode-I améliorée par une très mince couche d'osmium (0,5 μm) déposée par pulvérisation cathodique («sputtering») qui réduit le travail d'extraction des électrons de la cathode et qui permet d'aboutir à une valeur double de la densité de courant avec 10 A/cm^2 . C'est ce type de cathodes qui est utilisé sur les tubes 16/9 Philips de la gamme 80 FS et qui l'est désormais sur les 29 AX - et qui le seront sur les 25 AX ultérieurement -, ces derniers au format 4/3.

La figure 3 montre un comparatif entre le courant d'une cathode à oxydes et celui d'une cathode-I. Il apparaît que la cathode à oxydes, avec une densité de courant de 10 A/cm^2 , ne tiendra pas cette cadence plus de quelques minutes, mais que surtout, et c'est ce qui apparaît comme le plus important, c'est que l'émission d'une cathode-I permet de parvenir à une émission électronique plus constante, même après des milliers et des milliers d'heures de fonctionnement. Ce qui signifie aussi que la qualité des images restituées demeurera égale pendant

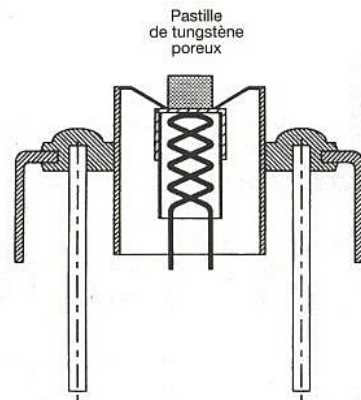


Figure 1: la cathode-I se compose d'une pastille de tungstène poreux imprégnée d'oxydes de baryum, d'aluminium et de calcium.

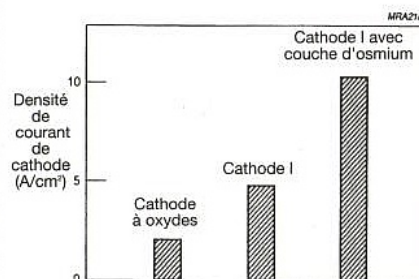


Figure 2: comparaison entre le pouvoir émissif de différentes cathodes.

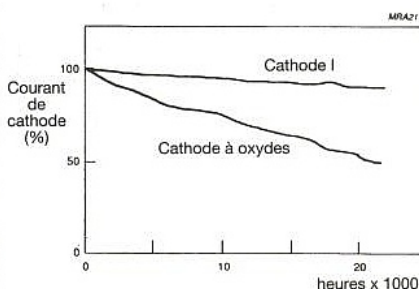


Figure 3: évolutions dans le temps du pouvoir émissif d'une cathode-I et d'une cathode à oxydes conventionnelle.

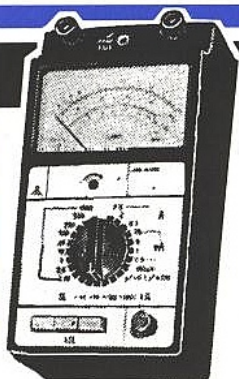
toute la vie du récepteur TV, ce qui constitue un facteur primordial à prendre en considération.

Charles PANNEL

(*) «Les tubes cathoscopes Philips à Dreux», *Electronique Radio Plans*, n° 553, décembre 1993, p. 75.

GARANTIE 1 AN

99 F/TTC



ROBUSTESSE GARANTIE

MULTIMETRE 4315 AVEC EN PLUS CAPACIMETRE, DECIBELMETRE EN LECTURE DIRECTE et 42 fonctions en Voltmètre CC / CA - Ampèremètre CC/CA et ohmètre livré en mallette métallique hermétique.



En vente chez : (forfait de port 35 F)

ACER Composants

42, rue de Chabrol
75010 PARIS
Tél. : 47 70 28 31
Fax : 42 46 86 29

ACER Reuilly Composants

79, boulevard Diderot
75012 PARIS
Tél. : 43 72 70 17
Fax : 42 46 86 29

LES MICROCONTROLEURS PIC 16CXX DE MICROCHIP (3)

Nous abordons aujourd'hui la dernière

ligne droite avant les premières

applications pratiques de nos

microcontrôleurs PIC 16CXX avec la

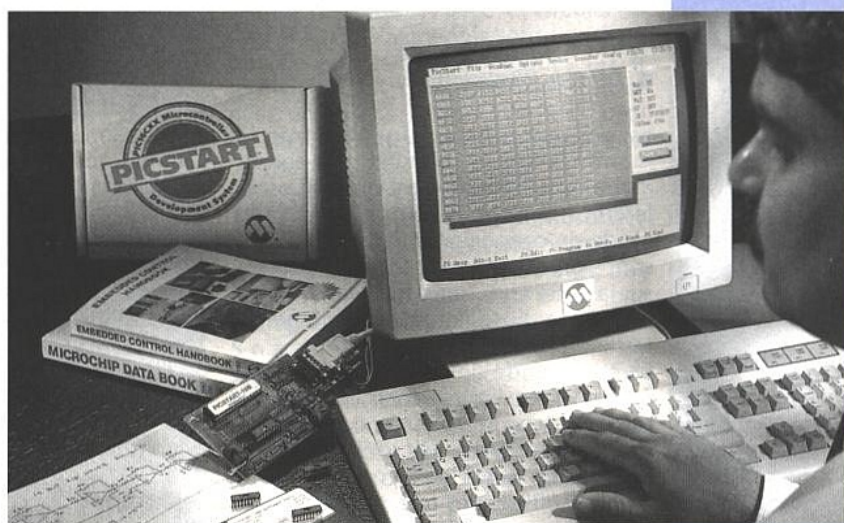
présentation de leur mise en œuvre

matérielle. Nous préciserons ensuite

quelle doit être la configuration type

d'un système de développement et serons fin prêts pour aborder ensuite la

présentation des «outils» proposés par Microchip.



Circuiterie d'horloge

Architecture RISC ou pas, nos PIC 16CXX ne font pas exception à la règle et ont besoin pour fonctionner d'une d'horloge. L'oscillateur est évidemment intégré sur la puce et ne demande que quelques composants externes pour fixer sa fréquence de fonctionnement, composants qui peuvent être : un quartz, un résonateur céramique ou bien encore une simple cellule R-C. Dans les versions à fenêtre des PIC 16CXX, celles qui nous intéressent au premier chef pour faire du développement donc, le type d'horloge utilisée peut être librement choisi par programmation de bits spéciaux. Une seule version de circuit est donc nécessaire et peut être configurée à loisir en mode R-C ou quartz, exactement comme pour les célèbres 68705 de Motorola par exemple.

Pour ce qui est des versions sans fenêtre ou versions OTP qui sont, rappelons-le, programmables exactement comme les versions à fenêtre mais qui ne sont ensuite plus effaçables, le type d'horloge doit être choisi lors de l'achat du boîtier vierge. En effet, le fabricant ne teste la circuiterie d'horloge intégrée que pour un type d'horloge

déterminé. Les PIC 16CXX en version OTP existent donc sous quatre références différentes pour chaque modèle, références qui correspondent aux différents types d'horloge possibles. Ces distinctions se font au niveau du suffixe accolé à la référence, on trouve ainsi des PIC 16CXX :

- XT qui sont des versions à oscillateur à quartz «standard» dans la terminologie Microchip. Ces versions fonctionnent jusqu'à une fréquence maximum de 4 MHz.

- HS comme High Speed qui sont aussi des versions à oscillateur à quartz mais capables de fonctionner jusqu'à une fréquence maximum de 20 MHz.

- RC qui, comme ce sigle le laisse supposer, correspond à la version à oscillateur R-C, capable tout de même de fonctionner elle aussi jusqu'à 4 MHz mais avec une stabilité de fréquence plus faible que les versions à quartz, bien sûr.

- LP comme Low Power enfin, qui est une version à quartz également, mais prévue spécialement pour les applications à très faible consommation. La fréquence maximum de fonctionnement est limitée à 40 kHz.

Du fait de ces diverses possibilités, il existe trois schémas différents de

connexion des éléments externes à l'oscillateur, schémas résumés en **figure 1**.

Pour les versions à quartz ou à résonateur céramique on utilise le schéma de la **figure 1a**. La valeur des condensateurs C1 et C2 varie selon que l'on est en présence d'un quartz ou d'un résonateur et également selon la fréquence de fonctionnement. Les **tableaux 1 et 2** précisent les valeurs conseillées par Microchip.

La résistance Rs n'est en principe pas nécessaire avec les versions XT mais doit parfois être présente avec les versions HS. Seules les caractéristiques exactes du quartz permettent de savoir si elle est ou non nécessaire et quelle doit être sa valeur. Ces paramètres étant rarement connus du commun des mortels, un peu d'expérimentation est donc à prévoir en fonction du type et de la fréquence du quartz pour les versions HS de ces circuits.

En ce qui nous concerne, les différents essais que nous avons réalisés, tant avec des versions XT que HS et des quartz ordinaires du commerce de détail nous ont toujours permis de constater une oscillation sans problème hors la présence de Rs.

Le schéma de câblage de la version RC



■ Le kit de développement.

est un peu plus original comme le montre la **figure 1b** et fait plus penser à une circuiterie de reset qu'à un oscillateur d'horloge. C'est pourtant là le mode de connexion à utiliser, qui présente en outre l'avantage de fournir sur la patte OSC2 une sortie à 1/4 de la fréquence d'oscillation de l'horloge interne du circuit.

La stabilité de ce type d'horloge est évidemment limitée mais, afin de ne pas être trop influencée par les éléments extérieurs, Microchip recommande une valeur de R comprise entre 5 k Ω et 100 k Ω et une condensateur d'une valeur supérieure à 20 pF.

Le **tableau 3** donne quelques valeurs typiques de la fréquence d'oscillation

en fonction de diverses valeurs de R et C tandis que la **figure 2** montre quelle est la variation de cette fréquence en fonction de la tension d'alimentation pour trois valeurs de condensateurs externes distincts.

La **figure 1c**, enfin, montre le dernier mode d'utilisation de l'horloge des PIC 16CXX qui est le pilotage à partir d'un oscillateur externe. Les niveaux appliqués doivent être compatibles avec la tension d'alimentation du circuit bien évidemment.

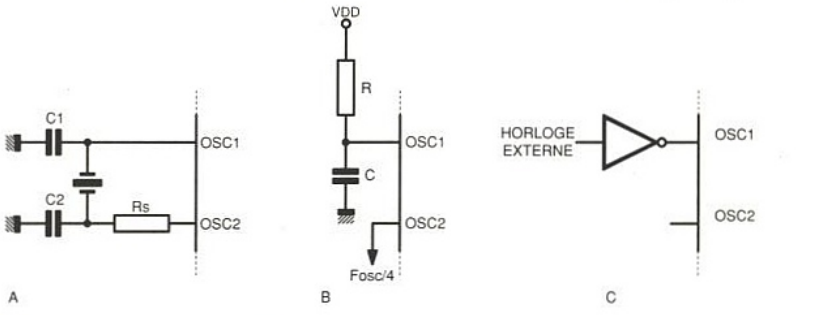
Circuiterie de reset

L'examen d'un schéma réalisé avec un circuit PIC 16CXX peut parfois sur-

prendre l'électronicien habitué aux microcontrôleurs car aucun circuit de reset classique n'y est bien souvent visible.

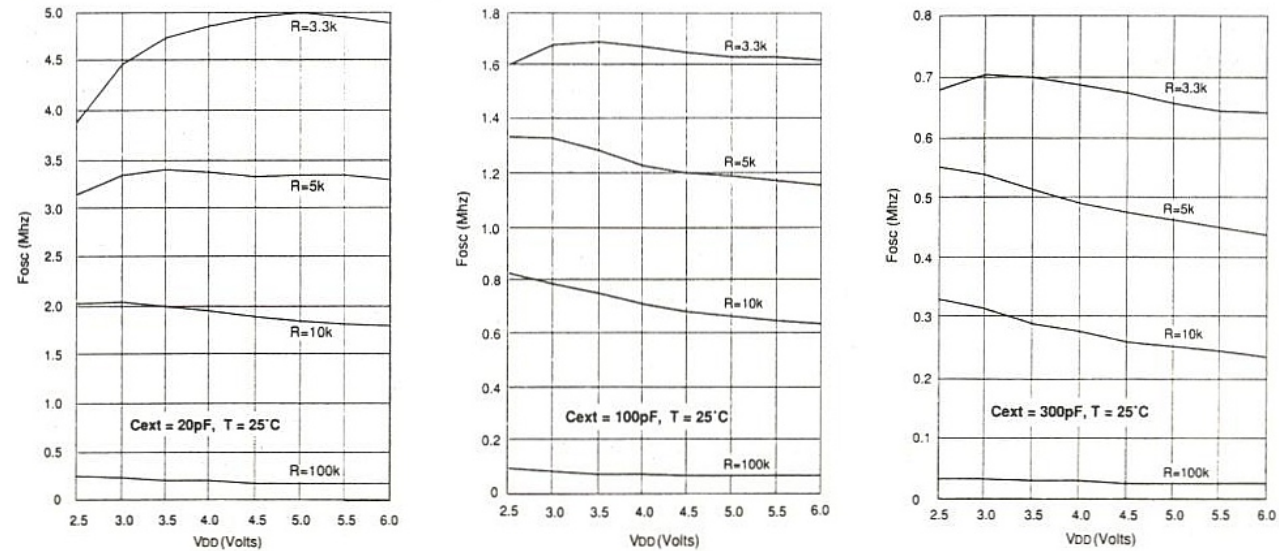
En effet, ces circuits intègrent en interne une circuiterie de reset automatique à la mise sous tension qui, si cette procédure s'avère suffisante (pas de besoin de reset externe manuel par exemple) et si la vitesse de croissance de la tension d'alimentation est assez élevée (typiquement supérieure à 0,05 V/ms), se suffit à elle-même. Le câblage du circuit de reset se résume donc à ce que vous pouvez voir **figure 3a** : la patte MCLR barre est tout simplement reliée à la tension d'alimentation positive Vdd.

Si cette vitesse de croissance de la tension n'est pas atteinte, si vous avez besoin d'une commande de reset externe ou bien encore si vous utilisez un quartz de fréquence relativement basse et dont le temps de mise en oscillation est donc important, la circuiterie de la **figure 3b** doit alors être mise en oeuvre. On retrouve dans ce cas un air de famille à ce circuit ! Notez tout de même la résistance R1, assez inhabituelle, et dont la valeur varie de 100 Ω à 1 k Ω . Elle a pour but de protéger le circuit contre un courant de décharge de C dans la patte MCLR en cas de décharge électrostatique à proximité. Sa présence peut être rendue inutile dans certaines applications. Enfin, si la tension d'alimentation est susceptible de varier dans des proportions telles que le bon fonctionnement du circuit peut être compromis, il est prudent de prévoir une circuiterie de



■ Figure 1 : Les différents circuits d'horloge admis par les PIC 16CXX.

■ Figure 2 : variation de la fréquence d'horloge en mode R-C en fonction de la tension d'alimentation.



■ Figure 3 : Les circuits de reset classique et à commande manuelle.

TYPE DE CIRCUIT	FREQUENCE	VALEUR DE C1 ET C2
XT	455 kHz	150 à 330 pF
XT	2 MHz	20 à 330 pF
XT	4 MHz	20 à 320 pF
MS	8 MHz	20 à 220 pF

Tableau 1 : valeurs des condensateurs externes de l'horloge à résonateur céramique.

TYPE DE CIRCUIT	FREQUENCE	C1	C2
LP	32 kHz	15 pF	15 pF
XT	100 kHz	15-30 pF	200-300 pF
XT	200 kHz	15-30 pF	100-200 pF
XT	455 kHz	15-30 pF	15-100 pF
XT	1 MHz	15-30 pF	15-30 pF
XT	2 MHz	15 pF	15 pF
XT	4 MHz	15 pF	15 pF
HS	4 MHz	15 pF	15 pF
HS	8 MHz	15 pF	15 pF
HS	20 MHz	15 pF	15 pF

Tableau 2 : valeurs des condensateurs externes de l'horloge à quartz.

C	R	F MOYENNE	TOLERANCE
20 pF	3,3 k Ω 5 k Ω 10 k Ω 100 k Ω	4,7 kHz 3,3 MHz 1,9 MHz 208 MHz	$\pm 28\%$ $\pm 25\%$ $\pm 24\%$ $\pm 39\%$
100 pF	3,3 k Ω 5 k Ω 10 k Ω 100 k Ω	1,6 MHz 1,2 MHz 711 kHz 75 kHz	$\pm 18\%$ $\pm 21\%$ $\pm 18\%$ $\pm 28\%$
300 pF	3,3 k Ω 5 k Ω 10 k Ω 100 k Ω	672 kHz 489 kHz 275 kHz 28 kHz	$\pm 14\%$ $\pm 13\%$ $\pm 13\%$ $\pm 23\%$

Tableau 3 : fréquences de fonctionnement typiques et tolérance de l'horloge R-C pour diverses valeurs de R et de C.

TYPE DE CIRCUIT	FREQUENCE	TYPIQUE	MAXI
16C5X-LP	32 kHz	15 μ A	32 μ A
16C5X-XT	4 MHz	1,8 mA	3,3 mA
16C5X-RC	4 MHz	1,8 mA	3,3 mA
16C5X-HS	10 MHz	4,8 mA	10 mA
16C5X-HS	20 MHz	9,0 mA	32 mA
16C71-LP	32 kHz	15 μ A	32 μ A
16C71-XT	4 MHz	1,8 mA	3,3 mA
16C71-HS	20 MHz	9,0 mA	20 mA
16C84-LP	32 kHz	35 μ A	70 μ A
16C84-XT	4 MHz	1,8 mA	4,5 mA
16C84-HS	10 MHz	5,0 mA	10 mA

Tableau 4 : consommation de diverses versions de boîtiers en fonction de la fréquence d'horloge.

celui sans diode Zener réalise la même chose pour une baisse en dessous de 0,7 (1 + R2/R1) V.

Alimentation

L'alimentation des PIC 16CXX ne pose pas de problème particulier. Elle doit être comprise entre 3 V et 6,25 V

cours d'exécution. Le tableau 4 donne les valeurs typiques et maxima pour différentes versions de circuits et fréquences d'oscillation. Il peut donc servir de base à une évaluation relativement précise de la consommation de vos applications.

Bien que cela aille de soi, rappelons que les règles habituelles doivent être respectées sur cette alimentation avec, en particulier, un découplage soigneux de cette dernière au plus près du boîtier, surtout si celui-ci «pédale» à 20 MHz !

Entrées/sorties

Les entrées/sorties des PIC 16CXX admettent ou délivrent des niveaux logiques compatibles avec les circuits logiques CMOS alimentés sous la même tension ou des circuits logiques TTL si le PIC 16CXX concerné fonctionne avec une alimentation 5 V. Tout ceci est très classique et se retrouve sur tous les microcontrôleurs actuels.

Par contre, les ports parallèles des PIC 16CXX peuvent délivrer ou absorber un courant relativement important, ce qui simplifie leur interfacement avec des LED ou avec des afficheurs à LED par exemple. L'utilisation présentée figure 5 n'a ainsi rien de ridicule lorsque l'on sait qu'une sortie parallèle peut absorber en toute sécurité un courant maximum de 8,7 mA avec une tension de sortie au niveau bas de 0,6 V.

Il est également possible de mettre plusieurs sorties en parallèle pour disposer d'un courant plus important. La figure 6 montre ainsi par exemple comment commander directement quatre afficheurs à LED en mode multiplexé à partir d'un PIC 16C57.

LES OUTILS DE DÉVELOPPEMENT

Qui dit microcontrôleur dit nécessairement outils de développement, tout au moins pour ceux d'entre vous qui souhaitent concevoir leurs propres montages. Si votre but se limite à réaliser des montages décrits dans nos pages, le problème est évidemment plus simple à résoudre puisque vous pouvez alors considérer le microcontrôleur utilisé comme un circuit spécialisé. Il ne vous reste donc qu'à l'acheter tout programmé et à le câbler comme préconisé dans l'article concerné.

Avant de voir quels sont les outils de développement proposés par Microchip pour sa famille PIC, il nous semble utile de réaliser un petit rappel sur les différents «outils» standards, sur leurs appellations et sur leurs fonctions réelles. Une certaine confusion semble, en effet, régner dans beaucoup d'esprits quant au distinguo entre simulateur et émulateur par exemple....

Assembleur et compilateur

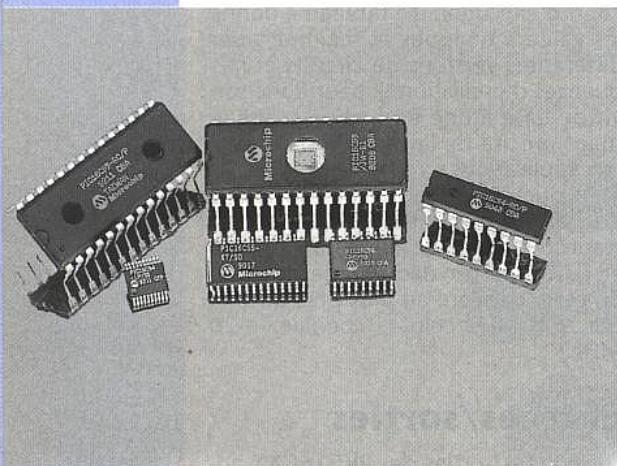
Avant de voir quels sont les éléments spécifiques d'un système de dévelop-

reset capable de déclencher ce dernier si justement l'alimentation descend en dessous d'un certain seuil, ce que la circuiterie interne ne sait pas faire seule.

Deux schémas sont alors proposés par Microchip et vous sont présentés figures 4a et 4b. Celui à diode Zener est évidemment plus précis et assure un reset dès que l'alimentation descend en dessous de $V_z + 0,7$ V tandis que

(maximum absolu) pour toutes les versions sauf la HS qui, elle, demande de 4,5 V à 5,5 V soit grosso-modo les normes TTL habituelles.

Précisons que la RAM interne conserve son contenu jusqu'à une tension d'alimentation de 1,5 V lorsque le circuit est placé en mode SLEEP par exemple. La consommation des PIC 16CXX varie bien évidemment en fonction de la vitesse d'horloge et des instructions en



Echantillonnage de microcontrôleurs Microchip.

pement, rappelons qu'il faut avant tout disposer d'un éditeur de texte ou d'un logiciel de traitement de texte capable de produire des fichiers ASCII purs, c'est-à-dire débarrassés de tous caractères de formatage. Cet éditeur de texte sert bien évidemment à la saisie du programme à assembler ou à compiler.

Un système de développement classique comporte ensuite au minimum et en premier lieu un assembleur. Il peut aussi comporter un ou des compilateurs adaptés au langage évolué que l'on souhaite utiliser pour programmer. La présence du compilateur n'est toutefois pas une obligation, surtout sur les «petits» microcontrôleurs pour lesquels l'utilisation d'un langage évolué ne présente pas ou peu d'intérêt.

L'assembleur traduit les instructions écrites en utilisant les mnémoniques du langage machine en code binaire exécutable par le microcontrôleur. La suite des mnémoniques s'appelle le listing ou code source du programme alors que le code binaire s'appelle l'objet ou l'exécutable.

Le compilateur, quant à lui, traduit les instructions écrites en langage évolué, qui constituent aussi ce que l'on appelle le listing ou code source, en code binaire exécutable par le microcontrôleur qui constitue le code objet.

Dans un système de développement bien conçu, les deux programmes, assembleur et compilateur, doivent co-exister et être utilisables l'un l'autre sans difficulté. En effet, s'il est normal de faire des calculs un tant soit peu complexes en utilisant le langage évolué, les entrées/sorties performantes et rapides ne se conçoivent, surtout dans un microcontrôleur, qu'écrites en assembleur. Il est donc primordial que le compilateur utilisé pour le langage évolué s'interface parfaitement avec l'assembleur de façon à pouvoir écrire des sous-programmes en langage machine au sein même du programme en langage évolué.

Ces deux programmes, assembleur ou compilateur, doivent nécessairement «tourner» sur une machine appelée machine hôte. Cette machine peut être à peu près n'importe quoi : système spécifique du fabricant des microcontrôleurs (de plus en plus rare car cela revient vite très cher si l'on chan-

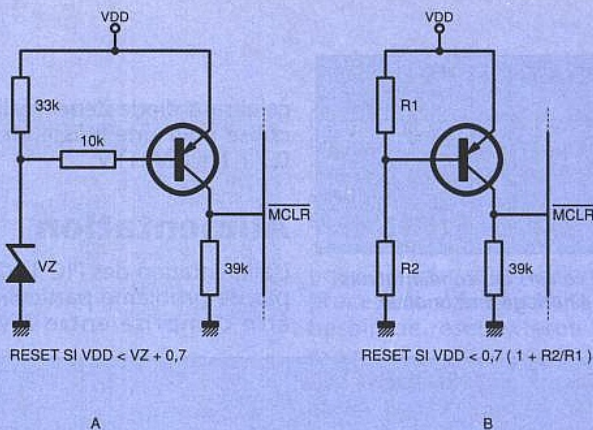


Figure 4 : circuits de reset automatique en cas de baisse trop importante de l'alimentation.

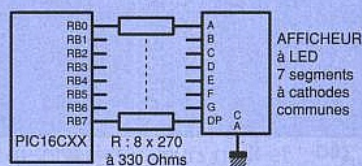


Figure 5 : le fort courant admis par les ports parallèles permet de commander directement des LED ou des afficheurs à LED.

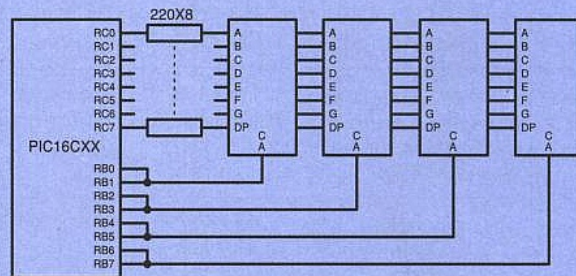


Figure 6 : mise en parallèle deux à deux de sorties de ports parallèles pour commander des afficheurs à LED en mode multiplexé.

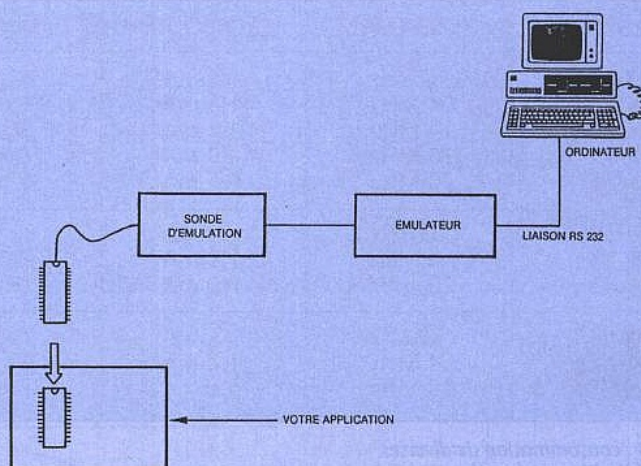


Figure 7 : schéma de principe d'un émulateur.

ge souvent de microcontrôleur ou de famille de microcontrôleurs), calculateur de forte puissance (VAX, station de travail Sun, Apollo ou HP, etc.) ou encore, et c'est une solution en passe de se généraliser, compatible PC. Cette dernière approche permet de minimiser l'investissement de départ

surtout lorsque l'on possède déjà un compatible PC utilisé par ailleurs. Une fois le programme de l'application écrit et assemblé ou compilé sur la machine hôte, on est en possession d'un binaire exécutable. Si un amateur peut à la rigueur essayer directement le résultat de son travail en programmant

une version à fenêtre et en la plaçant sur une maquette, il faudrait être particulièrement inconscient pour procéder de la sorte au niveau industriel.

Il est donc quasiment indispensable de contrôler ce programme en le faisant fonctionner dans des conditions aussi proches que possible de son utilisation réelle future. Pour ce faire plusieurs solutions existent.

Emulateur et simulateur

La première solution, qui est de loin la plus performante mais qui est aussi, hélas, la plus coûteuse à mettre en œuvre, est celle faisant appel à un émulateur. La figure 7 précise son organisation de façon schématique mais réaliste.

L'émulateur, qui constitue le cœur de ce système, est en fait un montage particulier, qui peut être très complexe, et qui se comporte exactement comme le microcontrôleur qu'il remplace mais en étant une version éclatée, c'est-à-dire en fait une version dans laquelle tous les constituants internes du microcontrôleur ont été séparés. Cet émulateur est muni d'un cordon de connexion spécial, appelé la sonde d'émulation, à l'extrémité duquel est monté un connecteur analogue au boîtier du microcontrôleur. Ce connecteur vient donc se brancher sur la maquette de l'application en lieu et place du vrai microcontrôleur.

Par ailleurs, l'émulateur est relié généralement par une liaison série RS 232, au système de développement de façon à pouvoir être téléchargé par le logiciel de l'application. En outre, c'est souvent également ce système de développement qui pilote l'émulateur grâce à un logiciel aussi convivial que possible.

Comme l'émulateur est une version «éclatée» du microcontrôleur qu'il remplace, on a accès aux divers signaux internes de celui-ci et, en particulier, on peut savoir à quelles adresses passe le programme, ce qui s'effectue au niveau des divers registres des périphériques internes, etc. On peut également mettre des points d'arrêt pour aller lire l'état de certaines mémoires ou de certains registres.

En outre, comme l'émulateur est connecté sur l'application, il est possible de faire fonctionner celle-ci en temps réel. En effet, malgré l'éclatement du microcontrôleur qu'il réalise, le principe même de tout bon émulateur est de fonctionner aussi vite que le microcontrôleur qu'il remplace. Tous les contrôles nécessaires peuvent donc être réalisés sur le programme comme s'il était réellement mis dans la mémoire du microcontrôleur de l'application. Il est évident que c'est le seul moyen industriellement sérieux de travailler mais tout le monde ne peut pas y faire appel vu le prix d'un bon émulateur, surtout pour des réalisations en petite série ou occasionnelles.

La seconde solution, qui reste agréable d'emploi mais qui n'est pas la plus sûre dans tous les cas, consiste à faire appel à un simulateur. Ce simulateur est un

programme, écrit spécialement pour le microcontrôleur qu'il est sensé simuler. Il fonctionne généralement sur la même machine que celle sur laquelle on a fait la compilation ou l'assemblage. On lui fournit en entrée le code objet à exécuter et il se comporte alors comme se comporterait le microcontrôleur qu'il simule.

Le simulateur est donc un produit nettement plus simple que l'émulateur puisque ce n'est qu'un programme, d'autant plus simple que les fonctionnalités du microcontrôleur sont moins nombreuses. Son prix de revient est donc beaucoup plus faible que celui de l'émulateur et un rapport de prix de 10 entre ces deux types de produits ne doit pas vous surprendre.

Comme un microcontrôleur comporte un nombre non négligeable d'entrées/sorties et que cela ne peut être le cas de la machine sur laquelle tourne le simulateur, celui-ci simule les entrées/sorties sous forme de mémoires particulières. Ainsi, si l'on dispose d'un port parallèle 8 bits, il va être représenté par un octet mémoire particulier. Il suffira donc d'aller le lire pour savoir à tout instant de l'exécution du programme dans quel état sont les lignes de sortie. L'écriture en mémoire dans cet octet quant à elle simulera une entrée de données.

Il est évident que cette phase de simulation des entrées/sorties est un peu longue et lourde mais que, si elle est

bien conduite, elle permet de vérifier 80% des fonctionnalités d'un programme. Où la situation se corse, c'est quand les entrées/sorties sont un peu particulières et font intervenir des notions de temps. En effet, le simulateur n'est jamais qu'un programme qui tourne sur une machine pour reproduire le fonctionnement de l'unité centrale du microcontrôleur. Même si les éléments utilisés sont performants, le simulateur tourne à peu près de 10 à 100 fois moins vite que ne tournera le même programme directement exécuté par le microcontrôleur, surtout dans le cas de nos PIC 16CXX en version HS par exemple qui sont particulièrement rapides. Un certain nombre d'opérations faisant intervenir des notions de temps précises ou critiques ne sont donc pas accessibles à la simulation. Néanmoins, un simulateur bien utilisé permet déjà de développer des applications intéressantes pour un investissement minime comme nous le verrons avec la présentation détaillée du PICSTART 16B de Microchip par exemple.

Maintenant que nous parlons tous le même langage, nous sommes fin prêts pour aborder la présentation des outils de développement proposés par Microchip ; présentation qui mettra un terme à cette étude des circuits PIC 16CXX qu'il ne vous restera plus alors qu'à mettre en pratique....

C. BROUSSAS

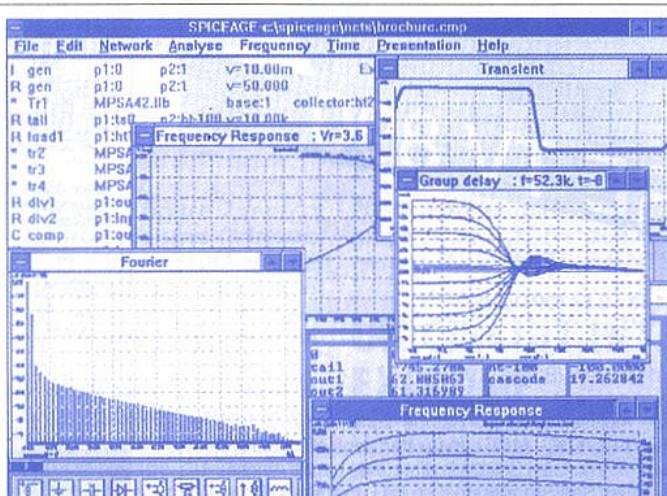
CAO
sur PC/AT et compatibles

PRIX "en promotion d'été"
au lieu de 4950⁰⁰⁰

3950^{FHT}
ESSAYEZ... ET VOUS SEREZ
CONVAINCUS !

COMMENT ECONOMISER ?
SANS COMPROMIS

«SPICEAGE POUR WINDOWS»
logiciel de simulation & d'analyse analogique sur PC



Une documentation complète et une disquette de démonstration interactive sont à la disposition GRATUITE des établissements d'enseignement et les professionnels de l'électronique, et au prix de 150 F TTC franco pour les particuliers.

Multipower

22, rue Emile Baudot
91120 PALAISEAU
FRANCE

Tél : (33) 1.69.30.13.79
Fax : (33) 1.69.20.60.41
Tél : 603 103 F

DISTRIBUTEUR EXCLUSIF DE TATUM LABS

UN CI DÉCODEUR POUR CARTES D'EXTENSION DE PC

Il n'est guère de carte d'extension pour

«slot» de PC qui ne contienne au moins

un décodeur d'adresses de ports

d'entrée-sortie.

Bien souvent, ce circuit sera conçu pour

répondre à une ou plusieurs adresses

comprises entre 300h et 31Fh, espace

réservé en principe à la «carte prototype» définie par IBM.

Entièrement combinatoire, un tel décodeur peut très facilement être réalisé à

partir d'un seul boîtier PAL à 20 broches.

Celui que nous avons développé à partir d'un PALC 16L8 a été conçu comme

un composant «passe-partout» capable de résoudre une grande variété de

problèmes.

Un cœur de carte prototype

La «carte prototype» IBM a été imaginée dès le début des PC pour faciliter la tâche des développeurs souhaitant mettre au point des cartes d'extension de toutes sortes : munie de tampons de bus et accessible par un groupe d'adresses réservées, elle permet de manipuler sans faire courir de risques sérieux à l'unité centrale.

Naturellement, des «clones» sont maintenant disponibles, à commencer par le circuit imprimé nu de BICC-VERO, que l'on peut notamment se procurer chez RS COMPOSANTS.

Cette carte doit être équipée par l'acheteur, selon le schéma de la figure 1, d'un certain nombre de boîtiers TTL-LS très courants.

Le synoptique de la figure 2 montre comment les trois registres (adresses, commandes, et données) sont associés à un double décodeur (adresses et commandes) opérant sur les signaux du bus, dont la figure 3 rappelle le détail.

Lorsqu'une application a été mise au point sur cette carte, on souhaite généralement augmenter son degré d'intégration lors de l'étude du circuit imprimé définitif : bien souvent, il faut tout faire tenir sur une «carte courte», alors que la carte prototype est une «carte longue».

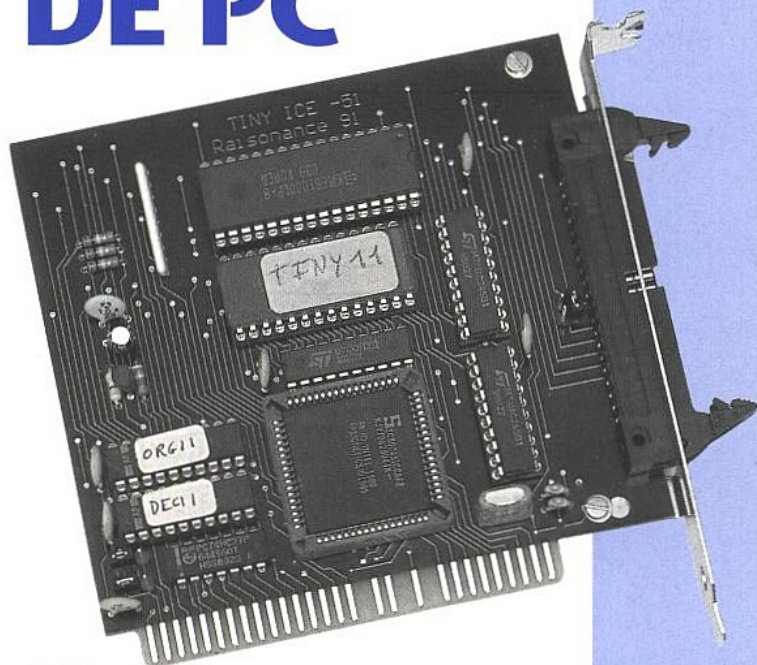
Il est donc tout indiqué de commencer par «compacter» les circuits de décodage dans un seul PAL ou EPLD simple. Afin de garantir la meilleure compatibilité possible, nous sommes repartis du schéma de la figure 1 pour écrire le «code-source» de la figure 4 qui, sauvegardé dans un fichier «PROTIBM.

PLD», a été soumis au compilateur logique PROLOGIC (version limitée fournie par TEXAS INSTRUMENTS).

UN CIRCUIT INTÉGRÉ EXCLUSIF

Le résultat de la compilation (lancée par la commande «LC PROTIBM») est le jeu d'équations de la figure 5 et le «plan des fusibles» de la figure 6. Pour transformer un PALC 16L8 vierge en circuit intégré PG3020 (c'est la référence que nous lui avons attribuée arbitrairement), il suffit de «câbler» les interconnexions nécessaires sur le schéma du 16L8.

C'est l'affaire d'un programmeur spécialisé, auquel on fournira tout simplement le fichier JEDEC de la figure 7 (PROTIBM.JED), liste normalisée des



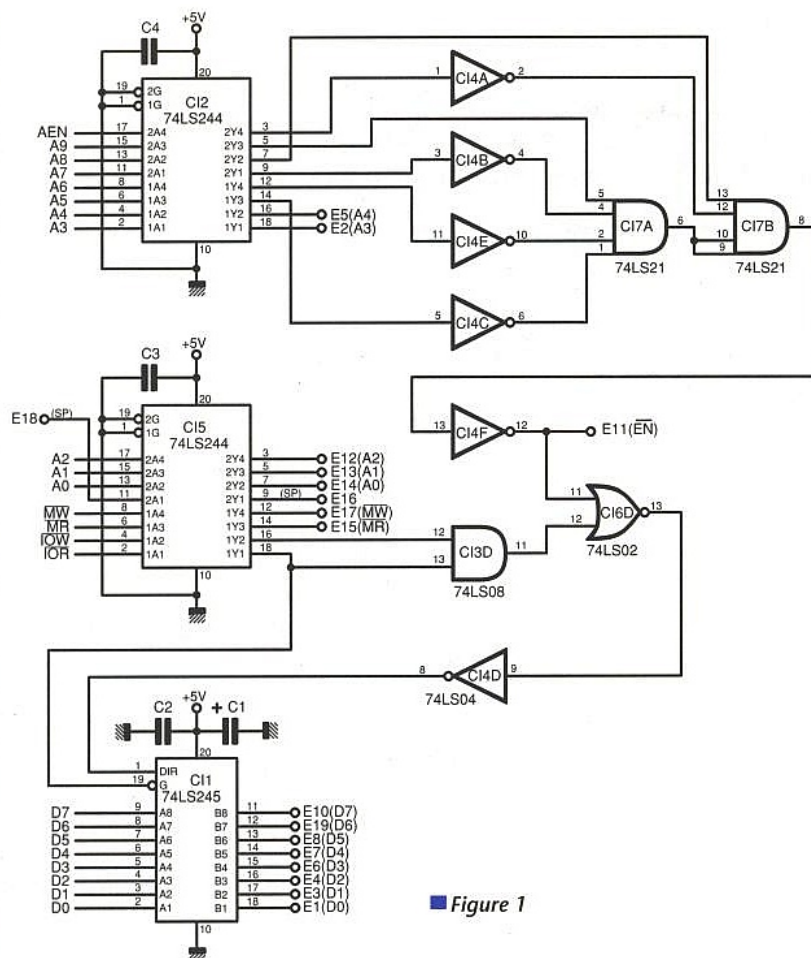


Figure 1

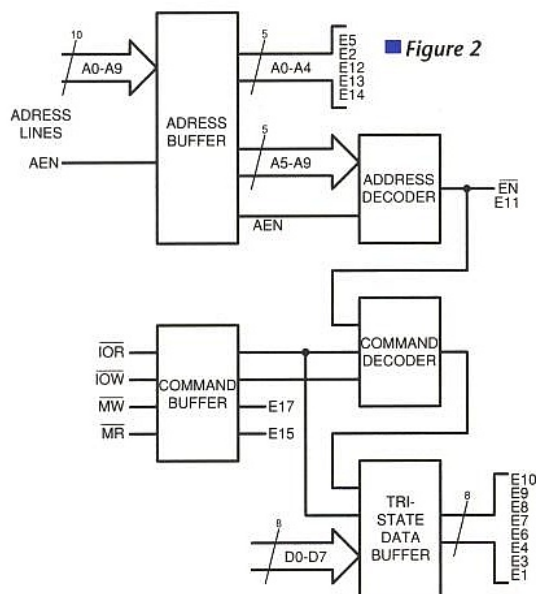


Figure 2

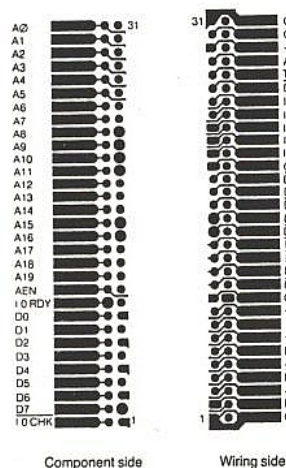


Figure 3 : les signaux sur le bus.

```

title (decodeur carte prototype PC)
include p1618;
define a5=pin1;
define a6=pin2;
define a7=pin3;
define a8=pin4;
define a9=pin5;
define ior= !pin6;
define iow= !pin7;
define pa= !pin8;
define pb= !pin9;
define aen=pin11;
define io= !(iow & !ior);
define en = (!a5 & !a6 & !a7 & a8 & a9 & !ae
define rx = !(pin13 : !io);
define eb = (iow & pb);
define ea = (iow & pa);
pin12.oe=1;
pin13.oe=1;
pin14.oe=1;
pin15.oe=1;
pin16.oe=1;
pin17.oe=1;
pin18.oe=1;
pin19.oe=1;
!pin12 = !en;
!pin13 = en;
!pin14 = !rx;
!pin15 = rx;
!pin16 = !eb;
!pin17 = eb;
!pin18 = !ea;
!pin19 = ea;

```

Figure 4 : le code source.

```

pin12.oe=
1
pin13.oe=
1
pin14.oe=
1
pin15.oe=
1
pin16.oe=
1
pin17.oe=
1
pin18.oe=
1
pin19.oe=
1
!pin12=
pin1
: pin2
: pin3
: pin4
: pin5
: pin11
!pin13=
!pin1 & !pin2 & !pin3 & pin4 & pin5 & !pin11
!pin14=
pin13
: pin7 & pin8
!pin15=
!pin13 & !pin7
: !pin13 & !pin8
!pin16=
pin7
: pin9
!pin17=
!pin7 & !pin9
!pin18=
pin7
: pin8
!pin19=
!pin7 & !pin8

```

Figure 5 : le jeu d'équation résultant.

«fusibles à détruire» (1) et à laisser intacts (0). On peut construire soi-même ce programmeur à peu de frais si on se sert de PAL CMOS de marque CYPRESS (distribuée par NEWTEK) : on trouvera les plans nécessaires dans notre ouvrage COMPOSANTS ELECTRONIQUES PROGRAMMABLES, paru aux ETSF. Ces composants existent en boîtier plastique «OTP» (ineffaçables) et en boîtier céramique à fenêtre, qui permet leur réemploi après effacement aux UV. Au terme de la programmation, et après vérification de celle-ci, on se retrouve en présence d'un véritable circuit intégré spécifique, dont la figure 8 indique le brochage. Les broches d'adresse A5 à A9 ainsi

que les lignes /IOR, /IOW, et AEN doivent être reliées au bus du PC (voir figure 3) soit directement, soit à travers des buffers 74LS244 comme à la figure 1. Il ne faut rien d'autre pour obtenir deux signaux (/EN et EN) dont l'état change lors de tout accès à une adresse de port comprise entre 300h et 31Fh. C'est suffisant pour installer un seul port d'entrée avec un 74LS244, ou de sortie avec un 74LS373, mais on gaspille toutefois les autres adresses disponibles. Simultanément, un signal /RX est produit (avec son complément RX) pour commander la broche 19 du buffer bidirectionnel de données (le 74LS245 de la figure 1).

ELECTRONIQUE RADIO-PLANS ET LA DOMOTIQUE

Imaginez que vous vous réveillez un

matin dans une maison où les

radiateurs ont fait remonter la

température quelques minutes

auparavant ; une odeur de café se

dégage de la cuisine, la cafetière s'est

mise en marche toute seule. La

musique douce qui vient de vous réveiller ce matin ne vous plaît pas ? Vous

attrapez la télécommande sur votre table de nuit et changez la station FM. Les

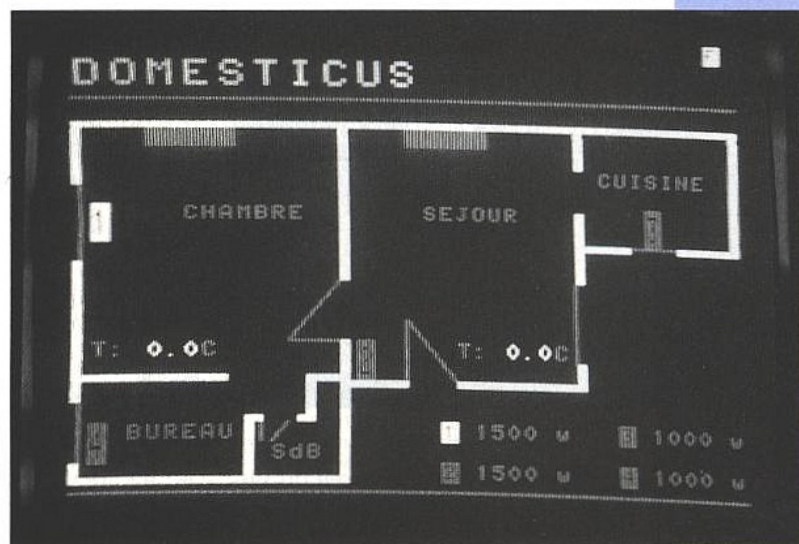
volets roulants ne se lèvent pas encore car il fait nuit et trop froid dehors.

Lorsque le jour sera levé ils s'ouvriront tout seuls. Vous vous levez pour vous

diriger vers la cuisine ; tiens, la lumière et la musique suivent votre progression à

travers les pièces... Génial ! Dans la cuisine, une horloge à afficheurs géants

vous donne l'heure officielle, vous êtes certains de ne pas être en retard ce matin.



Ce scénario, restreint par rapport aux possibilités que nous vous offrons, est un exemple parmi tant d'autres de fonctionnement possible du système domotique «Domesticus» qu'«Électronique Radio Plans» vous propose à partir de ce numéro.

L'originalité principale de ce système est d'être totalement modulaire et, donc, adaptable à n'importe quelle maison ou appartement. Vous pourrez alors, à votre guise, réaliser uniquement les modules qui vous intéressent et programmer ainsi n'importe quels automatismes auxquels nous n'avons même pas encore pensé aujourd'hui. Comme nous ne pouvons publier l'intégralité de cette grande réalisation en un seul numéro, les modules électro-

niques seront donc décrits les uns après les autres, avec de petits logiciels de tests spécifiques. Dès le troisième numéro, le système commencera à fonctionner car nous aurons décrit le minimum vital pour les fonctions d'automatisme : les borniers d'entrées/sorties digitaux et l'interface PC.

LE SYNOPTIQUE GÉNÉRAL

Le synoptique électrique général du système complet est représenté en figure 1. On y retrouve les éléments principaux :

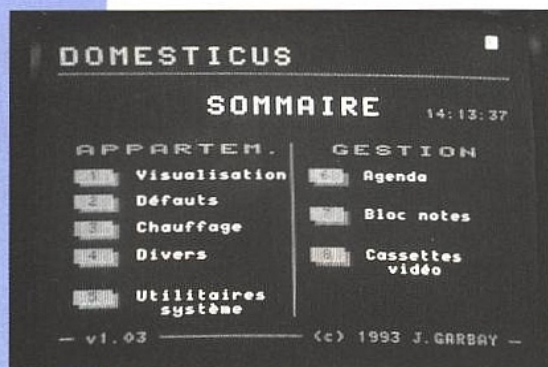
- l'unité principale : le PC® compre-

nant une carte d'interface spécifique,

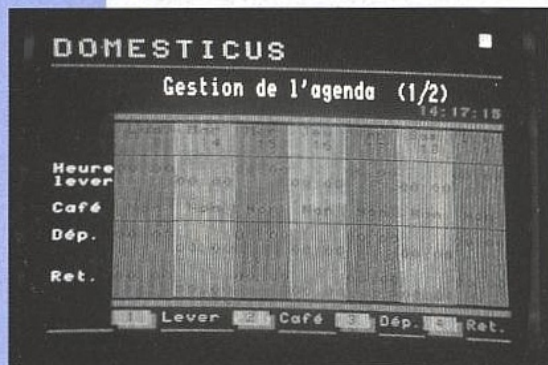
- la liaison domotique ;
- les modules d'entrées-sorties ;
- les afficheurs ;
- le satellite général ;
- les satellites annexes ;
- les modules amplificateurs sonores ;
- le module d'interface télévision.

1) L'unité principale

Le cœur central de cette réalisation est un vieux PC compatible XT ou, mieux, AT286, qui sont aujourd'hui bradés à des prix défiant toute concurrence. Cette utilisation permet d'éviter le développement d'une nouvelle carte micro spécifique et assure une réalisa-



■ Les écrans Minitel.



tion et une maintenance aisée du système. Le PC utilisé devra cependant comporter un disque dur afin de sauvegarder les configurations et les pages écran du minitel.

2) La liaison domotique

La liaison domotique utilise le réseau I2C développé par Philips pour relier les différents composants d'automatisme de cette réalisation. Ce réseau présente l'avantage de posséder des circuits intégrés spécifiques pour chaque module (entrées et sorties digitales, analogiques, afficheurs, préamplificateurs...).

Outre ce réseau I2C, la liaison domotique comporte aussi la liaison série avec le minitel et celle du son.

3) Les modules d'entrées-sorties

Les modules d'entrées-sorties permettent la surveillance (entrées TOR*) et la

commande (sorties TOR) de votre installation. Ces modules sont destinés à être regroupés ensemble près des coffrets à fusibles de votre installation afin de faciliter le raccordement avec votre installation électrique existante.

Ces groupes de modules comprennent :

- un module d'adaptation de réseau et d'alimentation ;
- un ou plusieurs modules d'entrées et/ou sorties TOR ;
- un ou plusieurs modules d'entrées/sorties analogiques ;

La figure 2 représente une série de modules connectés.
Note : l'afficheur géant se raccorde au module d'adaptation de réseau pour son alimentation.

4) Les afficheurs

Les afficheurs sont de deux types :

- l'afficheur géant à installer sur le mur d'une pièce ;
- les afficheurs de type «réveil» à poser sur un bureau ou une table de nuit.

5) Le satellite général

Le satellite général est destiné à être positionné près de la porte d'entrée de l'habitation. Il est principalement utilisé pour s'assurer que tout est en ordre «d'un simple coup d'œil» en entrant. Il est constitué d'un afficheur à cristaux liquides, d'un clavier et d'une LED.

En cas de phénomène anormal, la LED s'allume ; l'occupant de l'appartement obtiendra des renseignements sur l'afficheur en questionnant à partir du clavier.

6) Les satellites annexes

Les satellites annexes sont dédiés à des fonctions bien précises.

Ils sont constitués de quatre boutons-poussoir avec LED de visualisation. Ils sont utilisés pour configurer un appareil (début de cuisson du four dans une cuisine...) ou faire fonctionner un appareil sans l'automatisation (démarrage de la machine à laver hors des périodes creuses, allumage de la cafetière en journée...), et cela sans avoir à intervenir sur le minitel.

7) Les modules amplificateurs sonores

Les modules amplificateurs sonores sont constitués d'un préamplificateur et d'un amplificateur. Le préamplificateur est commandable par le réseau I2C, donc pilotable par votre système domotique.

8) Le module d'interface télévision

Le module d'interface télévision permet d'afficher sur l'écran de votre télévision des informations système (comme une apparition de panne ou défaut) ou des informations provenant de bases de données (comme votre parc de cassettes vidéo ou votre bibliothèque).

LE LOGICIEL

Comme chaque maison est une entité différente (en nombre de pièces principales, de pièces annexes, d'équipement intérieur et de mode de vie de ses occupants), nous avons imaginé le premier logiciel domotique paramétrable en créant un atelier logiciel indépendant. Cet atelier logiciel vous permettra de :

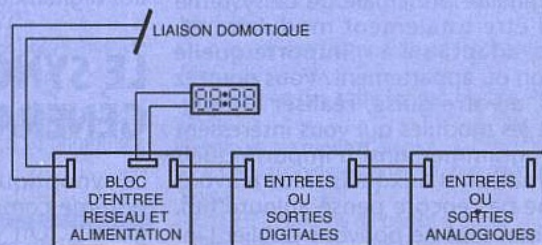
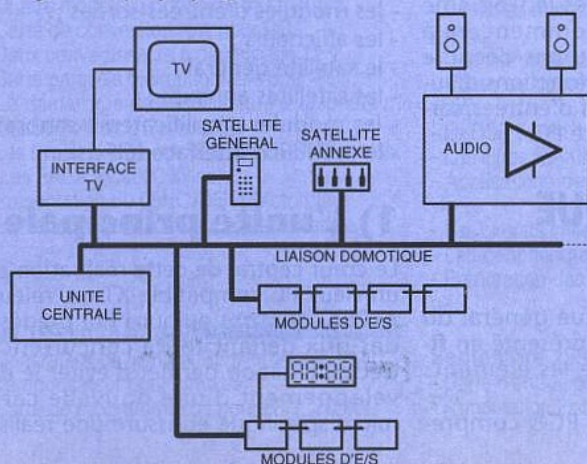
- définir les entrées (contacteurs, présence de tension, température...) et les sorties (relais, électrovannes, modulateurs d'éclairage, afficheurs...) de votre système ;
- programmer les séquences d'automatisation de votre habitation à l'aide d'un éditeur graphique de grafsets ;
- définir les écrans de dialogue avec votre système sur Minitel, sous forme de pages chaînées ;
- compiler toute cette configuration pour obtenir l'exécutable de votre application, qui fera fonctionner votre installation.

Voici une présentation succincte des fonctionnalités de l'ensemble tel qu'il existe aujourd'hui et qui constitueront progressivement votre système domotique. Tout au long de cette série d'articles, nous vous guiderons pour faciliter la mise en œuvre et l'exploitation du système avec, en plus de l'Atelier logiciel, des configurations déjà pré-programmées ou des petites routines de test.

J. GARBAY

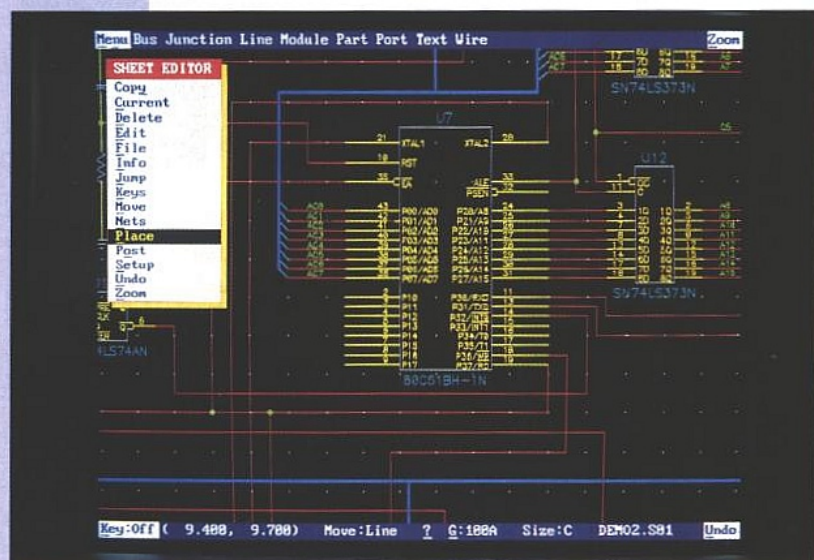
* TOR : Tout Ou Rien.

■ Figure 1 : synoptique général.



■ Figure 2 : l'interconnexion des modules.

LES LOGICIELS DE CDAO «TANGO»



Le nom de TANGO est bien connu dans le monde de l'électronique, et ce depuis de nombreuses années.

Sous cette marque sont en effet regroupés plusieurs logiciels développés par la firme américaine ACCEL, couvrant la majorité des besoins des

concepteurs de cartes électroniques: saisie de schémas, dessin de circuits imprimés, et routage automatique.

En termes de notoriété, TANGO se place dans le peloton de tête aux côtés d'autres "valeurs sûres" comme ORCAD, RACAL-REDAC, ou PADS.

Cela à des prix qui donnent envie d'y regarder de plus près...

Un ensemble cohérent

L'organigramme de la figure 1 décrit l'ensemble de l'offre TANGO, qui s'articule classiquement autour d'un produit de saisie de schéma: TANGO-SCHEMATIC.

Une analyse méthodique des solutions concurrentes et des besoins exprimés par les utilisateurs a permis de développer une interface graphique dite "API" (ACCEL Productivity Interface) qui, bien qu'assez spartiate au premier abord, est sans doute finalement l'une des plus ergonomiques: lors de nos essais, nous avons été immédiatement frappés par l'économie de mouvement qui en résulte, tant pour la souris que pour les yeux de l'opérateur.

Cela ne peut que se traduire par un gain de temps appréciable dans l'utilisation quotidienne.

Outre l'édition de plans de bonne qualité, TANGO-SCHEMATIC peut évidemment produire des "netlists", qui

serviront de lien avec les autres modules de la gamme ACCEL: dessin de circuits imprimés (avec ou sans routage automatique), simulation, et développement de PLD.

Mais en pratique, le "format" TANGO étant reconnu par de nombreux produits concurrents, on pourra tout aussi bien "exporter" ces netlists vers d'autres logiciels: soit ceux que l'on possède déjà, soit ceux utilisés par des partenaires habituels ou occasionnels. Notons toutefois que la possibilité de

"rétro-annotation" (répercussion sur le schéma d'une modification faite sur le circuit imprimé) requiert l'utilisation de TANGO-PCB.

Si TANGO-SCHEMATIC n'est disponible que dans une seule version (tout au moins sous DOS, car dans le domaine qui nous intéresse l'intérêt de WINDOWS reste à démontrer...), TANGO-PCB existe en deux "puissances" et TANGO-ROUTE en trois.

Naturellement, les prix suivent les possibilités, mais il convient de noter que

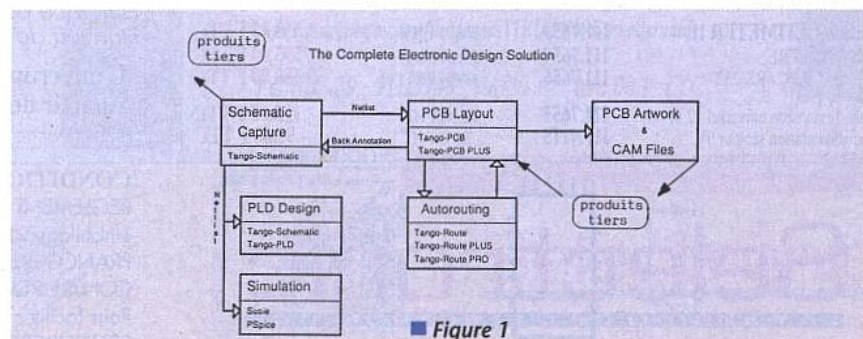


Figure 1

la configuration "d'entrée de gamme" (5 200 F HT) affiche déjà des performances qui, à bien des égards, égalent ou surpassent celles de bien des produits nettement plus coûteux ou a fortiori de prix comparables.

Reste que le meilleur logiciel est souvent celui que l'on a l'habitude d'utiliser: il pourra se révéler laborieux de "passer" à TANGO en venant d'un produit concurrent, mais par contre on n'aura aucun mal à s'habituer à TANGO-PCB si on maîtrise déjà TANGO-SCHEMATIC.

Il nous faut insister ici, lourdement diront certains, sur l'exceptionnelle qualité de la documentation fournie: au premier abord, l'épaisseur des manuels peut même faire peur (va-t-il vraiment falloir assimiler tout cela ?)

En fait, ce volume est certes dû à la richesse des fonctionnalités qu'il faut décrire par le menu, mais aussi à une organisation très structurée des manuels.

La partie "référence", véritable "dictionnaire" des fonctions que l'on pourra consulter aussi souvent que nécessaire, est totalement séparée du "tutorial", ce qui fait que chaque notion importante est en réalité traitée deux fois.

Chaque "tutorial" est étudié de façon à ce que l'utilisateur puisse être livré à lui-même dans les meilleurs délais, mais en toute sécurité. On y trouve même d'abondantes digressions sur des sujets d'ordre très général comme le phototracage ou l'interconnexion d'équipements RS232.

Quiconque aura eu un jour à se débattre avec un cordon récalcitrant ou à triompher d'un dialogue de sourds avec un sous-traitant appréciera de trouver là ce qu'il a peut-être cherché en vain dans la littérature spécialisée. En fait, à part les index qui laissent un peu à désirer, nous n'avons jamais encore eu entre les mains de documentations d'une telle qualité, et pourtant nous en avons vu passer un nombre respectable!

Si elles étaient (bien) traduites en français, on pourrait presque parler de perfection (mais chacun sait que celle-ci n'est pas de ce monde, aussi une bonne pratique de l'anglais technique est-elle plus que souhaitable).

L'installation

Chaque module logiciel est composé d'un gros classeur contenant les disquettes et un "dongle" (système SENTINEL pro).

Bien qu'il s'agisse du système de protection contre la copie le plus répandu, nous y sommes quelque peu allergique en tant qu'utilisateur.

D'abord son prix (non négligeable) est forcément inclus dans celui du logiciel, et le client paie donc pour subir des contraintes dont il se passerait bien volontiers.

Ensuite, chaque module TANGO exigeant déjà un dongle individuel, il ne faut pas longtemps pour se trouver à la tête d'un empilement d'une trentaine de centimètres de dongles, lesquels ne font pas forcément bon ménage entre

eux ni avec les périphériques qu'il est tout de même souhaitable de pouvoir connecter encore aux prises prévues à cet effet.

ACCEL recommande d'ailleurs de relier les dongles qui ne sont pas les siens sur un second port parallèle, mais de ne surtout pas employer un port série qui les détruirait probablement! Mais il est vrai qu'en France, où 70% des logiciels utilisés sont des copies illégales, une protection "à l'anglaise" par simple "sérialisation" ou engagement sur l'honneur ne saurait guère suffire. Cela étant posé, l'installation se passe dans le plus grand confort: il suffit de taper INSTALL et de répondre à quelques questions, dont la seule vraiment indiscrète est le type de carte vidéo équipant le PC: bien souvent, l'utilisateur n'en sait fichtrement rien, mais il pourra généralement se tirer d'affaire en choisissant un EGA ou un VGA courant voire, s'il le faut, le driver paramétrable fourni en standard.

La configuration qu'il nous a été donné d'essayer (la plus simple) nécessite entre 8 et 9 méga-octets sur le disque pour TANGO-SCHEMATIC (selon les bibliothèques chargées, dont la richesse est impressionnante), et 2,7 méga-octets pour TANGO-PCB (77 fichiers), ce dernier chiffre étant porté à 3,3 méga-octets (82 fichiers) si on ajoute TANGO-ROUTE.

C'est somme toute raisonnable par rapport à bien des logiciels qui n'en font pas tant (et notamment la plupart des applications WINDOWS), mais tout de même sensiblement supérieur à certains produits britanniques de puissance et de prix comparables. Même si cela va souvent sans dire aujourd'hui, cela signifie que le disque dur est indispensable.

Egalement, il faut au minimum un AT386 et MSDOS 3.3, mais un coprocesseur n'est nullement nécessaire car pratiquement tous les calculs effectués portent sur des entiers.

TANGO-ROUTE PRO (que nous n'avons pas eu entre les mains) nécessite pour sa part un 486 ou un 386 avec coprocesseur, ainsi que 8 méga-octets au moins de RAM.

Dans tous les cas, TANGO sait exploiter jusqu'à 32 méga-octets de mémoire EMS s'il y en a.

Bien que très recommandable, la souris n'est pour sa part pas obligatoire: on peut tout faire à partir du clavier avec une bonne dose de patience.

AUX COMMANDES

Grâce à l'API, la prise en mains de TANGO peut être relativement rapide pourvu qu'on prenne le temps de suivre chaque tutorial de bout en bout: on n'est jamais plus loin que deux clics de souris de n'importe quelle commande, tandis qu'ACCEL a su emprunter à WINDOWS tout ce qu'on y trouve de bon et laisser de côté tout ce qui ne l'est pas.

On trouve donc dans TANGO des menus déroulants, des "ascenseurs" et des "boutons", mais aussi des barres de sélection ou d'information, tout



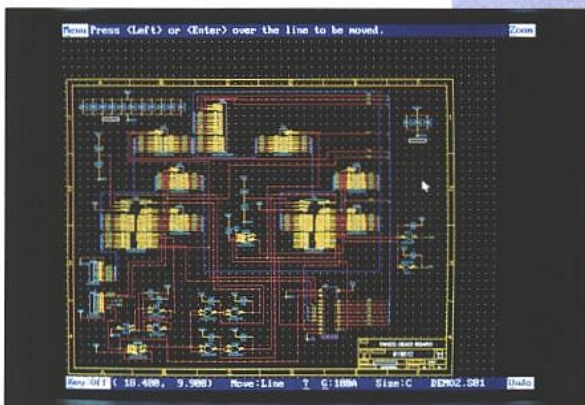
■ Présentation d'un module.

cela réparti le plus harmonieusement possible sur un écran où il reste à tout instant un maximum de surface de travail utile.

Nous ne détaillerons pas ici l'ensemble des outils disponibles, qu'il n'était pas question de tester en profondeur dans le peu de temps qui nous était imparti. Ceux que nous avons jugé important de passer au peigne fin ne nous ont pas déçu.

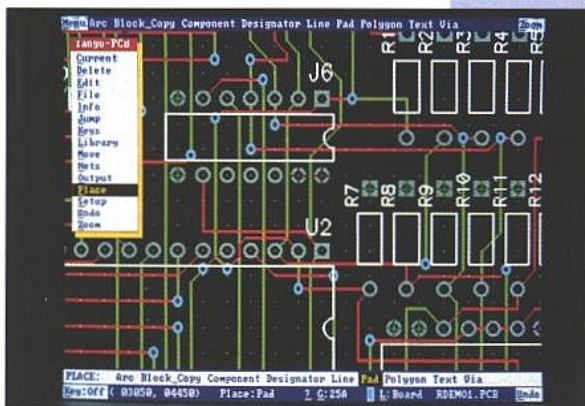
Bien qu'assez différent de ce que nous utilisons d'habitude, le zoom est à la fois très rapide, puissant et précis. Sa principale particularité est d'offrir un rapport de grossissement variable en continu. Associée à un "panoramique" automatique ou manuel, cette possibilité permet d'accéder rapidement à n'importe quelle zone de travail sur une carte dont les dimensions peuvent tout de même aller jusqu'à 81 cm au carré.

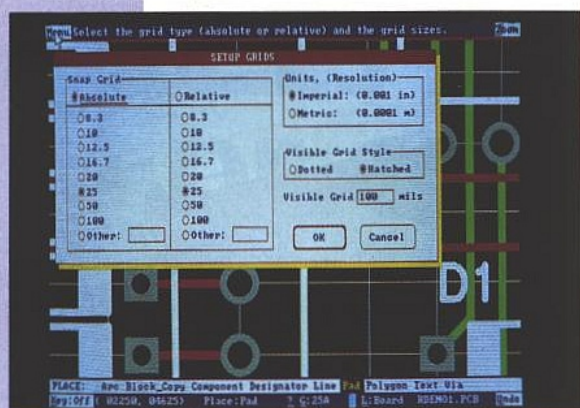
La grille visible, au pas lui aussi variable en continu, peut se présenter au choix selon le classique réseau de points, ou



■ TANGO SCHEMATIC.

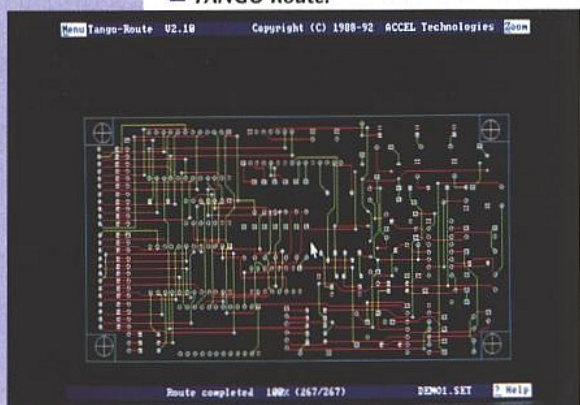
■ TANGO PCB.





■ TANGO PCB.

■ TANGO Route.



■ Figure 2

comme un quadrillage: cette seconde option mène généralement à un affichage plus confus, mais rend bien service dans certaines situations particulières.

Naturellement, on trouve en plus les classiques grilles "invisibles" ou "aimantées", métriques ou en pouces. Une fonction UNDO permet à tout moment de revenir dans l'état précédent la dernière action: on peut même annuler un UNDO malencontreux! C'est heureux, car TANGO demande rarement confirmation, même pour des opérations "dangereuses": il fallait choisir entre sécurité et rapidité, et un UNDO aussi fiable permet de trancher sans hésiter.

Un jeu de fonctions MOVE particulièrement faciles à utiliser permet de déplacer aussi bien des pastilles que des blocs entiers du dessin, mais comme la plupart des produits concurrents, TANGO semble incapable de faire tourner quoi que ce soit (sauf une piste) d'un angle inférieur à 90°. Bref, on retrouve dans TANGO toute la panoplie des outils classiques, mais souvent avec de petits "plus" par rapport aux logiciels de prix comparables. Force est toutefois d'admettre qu'il n'y a rien de véritablement révolutionnaire à signaler, sauf peut-être que l'on peut "sortir" à tout moment d'un travail en cours et se retrouver exactement au même point lors du lancement suivant du programme: cela excuse l'absence de toute possibilité d'appel du DOS en "shell".

Les sorties

TANGO est un système résolument professionnel et, à ce titre, sera normalement utilisé en liaison avec un atelier de phototragage et des perceuses à commande numérique.

TANGO-PCB fournit donc des sorties "CAM" standardisées, à savoir des fichiers GERBER et EXCELLON.

TANGO-SCHEMATIC, pour sa part, sait aussi sortir des schémas en POSTSCRIPT, qui pourront ainsi être imprimés avec la plus haute qualité disponible, ou être inclus dans une documentation technique réalisée en PAO.

Il est dommage que les tracés de circuits imprimés ne puissent être sortis eux aussi en POSTSCRIPT dans la version de base de TANGO-PCB: on sait en effet que le "flashage" d'un film coûte très sensiblement moins cher que son phototragage pour une qualité comparable, même pour des travaux dont l'ampleur ne justifie pas l'acquisition de TANGO-PCB PLUS.

Bien entendu, TANGO peut sortir, en standard, sur toute une variété de traceurs (avec une vitesse réglable) et d'imprimantes laser grâce à une importante bibliothèque de "drivers".

La sortie sur imprimante matricielle est également possible, mais on sent bien que cette option est considérée comme un pis-aller, à utiliser surtout à des fins de contrôle. Le mode "draft", en particulier, ne trace que les contours des pistes et des pastilles: c'est infiniment plus rapide, plus clair quand on superpose plusieurs couches (TANGO sait en gérer jusqu'à 19!), et l'imprimante n'en durera que plus longtemps.

La meilleure résolution disponible est un peu décevante par rapport à certains logiciels, parfois bien moins coûteux, qui arrivent à obtenir une qualité étonnante sur une simple 9 aiguilles. Nous avons d'ailleurs eu les pires ennuis avec l'imprimante (AMSTRAD DMP 2000) qui nous sert quotidiennement avec lesdits logiciels: aucun des quatre drivers les plus proches n'a permis d'imprimer plus que ce que reproduit la figure 2.

Les données destinées à l'imprimante peuvent être redirigées vers un fichier-disque, ce qui est bien pratique pour les faire imprimer sur un autre micro. Attention toutefois, ces fichiers sont très encombrants et un seul a vite fait de remplir une disquette, même haute densité.

Outre le choix de l'échelle de reproduction qui, c'est assez rare, est variable en continu, des corrections dimensionnelles peuvent être appliquées indépendamment en vertical et en horizontal: cela permet de s'accommoder des pires déformations lors de l'impression, moyennant un étalonnage préalable.

Le lecteur s'étonnera peut-être de l'absence de distinction, dans notre propos, entre TANGO-SCHEMATIC et TANGO-PCB. En fait, l'utilisation des deux modules est tellement similaire que la question ne se pose même pas: quand on sait en utiliser un, on sait aussi se servir de l'autre!

Bien entendu, les bibliothèques ne sont pas les mêmes, et certaines fonctions diffèrent par essence même. Mais ces différences sont celles qu'on retrouve entre toute saisie de schémas et toute CAO de circuits imprimés.

Le routeur

Le routeur idéal, même très cher, n'existe probablement pas et n'existera sans doute pas de sitôt!

En fait, c'est davantage le couple routeur-opérateur dont il faudrait évaluer les performances.

Le meilleur routeur ne donnera, dans les mains d'un débutant, que de piètres résultats tandis qu'un opérateur expérimenté tirera souvent des résultats étonnants d'un routeur simple qu'il connaît à fond, et qu'il est prêt à aider judicieusement.

A ce titre, le produit de base TANGO-ROUTE pourra faire du fort bon travail si on prend le temps de le maîtriser à fond: plusieurs passes dont un contrôle des règles, une minimisation des vias, et un toilettage des pistes permettent d'atteindre des taux de succès de l'ordre de 85% sur des cartes de complexité moyenne.

Bien entendu, les exemples fournis avec le logiciel se routent à 100% et en un temps record, mais c'est le propre de toutes les démos...

A condition d'avoir quelques heures devant lui, TANGO-ROUTE PLUS est réputé pouvoir friser les 100% sur des cartes déjà très denses. Il est d'ailleurs capable de profiter au maximum des opportunités offertes par les cartes multicouches, sans avoir à se limiter à une seule paire de couches à la fois.

TANGO-ROUTE PRO, enfin, est un routeur de haut de gamme capable de remettre en cause jusqu'à dix fois de suite le travail déjà effectué s'il débouche sur une impasse. Probablement un des plus puissants outils de ce type en version PC...

Patrick GUEULLE

Les logiciels TANGO sont distribués par :
CK ELECTRONIQUE

Z.I. de la Bonde
6-8 rue René Cassin
91300 MASSY CEDEX
Tel. (1) 60 13 09 65
Fax. (1) 60 13 36 68

ETSF
recherche
auteurs.
Contactez
Claude Ducros
au 42 00 33 05

BORNIER D'ENTRÉES 8 VOIES TOUT OU RIEN

Voici le premier bornier de notre

réalisation domotique : le bornier

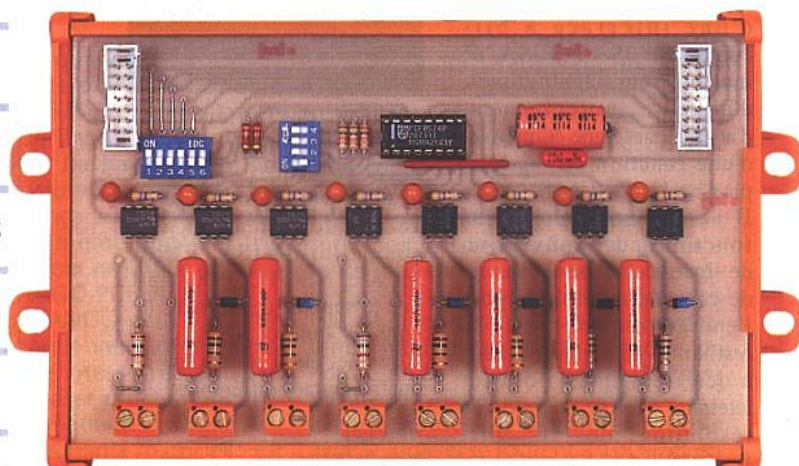
d'entrées TOR 8 voies. Ce bornier

fait partie des modules d'entrées-sorties

de la réalisation, et intervient dans la

partie automatisation de la réalisation

globale du système domotique.



Rappel de la réalisation globale

La réalisation que nous débutons aujourd'hui est une application de la domotique. Elle permet d'automatiser les fonctions vitales de votre appartement, et de vous apporter un confort supplémentaire. Du fait de sa modularité, cette réalisation permet de s'adapter à toutes les configurations d'appartement, et de répondre pratiquement à tous les problèmes d'automatisation que vous pouvez y rencontrer. Les différents modules publiés dans la revue seront programmés par un Atelier Logiciel externe qui vous permettra de créer votre propre application. A titre d'exemple, nous publierons deux configurations standard.

DESCRIPTION DU BORNIER 8 ENTRÉES

Le bornier d'entrées digitales est conçu à partir du circuit spécialisé I2C PCF 8574. Il est isolé sur chaque voie d'entrée, et permet d'adapter la tension d'entrée (jusqu'à 220 V continu ou alternatif) indépendamment sur chaque voie. Sa connectique permet de le relier par le bus à d'autres borniers d'entrées et de sorties, pour constituer ainsi un module d'entrées-sorties d'automatisation.

Le circuit PCF 8574

Le circuit PCF 8574 est le port d'entrées-sorties spécialisé compatible avec le bus I2C. Nous n'effectuerons pas la

description complète du fonctionnement de ce circuit, nous vous conseillons pour plus de renseignements de vous reporter aux descriptions déjà effectuées dans ces colonnes. La **figure 1** rappelle son brochage, qui se décompose comme suit :

- 3 lignes d'adresses A0 à A2 (broches 1 à 3) qui permettent de sélectionner le circuit présent sur le bus ;
- 8 lignes bidirectionnelles de données P0 à P7 (broches 4 à 7, et 9 à 12) ;
- 2 lignes du réseau I2C : SCL et SDA (broches 14 et 15) ;
- 1 ligne d'interruption (broche 13) ;
- 2 lignes d'alimentation 0 V et +5 V (broches 8 et 16).

L'adresse de ce circuit sur le réseau I2C est alors la suivante :

0100 A2 A1 A0 R/W

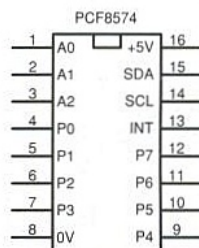
L'adresse de base du circuit (0100xxxx) est définie par le constructeur, et figée lors de la fabrication de la puce ; A2, A1 et A0 sont les trois bits d'adresse commutables et R/W le bit de lecture-écriture (R/W=1 pour une lecture, et 0 pour une écriture).

Note : nous vous conseillons de ne pas utiliser pour cette réalisation le circuit PCF 8574A, car son adresse de base

sur le réseau est la même que les circuits pilotant les afficheurs sept segments, qui seront utilisés pour les horloges décrites dans de prochains numéros.

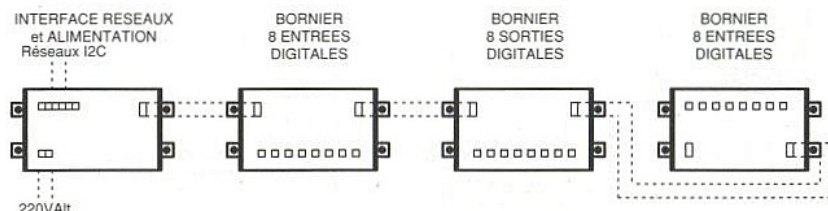
Schéma électrique

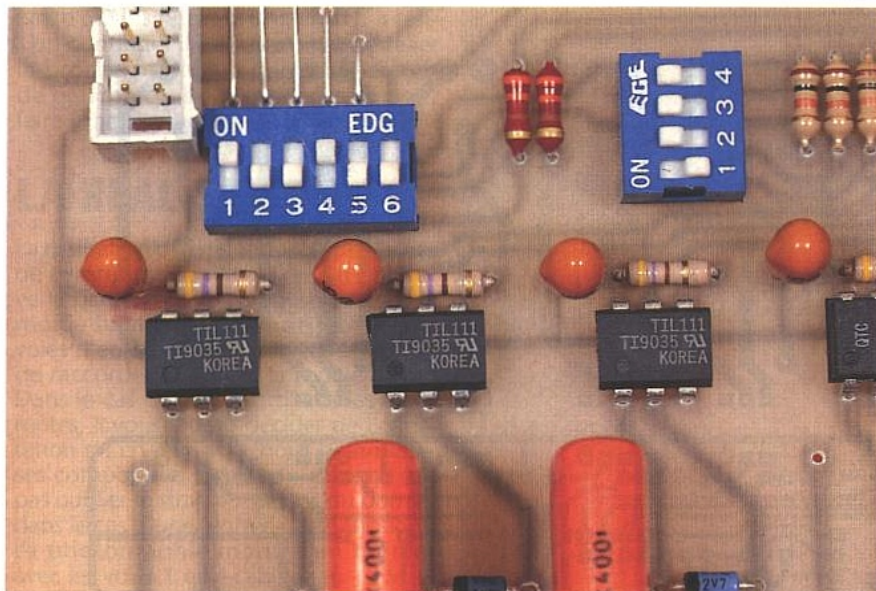
Le schéma électrique de ce bornier représenté **figure 2** est d'une simplicité renversante. On retrouve au centre du schéma le circuit PCF 8574. Ses lignes d'adresses sont forcées à l'état haut par des résistances, et la sélection d'une adresse parmi les huit possibles sur un réseau s'effectue par le bloc interrupteur DIL S1. Les lignes SCL et SDA sont reliées via des résistances de protection au bloc interrupteur DIL S2.



■ **Figure 1 :** brochage du PCF 8574.

■ **Figure 3 :** l'interconnexion des modules.



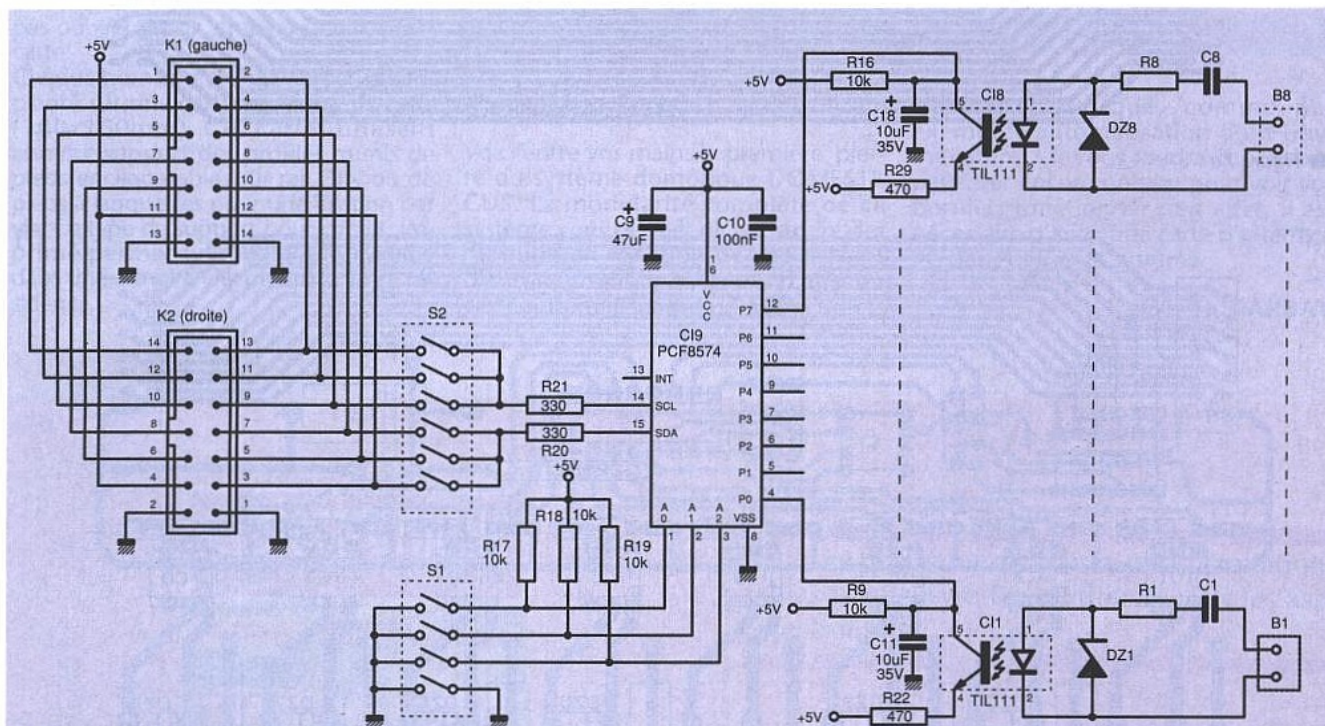


■ Les optocoupleurs d'isolement galvanique.

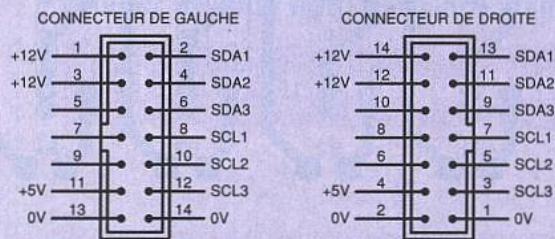
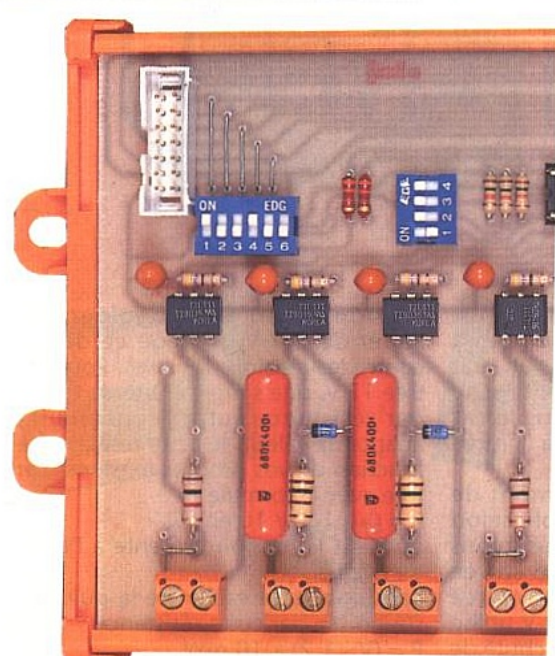
Ce bloc d'interrupteurs permet de sélectionner un des trois réseaux I2C présents sur les connecteurs HE10 14 points.

Liaison inter-borniers

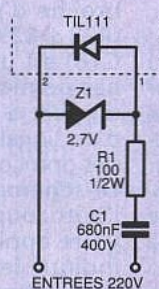
La liaison entre les borniers, pour former un module d'entrées-sorties, s'effectue par des connecteurs HE10 14 points reliés entre eux par une petite longueur de fil en nappe, selon le schéma de la figure 3. Le brochage des connecteurs est représenté figure 4. On retrouve les trois réseaux utilisables (SDA1-SCL1, SDA2-SCL2, SDA3-SCL3), ainsi que les tensions d'alimentation +5 V et +12 V. Si vous désirez câbler les borniers avec une autre technique que celle de la nappe de fils, attention à l'inversion des broches entre le connecteur de gauche et celui de droite.



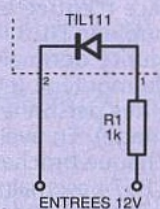
■ Figure 2 : le schéma fonctionnel.



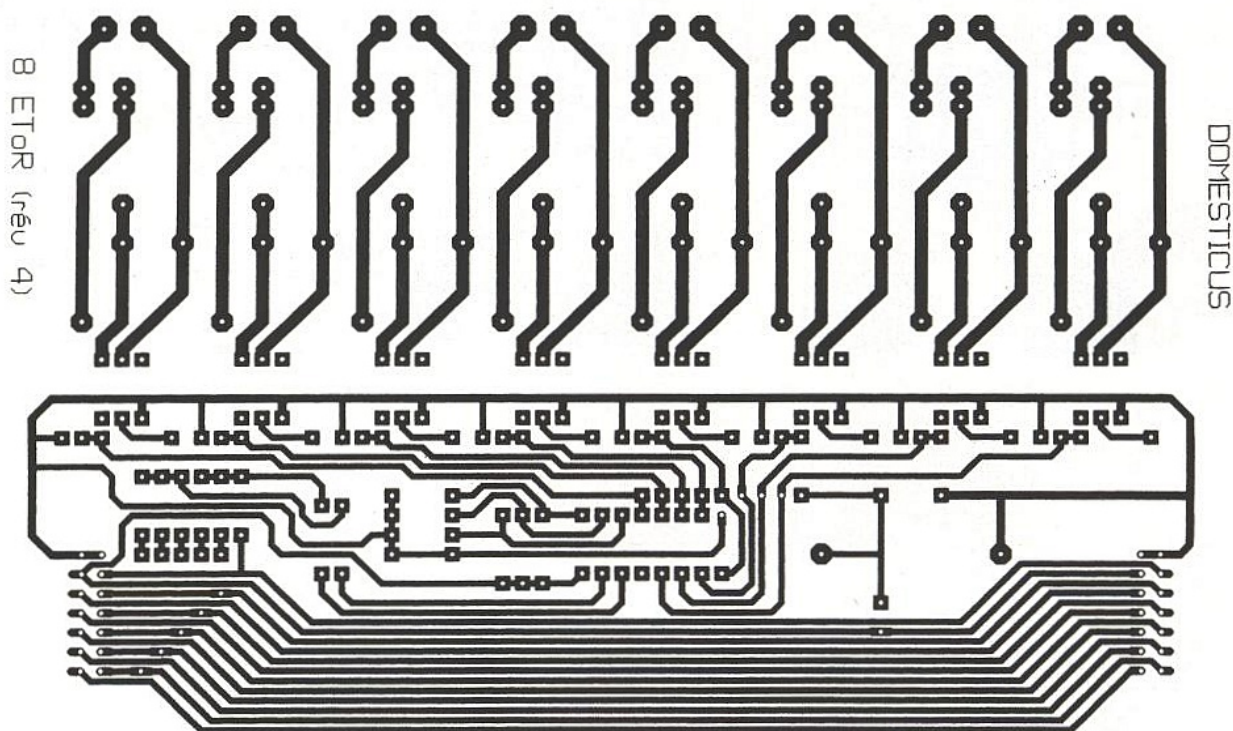
■ Figure 4 : brochage des connecteurs HE 10.



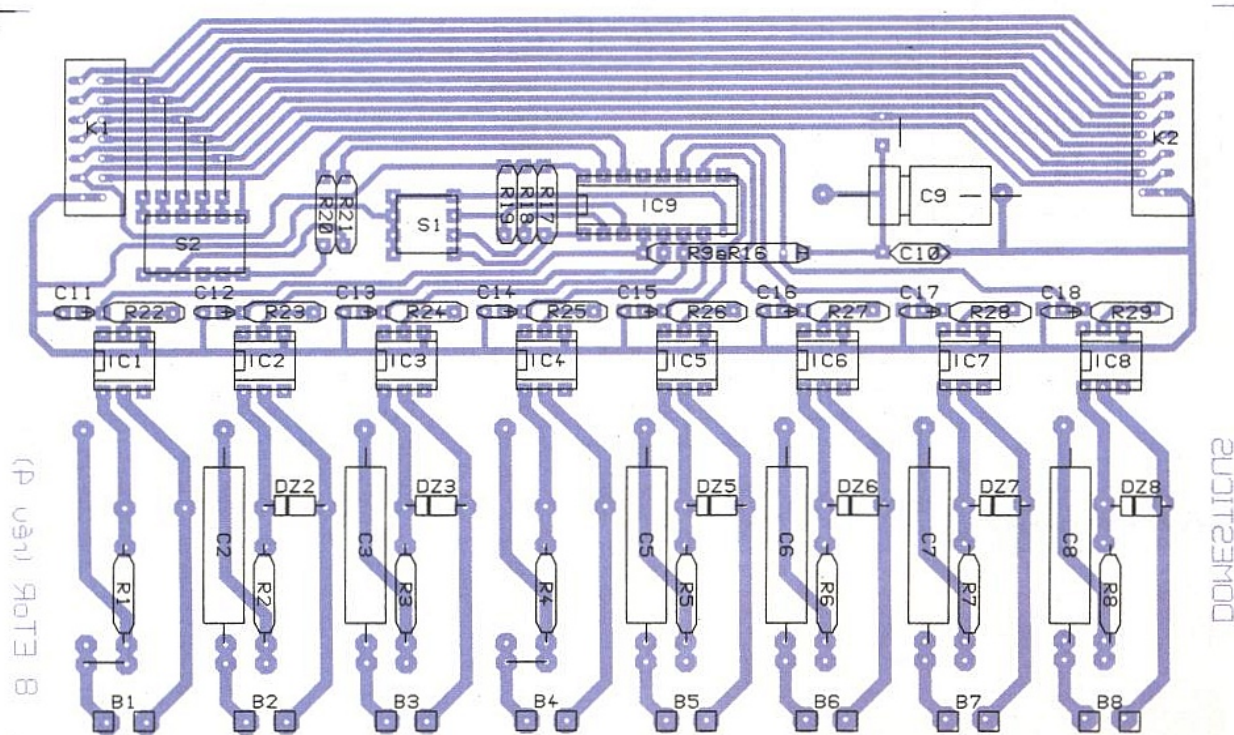
■ Figure 5 : entrée AC.



■ Figure 6 : entrée DC 12 V.



■ Figure 7a



■ Figure 7b

Interface d'entrées

L'interface d'entrée est assurée par un optocoupleur TIL 111, pour garantir une sécurité optimale au fonctionnement du montage (et une bonne protection des personnes intervenant sur ce montage).

En aval de cet optocoupleur, chaque broche du port d'entrée du PCF 8574 est maintenue au repos à l'état haut par une résistance (R9 à R16). En cas de présence d'une tension à l'entrée de cet optocoupleur, le transistor intégré force à l'état bas la

broche d'entrée via une résistance (R22 à R29). Le condensateur (C11 à C18) est utilisé pour garantir un état bas permanent pour chaque broche du port d'entrée, même dans le cas d'un signal alternatif présent à l'entrée des optocoupleurs.

Le schéma électrique en amont de l'optocoupleur est modulable selon votre application. Nous vous avons indiqué le schéma pour une entrée 220 V (figure 5), et pour une entrée 12 V (figure 6). L'entrée 220 V utilise un circuit RC pour effectuer la chute de

tension dans l'optocoupleur. Une zéner de 2,7 V protège ce dernier contre les tensions inverses. Pour l'entrée 12 V, une simple chute de tension par résistance suffit. Vous pourrez adapter la valeur de cette résistance en fonction de vos propres tensions d'entrée avec la formule :

$$R = (V - 1,2) / 10 \text{ en } k\Omega$$

où V est la tension présente à l'entrée de la voie.

Sans oublier la valeur de la puissance supportée par cette résistance :

$$P = (V - 1,2) \times 10 \text{ mW}$$

Note : Dans le cas d'une entrée à tension continue, il est nécessaire de relier la broche positive à la résistance (vis de gauche du bornier d'entrée) pour faire fonctionner l'optocoupleur.

LA RÉALISATION

La réalisation de ce bornier n'appelle pas de commentaire particulier. On retrouve la partie basse-tension isolée dans la moitié haute du montage, et les huit voies d'entrées alignées avec les bornes de raccordement dans la moitié basse. Dans le cas de tensions d'entrées différentes, il vous faudra décider de l'affectation de chaque voie pour déterminer ses composants avant son câblage (ne pas oublier le strap au dessus du bornier dans le cas d'une entrée basse tension). La photographie montre un bornier avec les voies 1 et 4 câblées en 12 V, et les voies 2,3,5,6,7 et 8 câblées en 220 V. On retrouve l'implantation du bornier photographié **figure 7**. Attention à ne pas oublier les six straps présents sur la carte.

Chaque bornier d'entrées-sorties est implanté sur une carte au format Europe (100x160mm). Ces cartes utilisent comme support des profilés munis de pieds encliquetables sur rail DIN ou de pieds à languettes pour une fixation par vis. Ce type de support pour circuit imprimé permet une installation aisée dans une armoire électrique de votre résidence.

NOMENCLATURE

Résistances

R1 à R8 : 100 Ω 1/2 W, si version 220 V
1 k Ω , si version 12 V
R9 à R16 : Réseau SIL 8 x 10 k Ω
R17, R18, R19 : 10 k Ω
R20, R21 : 330 Ω
R22 à R29 : 470 Ω

Condensateurs

C1 à C8 : 680 nF 400 V, si version 220 V
Strap si version 12 V
C9 : 47 μ F 40 V
C10 : 100 nF
C11 à C18 : 10 μ F 35 V tantale

Semiconducteurs

DZ1 à DZ8 : Zener 2,7 V, si version 220 V
IC1 à IC8 : TIL111
IC9 : PCF8574

Divers

K1, K2 : Connecteurs HE10 males 2 x 7 points sans verrou
S1 : Dipswitch horizontal 4 inters
S2 : Dipswitch horizontal 6 inters
B1 à B8 : Borniers doubles à vis au pas de 5,08 mm
1 support pour CI 16 broches
1 profilé pour carte Europe 100 x 160 mm
2 plaques de fermeture pour montage direct ou montage sur profilé

Conclusion

Voici entre vos mains la première pierre du système domotique DOMESTICUS. La modularité complète de ce système vous permet de construire des modules en fonction de vos besoins d'automatisation, et même d'affecter cette automatisation à d'autres sujets

que la domotique, comme par exemple l'automatisation d'un train miniature... Il vous faudra cependant patienter encore un peu pour voir vos borniers fonctionner ; en effet, il est nécessaire d'avoir une carte d'interface PC pour utiliser le système.

J. GARBAY



Votre
CADEAU :
2 logiciels

Recevez chaque mois toutes les informations indispensables pour suivre l'évolution de tous les aspects de l'électronique.

- Profitez de notre offre spéciale d'abonnement recevez

12 n° d'Electronique Radio Plans



2 logiciels exclusifs en cadeau :

- TELENEWS : protocole de téléchargement pour dialoguer avec notre serveur 3615 ERP - Version DOS et Windows.
- Emul 2 : émulateur minitel sur PC pour optimiser l'exploitation minitel.

Profitez de cette offre exceptionnelle

ABONNEZ-VOUS !



CARTE MULTI-FONCTIONS POUR PC

La carte proposée dans le présent

article présente une particularité,

dans la mesure où elle a été

conçue originellement pour la

commande d'un générateur de

fonctions, qui sera par ailleurs proposé

dans ce numéro. Nous avons pensé

qu'il ne serait pas inutile, au prix de

petites modifications, de proposer à nos lecteurs un circuit, qui, tout en

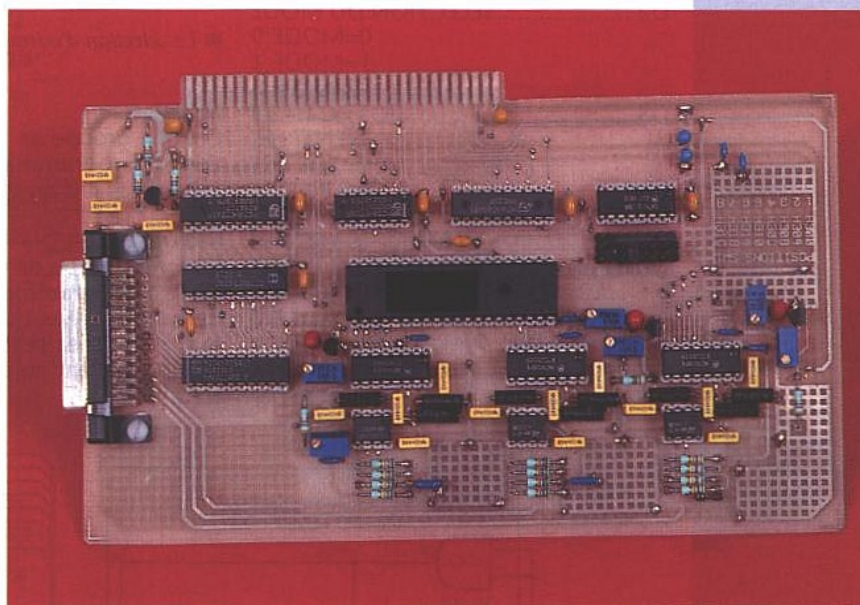
étant destiné à piloter le générateur, pourrait également convenir à la

commande d'autres systèmes variés, tels les moteurs CC d'un bras robot par

adjonction de quelques montages externes ou plus simplement la commande

de relais et la lecture de capteurs. Nous détaillerons en fin d'article quelques

exemples d'applications possibles.



LA CARTE

Logique de commande

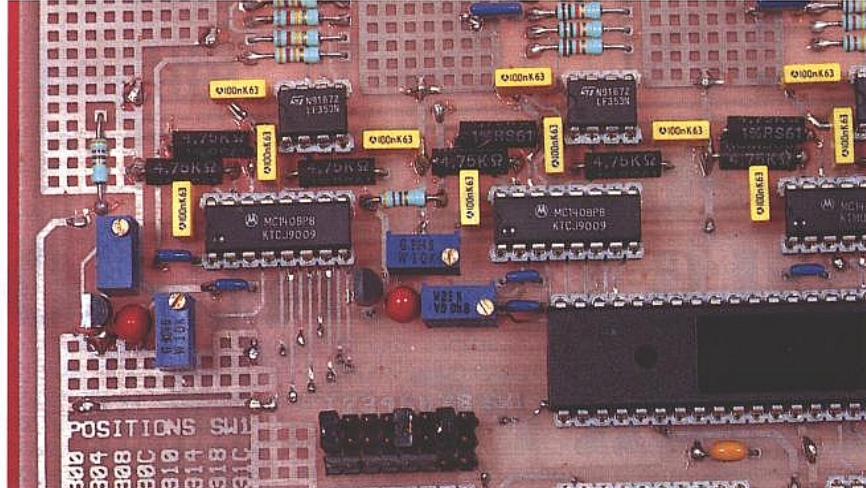
Le schéma de principe est donné à la figure 1. Le décodage des différentes adresses nécessaires au fonctionnement de la carte est assuré par deux circuits intégrés : IC3, un 74LS688 (comparateur de mots binaires) et IC2, un 74LS138 (décodeur 3 vers 8). Tant que les niveaux des lignes connectées aux entrées Q0 à Q7 ne correspondent pas aux niveaux de celles connectées aux entrées P0 à P7, et que l'entrée de validation du circuit G barre reste au

niveau haut, la sortie P=Q de IC3 reste à 1. Si une adresse comprise entre H300 et H31F (domaine réservé aux cartes prototypes) est envoyée sur le bus, alors les lignes A8 et A9 passent au niveau logique 1 tandis que les autres passent à 0, ainsi que la ligne AEN. Dans le même temps, la ligne IORD barre ou IOWR barre présente un flanc descendant selon qu'il s'agit d'une lecture ou d'une écriture. La sortie d'une des portes ET de IC4 valide le comparateur dont la broche 19 passe au 0 logique, validant IC2 et IC1, amplificateurs de bus bidirectionnels, dont le sens de fonctionnement est assuré sur sa broche 1 par la ligne IORD barre. IC2 se voit appliqué sur ses entrées les lignes d'adresses A2, A3 et A4,

ce qui permet l'utilisation de huit adresses différentes : quatre sont réservées au PPI 8255; les quatre restantes sont partagées entre le port de sortie 8 bits et le port d'entrée, également de 8 bits. Les SWITCHES SW1 seront positionnés en conséquence, en prenant garde aux conflits d'adresses pouvant survenir avec d'autres cartes. IC4 sera validé par l'intermédiaire d'un transistor inverseur puisque son entrée CLOCK nécessite un flanc montant. Le PPI 8255 nécessitant quatre adresses supplémentaires (mais en interne), est connectée aux lignes A0 et A1. Ainsi, si son adresse de base est H300, le port A sera situé en H300 ; le port B le sera en H301 et le port C en H302. Le registre de contrôle lui, verra son adresse en H303. C'est là que sera envoyée la

donnée H80 qui positionnera tous les ports en sorties. Le tableau ci-dessous propose un bref rappel sur le fonctionnement du 8255, ce qui ne nous a pas semblé inutile étant donné le nombre important de combinaisons et de configurations possibles.

GROUPE A	
D0	PORT C BAS
	1=ENTREES
	0=SORTIES
D1	PORT B
	1=ENTREES
	0=SORTIES
D2	SELECTION DU MODE
	0=MODE 0
	1=MODE 1
GROUPE B	
D3.....	PORT C HAUT
	1=ENTREES
	0=SORTIES
D4	PORT A
	1=ENTREES
	0=SORTIES
D5, D6	SELECTION DU MODE
	00=MODE 0
	01=MODE 1
	1X=MODE 2
D7	DRAPEAU DE MODE
	1=ACTIF



■ La sélection d'adresses et les convertisseurs.

MODE 0.

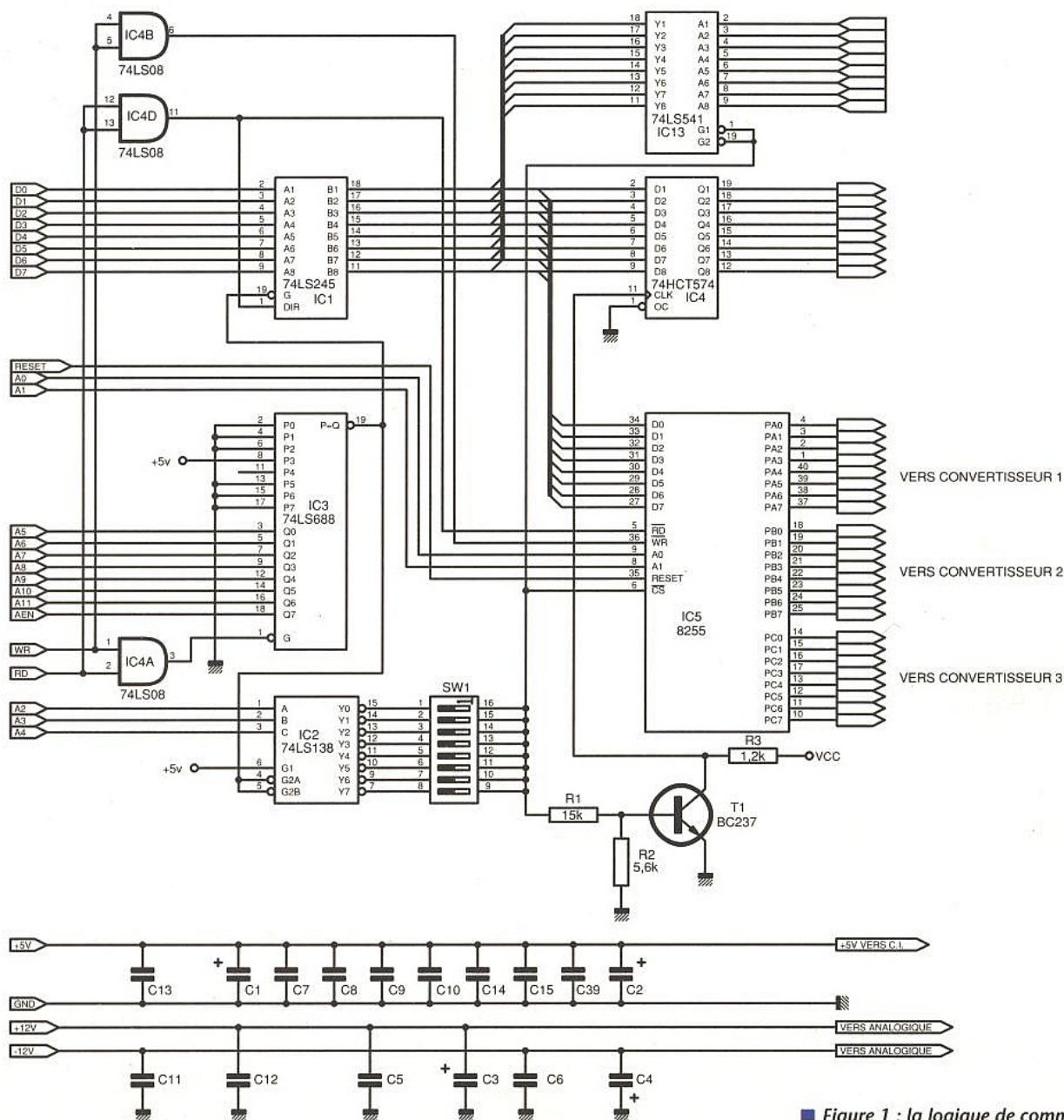
Chaque groupe de douze entrées-sorties est programmable par ensemble de quatre, soit en entrées, soit en sorties.

MODE 1.

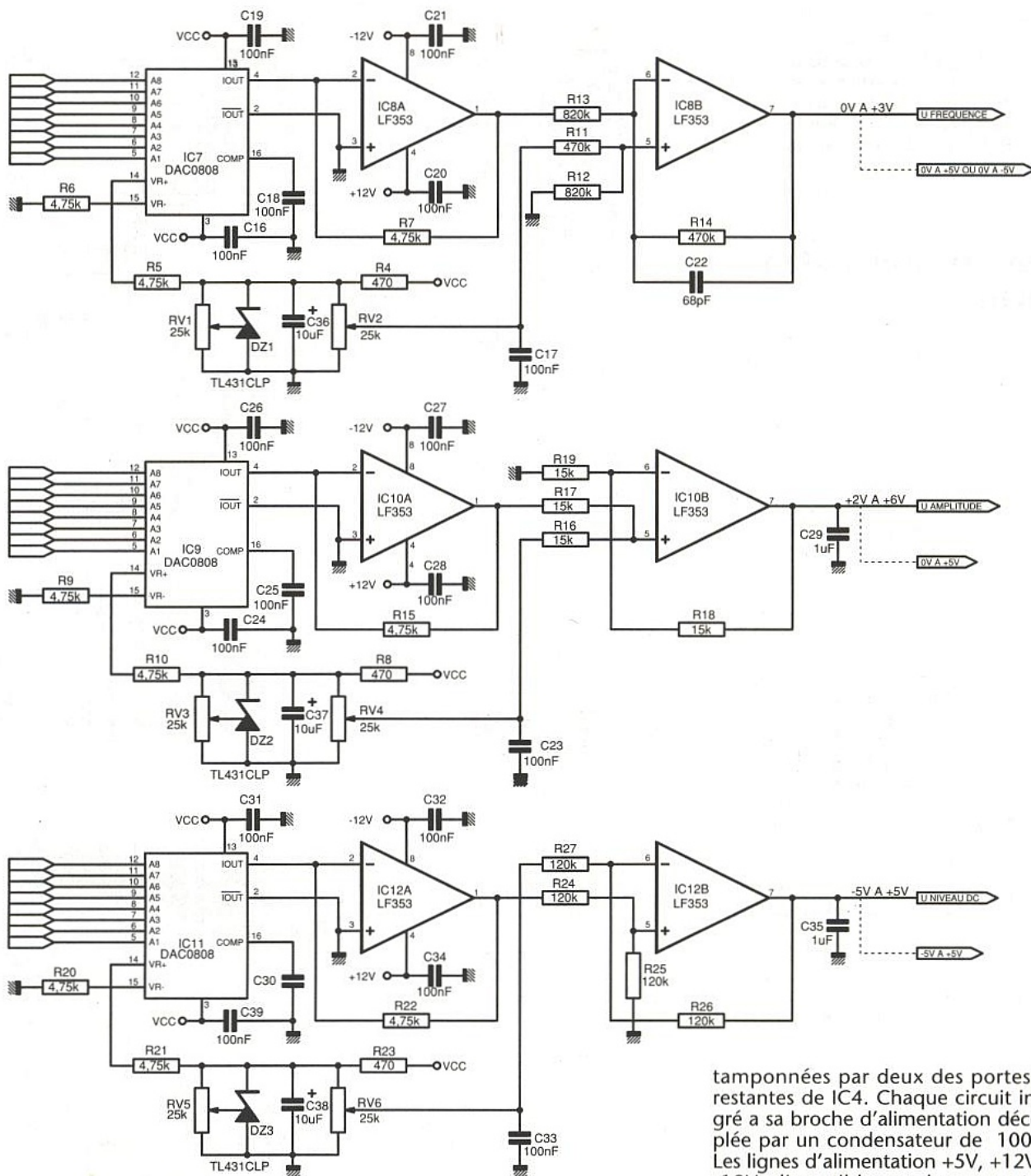
Chaque groupe de douze entrées-sorties est programmable par ensemble de huit entrées ou huit sorties. Les quatre lignes restantes de chaque groupe servent au contrôle des transferts.

MODE 2.

Un groupe de huit lignes est utilisé comme bus d'échange bidirectionnel. Cinq des lignes restantes sont utilisées pour le contrôle des échanges. Notre carte a également été pourvue de huit sorties et de huit entrées. Les huit sorties sont assurées par une octuple bascule 74LS574, IC4. Les entrées, quant à elles, sont bufférisées par un amplificateur de ligne 74LS541, IC13. Les lignes IORD barre et IOWR barre sont

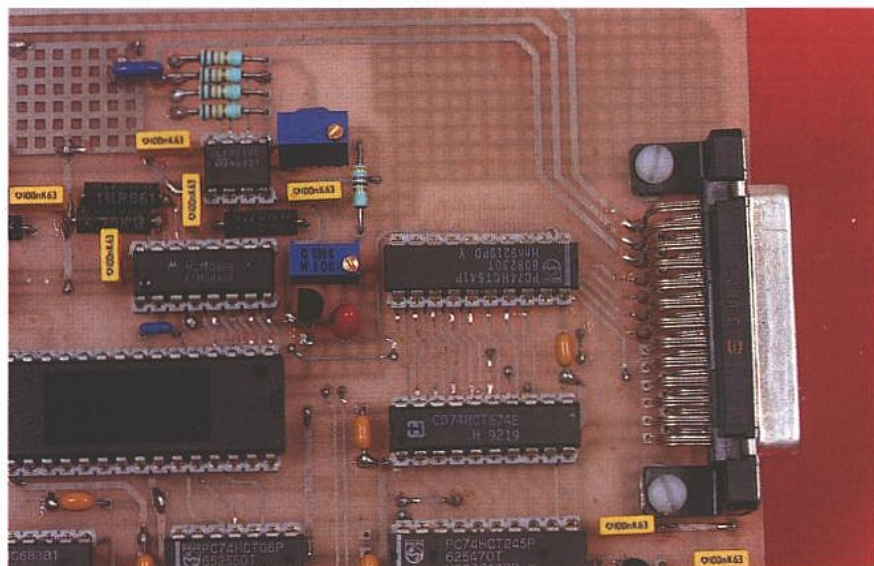


■ Figure 1 : la logique de commande



■ Figure 2 : le traitement analogique.

tamponnées par deux des portes ET restantes de IC4. Chaque circuit intégré a sa broche d'alimentation découplée par un condensateur de 100nF. Les lignes d'alimentation +5V, +12V et -12V, disponibles sur le connecteur SUBD 25 broches, sont également filtrées par divers condensateurs.



La partie analogique de la carte

Son schéma est représenté en figure 2. Pour cette partie analogique de la carte, trois convertisseurs digitaux-analogiques ont été mis en œuvre. En effet, pour assurer le pilotage du générateur de fonctions, trois tensions sont nécessaires :

- une tension de 0V à +3V qui se chargera de la commande de la fréquence des signaux. Cette tension devra d'ailleurs pouvoir s'ajuster par exemple de +0,5V à +2,5V de manière à pouvoir limiter l'excursion en fréquence de chaque gamme ;
- une tension de +2V à +6V qui servira à régler l'amplitude des signaux de sorties du générateur ;

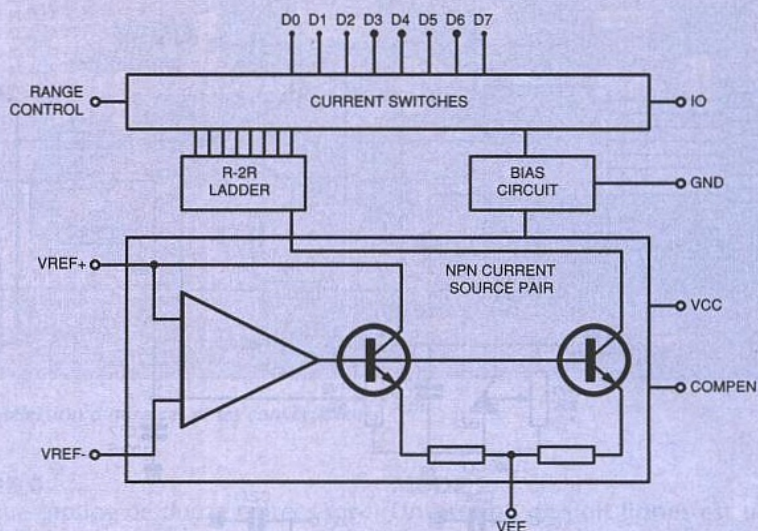
- une tension bipolaire de -5V à +5V, avec laquelle nous pourrions ajuster l'offset de sortie. Les amplificateurs opérationnels de sortie ont été câblés de telle sorte que l'on puisse obtenir des tensions de sortie (IC8 et IC10) allant de 0V à +5V, tensions qui pourraient être utilisées pour d'autres applications, comme nous le signalons en début d'article.

L'électronique de la carte

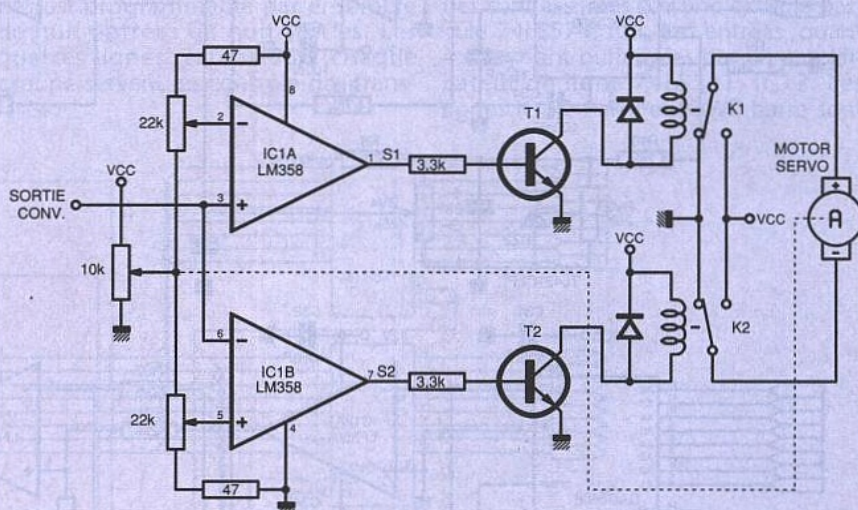
Les CNA employés sont des DAC0808 ou LM1408-8, composants bon marché, et de caractéristiques honorables (150ns). Ils s'interfacent très facilement avec les différentes logiques (TTL, DTL et CMOS). Le schéma interne est donné en **figure 3**. Leur mise en œuvre est très simple puisqu'elle ne nécessite que quelques résistances et condensateurs et une tension de référence. Cette dernière est fournie pour chaque convertisseur, par une zener ajustable fournissant une tension très stable. Cette zener peut être réglée dans une large plage (de +2V à +37V), ce qui en fait le composant idéal dans toutes sortes de circuits. Les amplificateurs opérationnels de sortie sont des modèles tout à fait courants, et pourront d'ailleurs être remplacés par des AOP d'autres types comme le TL082 par exemple. IC8B est monté en amplificateur inverseur. Son entrée non-inverseuse reçoit une tension continue prélevée sur la tension de référence du convertisseur IC7, ce qui permet comme nous l'avons dit plus haut, le réglage de la plage de sortie. IC10B est configuré en amplificateur sommateur non-inverseur. Cette configuration permet donc d'ajouter à la tension de sortie du CNA IC9, une tension réglable par la résistance ajustable RV4, permettant ainsi le décalage. IC12B reçoit d'une part sur son entrée non-inverseuse, la tension présente en sortie de IC11, et d'autre part une tension prélevée par RV6 sur la tension de référence de IC11. Ceci permet de disposer en sortie de l'amplificateur opérationnel d'une tension bipolaire (-5V à +5V). Chaque AOP voit ses deux lignes d'alimentation découplées par des condensateurs. Même chose pour les convertisseurs, dont les condensateurs de découplage doivent être placés au plus près des broches.

Quelques exemples d'applications

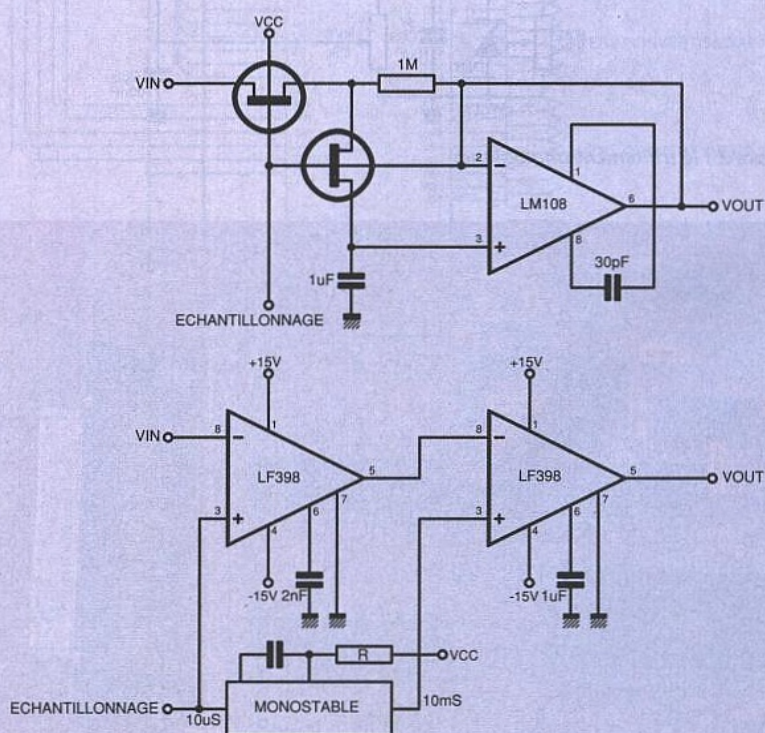
Comme on peut le voir, la diversité des tensions fournies par cette carte ainsi que ses deux ports d'entrées-sorties, en font un montage utilisable pour de multiples applications. Dans la suite de ce paragraphe nous tenterons de proposer à nos lecteurs quelques idées d'utilisation de ce circuit, en espérant qu'elles pourront les guider pour mener à bien des réalisations personnelles qu'ils pourraient entreprendre. Nous ne proposerons pas de réalisations de circuits imprimés, ce qui sortirait du cadre de cet article. Tout



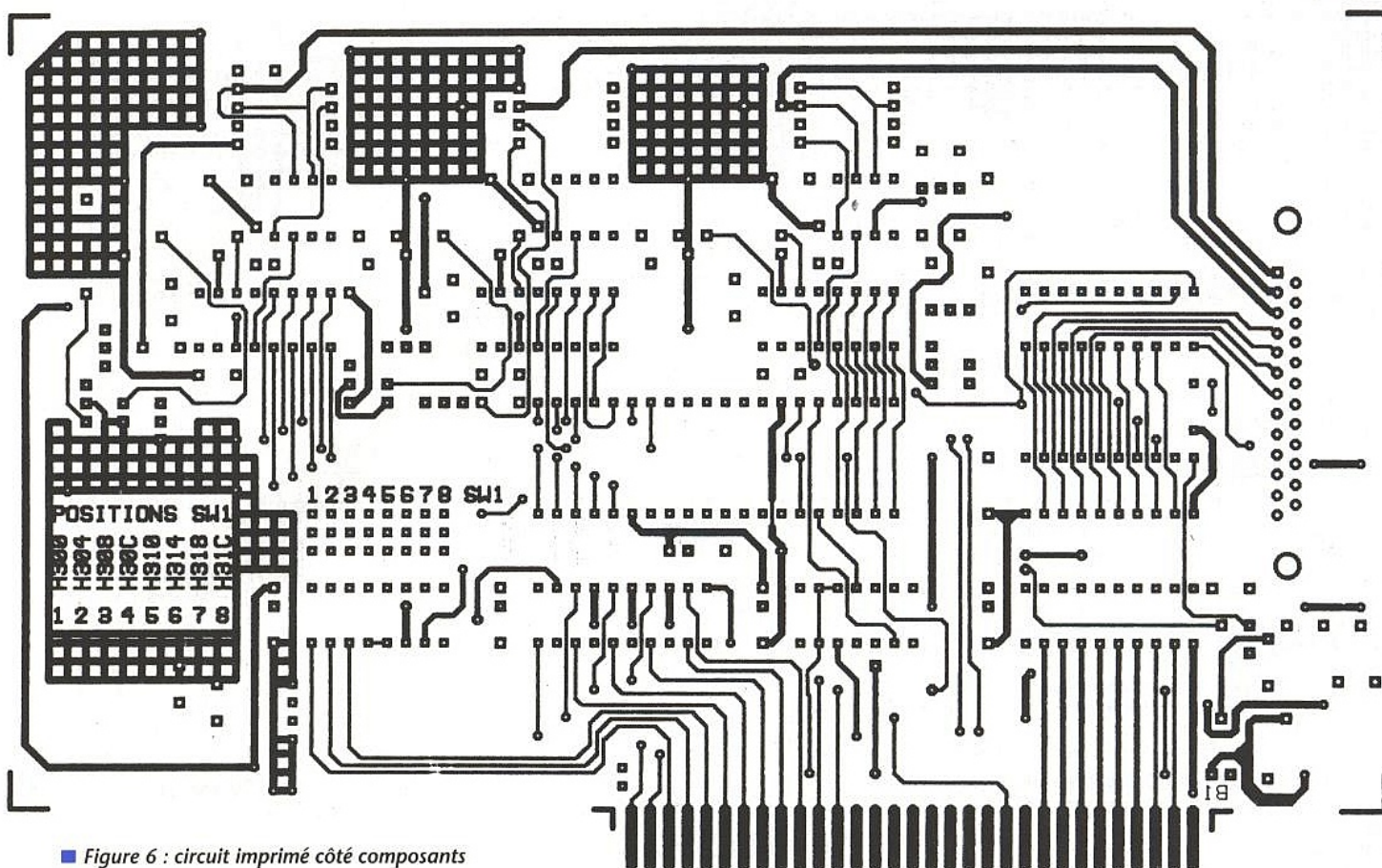
■ Figure 3 : synoptique du DAC 0808.



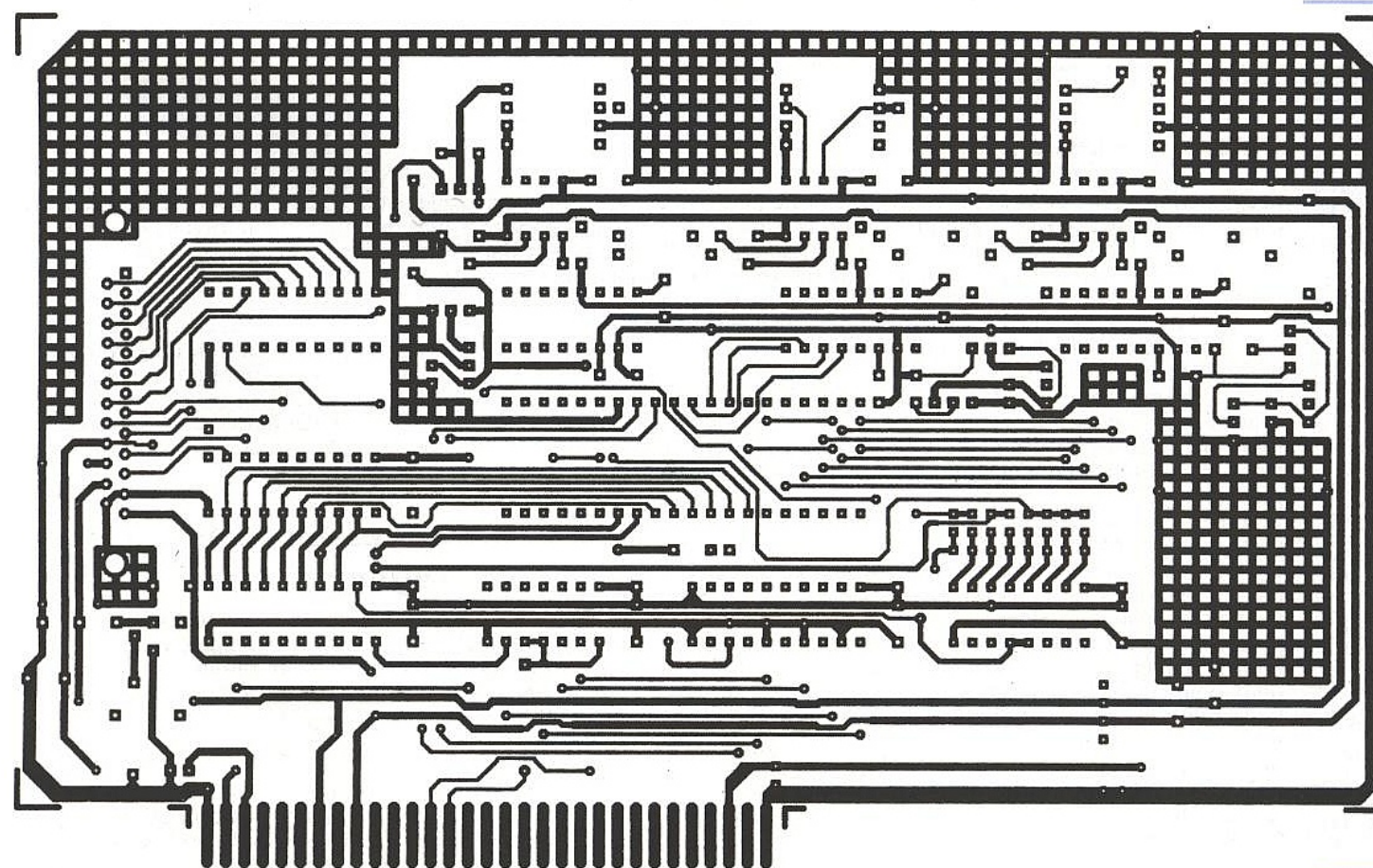
■ Figure 4 : application à la commande d'un moteur.



■ Figure 5 : application avec multiplexage et échantillonnage-blocage.



■ Figure 6 : circuit imprimé côté composants

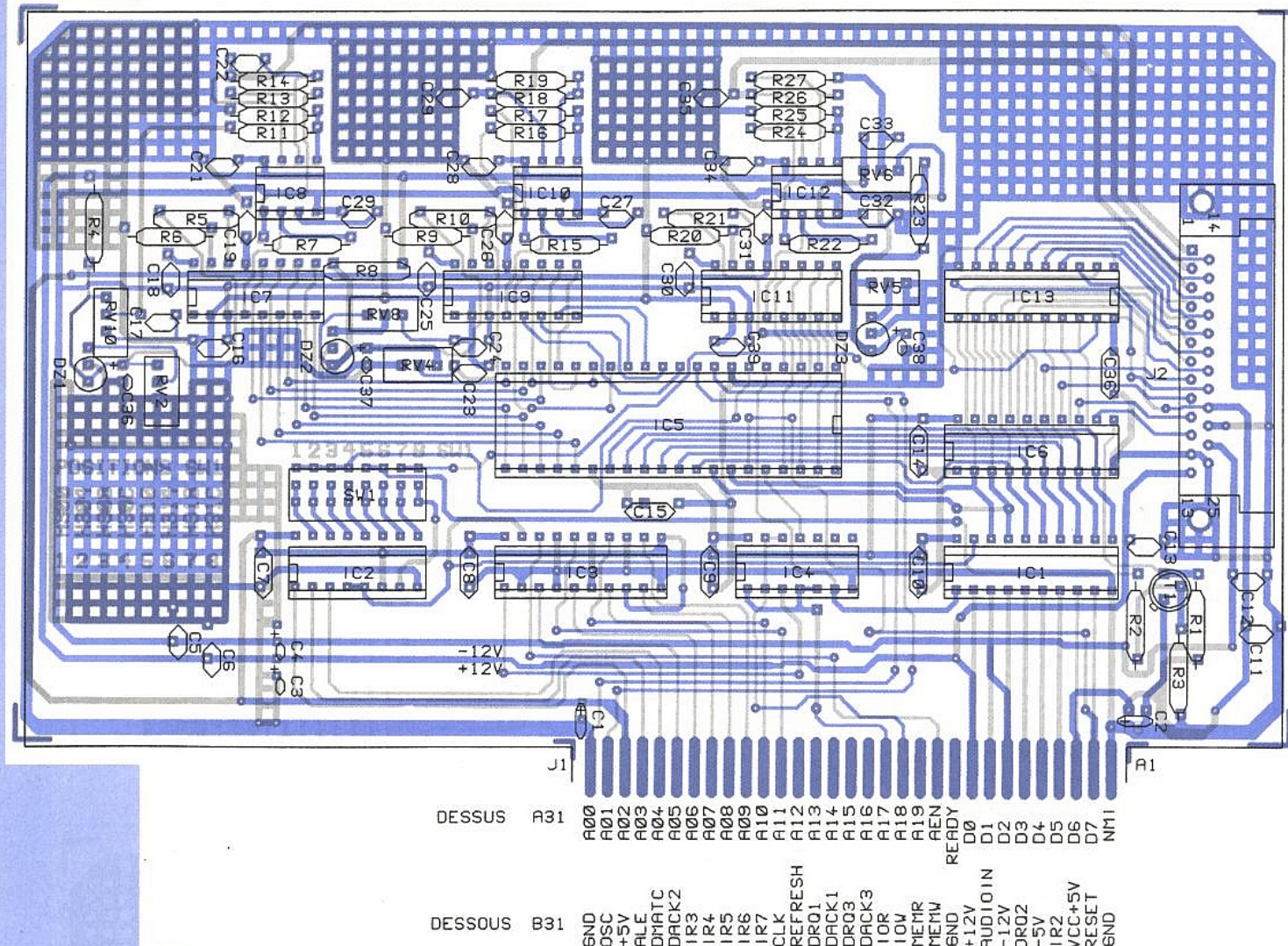


■ Figure 7 : côte cuivre

d'abord, et outre la commande d'appareils de mesure (que nous verrons par ailleurs), cette carte peut être utilisée pour la gestion d'un système robotique, modeste mais néanmoins efficace.

La figure 4 représente la mise en œuvre d'un tel dispositif. Dans ce cas, un simple comparateur à fenêtre est l'interface entre le convertisseur et le moteur à courant continu. La largeur

de la fenêtre est ajustée par les deux résistances VR1 et VR2. La tension issue du convertisseur (V_{conv}) attaque l'entrée non-inverseuse de IC1A et l'entrée inverseuse de IC1B. Si V_{conv} est supé-



■ Figure 8 : implantation de la carte.

rière à Vrefh, S1=1 et S2= 0, le relais colle et le moteur est alimenté jusqu'à ce que la tension présente sur le curseur de P1 (solidaire de l'axe du moteur) rétablisse l'équilibre. Si Vconv est inférieure à Vrefb, S1=0 et S2=1. Le relais K2 s'enclenche et alimente le moteur qui tourne dans le sens contraire jusqu'à ce que l'équilibre soit à nouveau rétabli. Il est évident que la fenêtre ne doit pas être réglée d'une façon trop étroite, afin que le moteur puisse s'arrêter sans osciller autour de la position de repos dans le cas contraire, ce qui ne manquerait pas de se produire, le rotor possédant une certaine inertie. Bien que très simple, ce système permet néanmoins une très bonne précision de positionnement. Pour obtenir le maximum de performances, deux points sont à respecter scrupuleusement: le potentiomètre P1 de suivi de tension devra être d'excellente qualité et le moteur devra posséder une démultiplication à pignons sans aucun jeu. Son alimentation devra également être indépendante de celle des amplificateurs opérationnels du comparateur à fenêtre. Notre carte est pourvue de trois convertisseurs. Cela peut s'avérer insuffisant suivant l'application envisagée. Ce nombre peut être artificiellement augmenté par l'emploi d'échantillonneurs-bloqueurs. La figure 5 vous donne deux exemples tirés de notes d'application de constructeurs. Le port

de sortie huit bits de notre montage sert alors de lignes d'échantillonnage. Huit montages similaires peuvent alors être mis en œuvre, ce qui nous semble un nombre très amplement suffisant. Les condensateurs utilisés pour l'échantillonnage doivent être de qualité irréprochable (téflon, polyéthylène ou polycarbonate). Pour conclure, les deux ports d'entrées-sorties de notre circuit peuvent être utilisés plus simplement pour la commande de relais et la lecture de capteurs (de fin de course par exemple, dans le cas de moteurs). Tel quel, le port de sorties ne fournit pas un courant suffisant à l'alimentation de relais électromécaniques. Il faudra intercaler soit un transistor, soit un CI (tel le ULN2803A), octuple réseau de darlington pouvant débiter 500 milliampères par sortie. De même, le port de huit entrées n'a pas été pourvu de résistances de rappel. Elles devront être câblées extérieurement soit au plus, soit à la masse.

LA RÉALISATION

Les dessins du circuit imprimé double face sont représentés en figures 6 et 7, respectivement pour le verso et le recto. On utilisera le dessin représentant l'implantation en figure 8 pour se repérer durant le câblage. Pour ce der-

nier, vous devrez obligatoirement utiliser des supports de circuits intégrés, étant donné la densité élevée des composants surtout au niveau des convertisseurs et des amplificateurs opérationnels. Pour le découplage des broches d'alimentation de ces derniers, utilisez de préférence des modèles LCC. Pour les condensateurs de découplage des lignes d'alimentation du bus du PC, choisissez des modèles au tantale.

Les essais et les réglages

Une fois câblée et dûment vérifiée, la carte pourra être peuplée par les circuits intégrés qui seront enfichés sur leur support. Ne mettez pas en place les convertisseurs. Configurez les adresses de votre carte. Enfichez-la dans l'un des slots du PC. Vérifiez par envoi des instructions adéquates le bon fonctionnement du port de sorties, ainsi que celui du port d'entrées. La même chose sera faite pour la programmation du PPI 8255. Le petit programme ci-dessous donne un exemple pouvant être utilisé pour ce test.

```
REM ***TEST DES ENTREES ET DES SORTIES***
REM ***adresse du 8255: H300 à H303***
REM ***adresse du port de sortie:
```


H310***

REM ***adresse du port d'entrée:
H318***

OUT & H303, H80 REM positionne-
ment des ports A, B et C du 8255 en
sorties

OUT & H300, 255 REM toutes les lignes
du port A à 1

OUT & H301, 255 REM toutes les lignes
du port B à 1

OUT & H302, 255 REM toutes les lignes
du port C à 1

OUT & H310, 255 REM toutes les lignes
du port de sorties à 1

DO REM*** test ***

A=inp(&H318) REM*** des ***

PRINT A REM*** lignes ***

LOOP REM*** d'entrées ***

Le bon fonctionnement constaté, vous
pouvez passer au réglage des tensions
de référence utilisées par les convertis-
seurs. Réglez ces tensions à environ 5 V.
Le réglage final sera effectué en fonc-
tion de l'utilisation de la carte. Si tout
est conforme, vous pouvez maintenant
mettre en place les circuits convertis-
seurs (après avoir éteint l'ordinateur),
et mesurer leur tension de sortie par
envoi de différents octets sur leurs en-
trées digitales. Vérifiez que par ajusta-
ge des différentes résistances de ré-
glages, vous obtenez les valeurs de
tensions décrites précédemment ainsi
que leur décalage.

Patrice OGUIC

NOMENCLATURE.

Résistances

R1, R16, R17, R18, R19 : 15 kΩ 5%
R2 : 5,6 kΩ 5%
R3 : 1,2 kΩ 5%
R4, R8, R23 : 470 Ω 5%
R5, R6, R7, R9, R10, R15, R20, R21,
R22 : 4,75 kΩ 1%
R11, R14 : 470 kΩ 5%
R12, R13 : 820 kΩ 5%
R24, R25, R26, R27 : 120 kΩ 5%

Condensateurs

C1, C2 : 4,7 μF 15 V tantale
C3, C4, C36, C37, C38 : 10 μF 15 V
tantale
C5, C6, C7, C8, C9, C10, C11, C12,
C13, C14, C15, C16, C17,
C18, C19, C20, C21, C23, C24, C25,
C26, C27, C28, C30, C31,
C32, C33, C34 : 100 nF
C22 : 68 pF
C29, C35 : 1 μF

Résistances ajustables multitours

RV1, RV2, RV3, RV4, RV5, RV6 : 25 kΩ

Circuits intégrés

IC1 : 74HCT245
IC2 : 74LS138
IC3 : 74HCT688
IC4 : 74HCT08
IC5 : 8255
IC6 : 74HCT574
IC7, IC9, IC11 : DAC0808 ou
LM1408-8
IC8, IC10, IC12 : LF353 ou TL082
IC13 : 74HCT541

Semi-conducteurs

T1 : BC237
DZ1, DZ2, DZ3 : TL431CLP

Divers

4 supports de circuit intégré 20
broches
1 support de circuit intégré 14 broches
4 supports de circuit intégré 16
broches
3 supports de circuit intégré 8 broches
1 connecteur SUBD 25 broches femelle
3 barettes sécables de 8 picots avec
trois cavaliers

Les Opportunités

Chimique PRO CO 38 - 350/400 V	
1500 MF.....	40,00
2200 MF.....	45,00
Tubes Electroniques neufs	
Pentode de Puissance 6L6 métal RCA.....	40,00
Régulatrice OA2 + support stéatite.....	10,00
Moteurs démultipliés - Blindés - Axe 6 mm	
3 modèles 1 tour - 5 tours - 30 tours/min au choix.....	50,00
Supports circuits Intégrés	
8 pattes tulipe dorés.....	0,50
14 pattes double lyre.....	0,30
Inter mini à levier 1 circuit.....	3,00
2 circuits.....	4,00
Micro Electre	2,00
Rallonge secteur 5 m.....	7,00
Diodes 1N 4007 - les 30.....	5,00

INFORMATIQUE

Alimentation à découpage , marque Phihong , Ventilées, en coffret blindé et ajouré. Livré avec schéma.	
N° 1 - +5V 20A + 12V 1A, 14V 4A.....	150,00
Ventilo 80 x 80 mm, 5V 20A, Sorties sur cosses, 5 faisceaux de câbles pour 5 lecteurs.....	150,00
Non ventilées	
N° 2 - Sur châssis +5V 20A -12V 0,1A.....	80,00
+12V - 1,8A +14V 0,5A.....	80,00
N° 3 - Sur circuit.....	40,00
+5V 7,3A -12V 0,1A.....	40,00
+12V 1,2A +12V 1,2A.....	40,00
Moteur pas à pas - Axe 6 mm.	
48 pas - 12V, en solde.....	10,00
Magnétophone à cassette , lecteur enregistreur audio, 6 touches contrôle, arrêt automatique, voyant, réglage niveau, commande à distance, alim. piles (5 R6) et secteur (220V), compteur 3 chiffres, remise à zéro, livré emballage individuel poids 1,5 kg (sans piles).....	50,00
Ventilateur turbine , rotation constante, pales équilibrées, silencieux, 220 V, Largeur 250 mm, soufflerie 177 mm.....	60,00
Ventilateur carré 120 x 120 mm - 24 V.....	50,00
Ventilateur rond - 80 mm - 110V.....	20,00
Boîte de rangement POUR 70 disquettes 5 1/4.....	30,00
Capot transparent - fermeture par clef.....	30,00

AUTOMOBILE

Haut-Parleur Blaupunkt , spécial auto-radio - 4 Ω - 20W. Large bande, 180 x 75 mm, avec grille tamis et accos.....	15,00
Rallonge pour Antenne - longueur 4 m.....	10,00
Résistance chauffante plate 12V 16W (type rétroviseur extérieur)..... en solde	4,00

MULTIMETRE ANALOGIQUE

Classe 1,5 - Miroir de Paradoxe, remise à zéro - Cadran grande lisibilité 100 x 70 mm - Boîtier plastique 200 x 110 x 85 mm. Disjoncteur automatique. Décibel-mètre.	
U continu - 10 calibres de 0,1V à 1000V	
U - 9 calibres de 0,5V à 1000 V	
I continu - 9 calibres de 5 mA à 5 A	
I - 6 calibres de 250 mA à 5 A	
Ohmmètres - 6 calibres de 2 Ω à 3 MΩ	
Commutateur Central 24 positions	
Commutateur de fonctions 3 positions	
Livré avec accessoires - Poinçonnage de touches - Piles - Boîtier de protection métal avec poignée - Fiche technique - Fiche de contrôle. Super Prix	150,00

AUDIO

Ampli , module ampli, sur circuit avec TBA 800. 4 watts, livré avec schéma.....	10,00
Tuner , module Tuner - F.M. G.O. avec amplification schéma.....	25,00
Adaptateur , pour deux casques en coffret, inter arrêt marche, potenti, socle Jacks. Fils et fiches de raccordement. Etait vendu 55 F, en solde.....	5,00
Filtre tamis pour ventilateur, 120 x 120 mm avec grille et accessoires de fixation.....	10,00

DOMOTIQUE

Horloge mécanique, cadran à aiguilles, programmable sur 12 h 00, en début et en fin. Pouvoir de coupure 16 A sous 250 V. Prix de revente 450 F, en solde.....	30,00
Cellule photo-résistante (comme LDR03).....	5,00
I.L.S. 1 contact longueur 20 mm + aimant.....	3,00
Infra Rouge , émetteur + récepteur.....	2,00
Sirène Buzzer , boîtier blindé rond sorties fils 6V - 12V ou 24 V, la pièce.....	5,00
Lampe Halogène dichroïque 12V avec réflecteur 20W - 35 W ou 50W, la pièce.....	45,00
Lampe Halogène 220V - 11 x 118 mm 150W - 300W ou 500W - la pièce.....	35,00
Variateur pour Halogène 500W.....	90,00
Serrure avec 2 clefs.....	1,00
Ballast - Philips, 20W - 220V.....	8,00
Support de starter	1,00
Thermostat avec sonde et potentiomètre - Boîtier 40 x 40 x 15 mm. Fil de sortie (était utilisé pour four électrique).....	10,00

FILTRES SECTEURS

Types Professionnels , entièrement blindés	
6A, 250V - Entrée fiche Europa, sorties cosses.....	15,00
16A, 250V - Entrée tige fileté à vis - sorties fils.....	20,00
Fil secteur 3 cond. avec fiche femelle norme Europa (pour filtres ci-dessus - long. 2 m).....	3,00

TRANSFORMATEURS

Primaire 220 V	N° 3 - 10V 1 A.....	12,00
N° 1 - 12V 0,3A.....	N° 4 - 12V 4,5A.....	40,00
N° 2 - 12V 0,6A.....	N° 5 - 30V 1,5A.....	20,00

COFFRETS METALLIQUES

Châssis et capot alu 10/10 - Film protection avec visserie	
N° 1 50x38x46 mm.....	5,00
N° 2 50x75x80 mm.....	8,00
Châssis tôle galva. 10/10. Capot acier 10/10. Façade alu 10/10 anod. Peinture époxy avec visserie et accos. de mont.	
N° 3 - Larg. 120 x Haut. 70 x Prof. 200 mm.....	30,00
N° 4 - Larg. 220 x Haut. 55 x Prof. 230 mm.....	45,00

COMPOSANTS ACTIFS

Afficheur 7 65 CC : TIL 313.....	2,00
Afficheurs fluo professionnels (vendus avec schémas)	
N° 1 - 6 digits, 127 mm - signe + - et 1/2.....	12,00
N° 2 - 5 digits - 7,63 mm - Multiplexé + et -.....	7,00
N° 3 - 4 digits - 6,35 mm - FM - MHz - MW - KHz.....	7,00
N° 4 - 20 digits - 9 mm - Alphamérique + et -.....	30,00
N° 5 - 2 digits - 10 mm - Fleches ↑ ↓.....	4,00
Optocoupleur Texas TIL 112.....	1,00
2N1711 , les 20.....	15,00
2N2905 , les 20.....	15,00
1N4001 , les 30.....	3,00
2N290 , les 20.....	12,00
BFR90 Philips NPN UHF 3 Giga 180 MW - les 10.....	10,00
Diodes leds ponchées, en forme, en coul. et en Ø, les 30.....	7,50
Transistor BUV39 npn, T03, 160V, 15A.....	10,00
Transistor BUX47 npn, T03, 400V, 6A.....	5,00
Triac BTA 26/400B, 25A 400V.....	4,00

Alimentations en boîtier - Input 220V -	
N° 1 - Output 9V DC - 0,5A.....	10,00
N° 2 - Output 24V DC - 0,3A.....	12,00
N° 3 - Output 9V DC - 2,5A.....	20,00
Moteurs	
N° 1 - 220V - vitesse réglable, démultiplication mécanique, tourne dans les deux sens, 5 tours/minute, axe 8 mm en solde.....	25,00
N° 2 - 6V DC pour magnéto à K7, avec mécanisme, système d'entraînement et tête de lecture.....	10,00

RELAIS

Boîtier Dual	
5V - 2RT.....	5,00
12V - 1RT.....	4,00
5V - 4RT.....	7,00
12V - 2RT.....	6,00
Série Européenne	
6V - 1RT - 5A.....	6,00
12V - 1T - 8A.....	4,00
6V - 2RT - 8A.....	6,00
12V - 4RT - 3A.....	6,00
6V - 4RT - 8A.....	7,00
24V - 4RT - 5A.....	8,00
12V - 1RT - 8A.....	5,00
24V - 6RT - 2A.....	5,00

V.P.C. Paiement par chèque ou Carte bleue

0 à 3 kg forfait.....	42,00
3 à 5 kg forfait.....	58,00
5 à 10 kg forfait.....	85,00

**Comptoir du Languedoc
Electronique**

26-30, rue du Languedoc - 31000 TOULOUSE
Tél. 61 52 06 21 - Fax 61 25 90 28

TELEPHONIE

Pastille micro , 500 Ohms.....	2,00
Claviers 20 touches carrées, sur support.....	5,00
Socle téléphone	3,00
Cordon téléphone , 2 conducteurs (repères bleu/blanc) long. 2,50 m avec fiche mâle à repiquage.....	5,00

HAUT-PARLEURS

57 mm , 8 Ohms, spécial aigu.....	1,50
65 mm , 16 Ohms.....	2,00
75 mm , 8 Ohms, 3 W. Boîtier plastique noir sphérique sur socle orientable avec fixations.	
Fil 2,50 m + Jack 3,5 mm.....	15,00

UN MULTIPLEXEUR TEMPOREL BF

Parmi les technologies les plus en

vogue, celles concernant les

communications en tout genre se

taillent la part du lion.

Malheureusement les différents

standards de communication et encore

plus les différents moyens de

transmission conduisent souvent à une sous-exploitation des capacités réelles

du système. On se retrouve donc, souvent, avec une pléthore de fils

de transmission servant chacun à un signal différent, et la combinaison de

certaines d'entre eux nécessite un système de commutation important. Le

montage qui va suivre va introduire avec des moyens que vous allez trouver

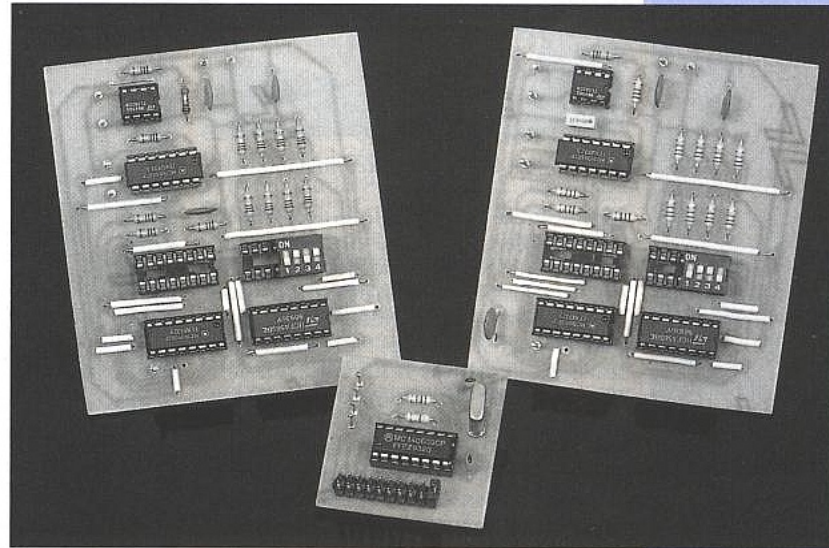
très réduits, une solution applicable pour une grande quantité de cas. Le

système retenu a été, en effet, celui du multiplexage de plusieurs signaux sur

une même ligne. Bien que le principe soit applicable à des fréquences de travail

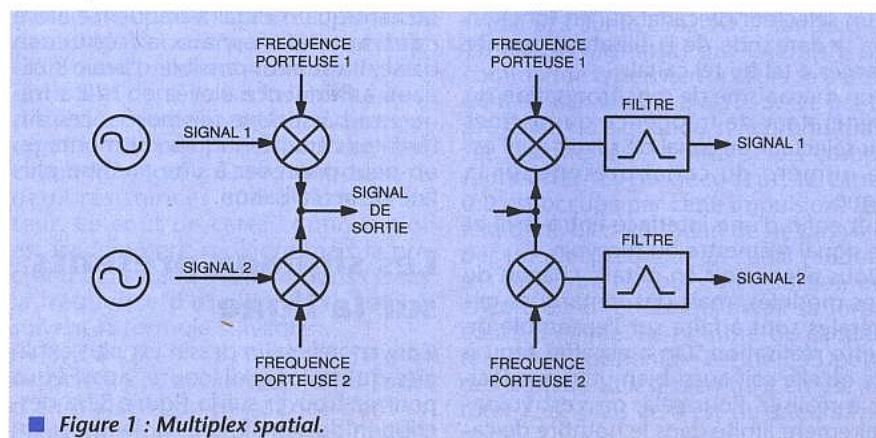
assez élevées, on s'est limité à de la basse fréquence pour des questions de

simplicité et d'approvisionnement en composants.

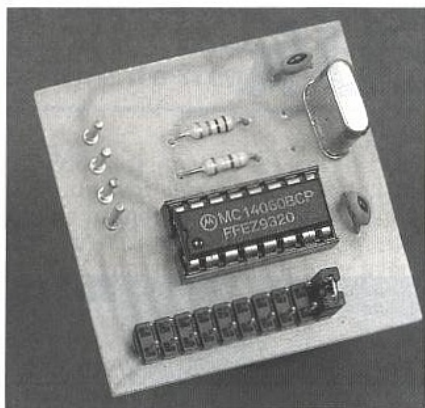


La transmission de plusieurs signaux sur un même support

La transmission de plusieurs signaux sur un même support constitue un des fondements de l'électronique moderne. Il suffit de prendre le domaine des transmissions hertziennes et des télécommunications pour voir l'importance prise par ce domaine. Le multiplexage spatial ou fréquentiel réside dans le mélange du signal à émettre d'une certaine largeur de bande de fréquence avec une fréquence porteuse. Les différents signaux ont une fréquence por-



■ Figure 1 : Multiplex spatial.



■ Figure 2 : Carte générateur d'horloge.

teuse différente, ce qui permet à la réception d'en filtrer une et d'en extraire le signal utile. Cette méthode implique des générateurs de fréquences porteuses, des multiplicateurs de fréquences ainsi que des filtres accordés sur ces différentes fréquences et tout un ensemble de réglages assez pointus. Il y a donc une partie électronique assez complexe basée sur la HF (voir figure 1). Un autre système de transmission repose sur le multiplexage des signaux dans le temps, c'est-à-dire qu'au temps T_i , on a le signal S_i . Ce système de transmission implique que le signal à émettre soit échantillonné à ces différents moments T_i , ce qui revient par la loi de Shannon à ce que la bande passante du signal ne dépasse pas $F_i/2$, F_i étant la fréquence d'échantillonnage. Ce système demande un générateur de fréquence capable de produire F_i , d'un échantillonneur pour prendre le signal au temps T_i et en réception un autre générateur de fréquence F_i , ainsi que échantillonneur-bloqueur capable de recouvrer le signal émis. Evidemment les différents générateurs de fréquence doivent être synchronisés, pour pouvoir capter le signal désiré (voir figure 2). Le principe retenu a donc été, pour des raisons pratiques, celui du multiplexage temporel dont on va voir l'application.

LE SCHÉMA RETENU

Le multiplexage de signaux sur un même fil, demande, comme on l'a vu plus haut, des éléments bien distincts :

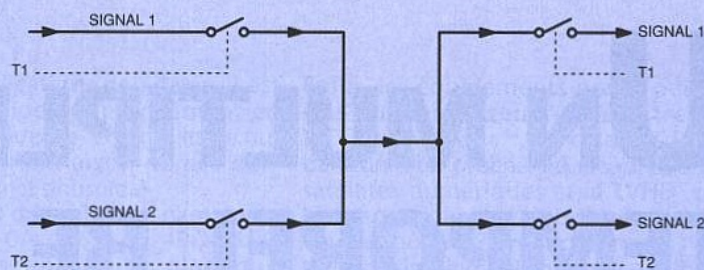
- un générateur de fréquence qui sert, aussi bien à l'émission qu'à la réception, de temps de référence pour les différentes opérations.

- un sélecteur de canal qui en fonction de la demande de l'utilisateur permet l'accès à tel ou tel canal.

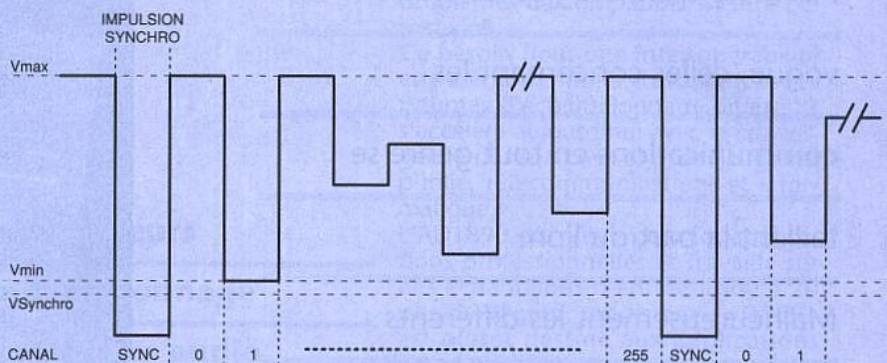
- un mécanisme de synchronisation du générateur de fréquence qui permet au sélecteur de canal de savoir quel est le numéro du canal présent sur la ligne.

- et enfin d'une interface entre le fil et le signal à émettre ou recevoir.

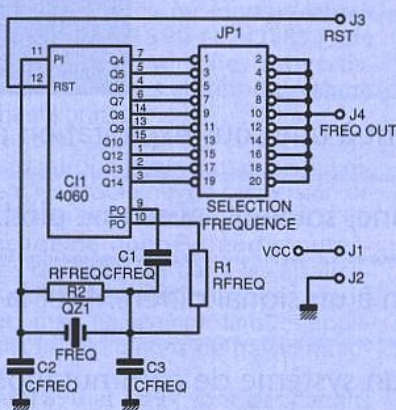
Nous allons voir en détails chacun de ces modules, mais des remarques générales sont à faire sur l'ensemble de cette réalisation. On a en effet tenu à ce qu'elle soit aussi bien utile que facile à réaliser. Pour cela, on s'est volontairement limité dans le nombre de ca-



■ Figure 2 : principe du Multiplex temporel.



■ Figure 3 : chronogramme du signal ligne.

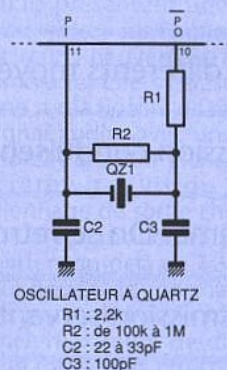


■ Figure 4 : schéma de générateur d'horloge.

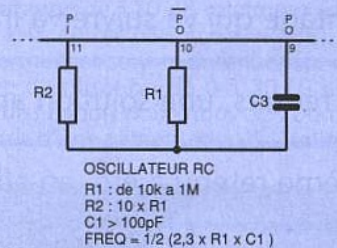
naux disponibles et dans la capacité à transmettre des fréquences élevées. Par contre, le schéma est archi-simple ainsi que la réalisation de la carte. Les différents composants sont des vulgaires composants CMOS de la série 4000 associé à des AOP tout ce qu'il y a de plus banal. Les composants passifs ont, quant à eux, une tolérance pour la plupart supérieure à 50 %, ce qui vous permettra d'utiliser vos fonds de tiroir. Quant au nombre de canaux possibles, on en dispose de 256 à fréquence basse ou 16 à fréquence élevée. Un panachage entre les deux étant possible sachant qu'un canal à fréquence élevé équivaut à 16 canaux à fréquence basse. Il est ainsi possible d'avoir 8 canaux à fréquence élevée et 128 à fréquence basse. Une fois posées ces différentes caractéristiques du montage, on peut procéder à une analyse plus fine de la réalisation.

Les signaux présents sur la ligne

Convenons qu'un dessin est plus explicite qu'un long discours, aussi vous pourrez trouver sur la figure 3, la description du signal géré sur la ligne. On

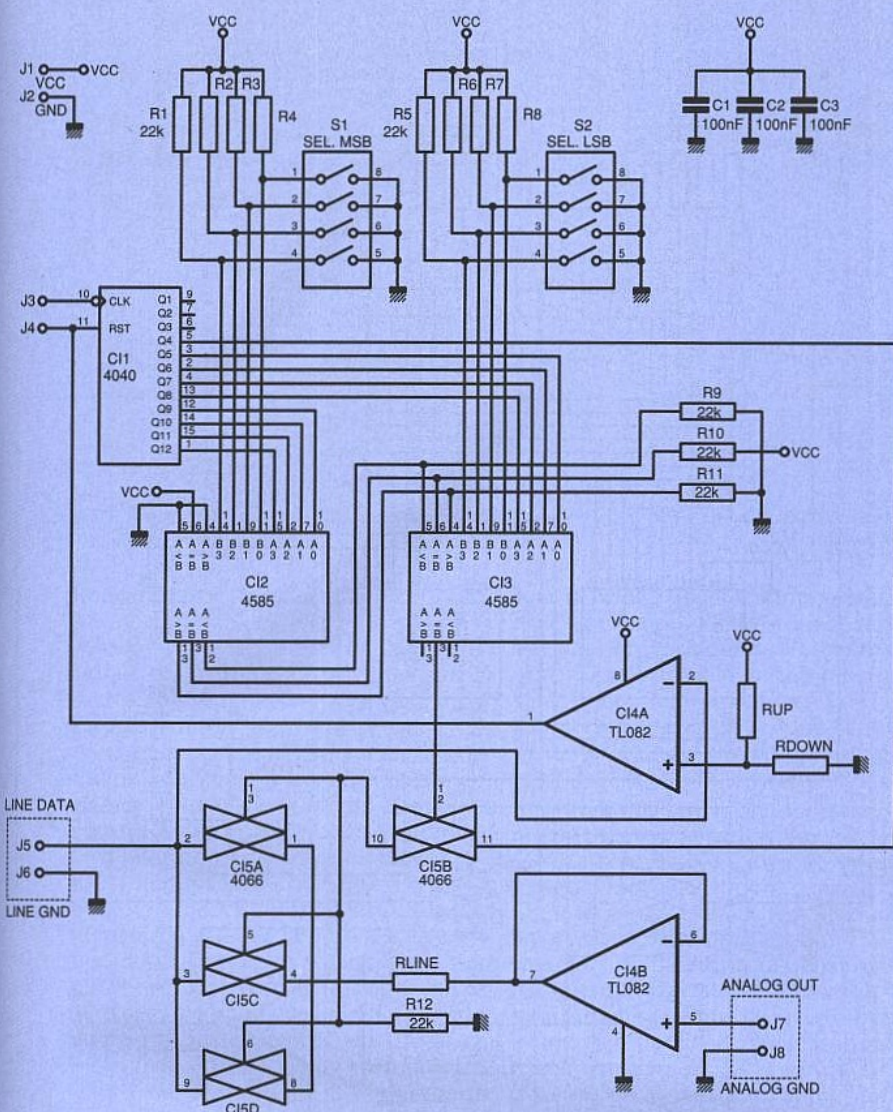


■ Figure 5 : structure à quartz.

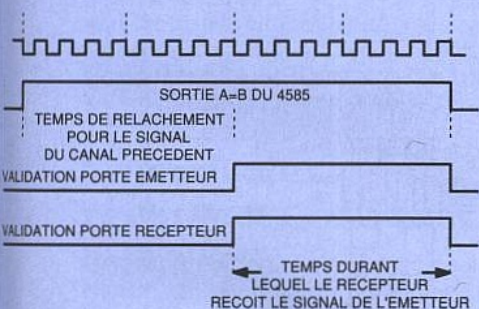


■ Figure 6 : structure R.C.

trouve tout d'abord l'impulsion de synchronisation qui force la ligne à zéro. Pendant cette impulsion, chaque module présent sur la ligne ré-initialise ses compteurs, afin que lors des phases suivantes chacun s'y retrouve. Ensuite viennent les différents canaux suivant l'ordre chronologique : chaque module, qu'il soit émetteur ou récepteur, sait qu'il doit placer ou prendre le signal sur la ligne. A la fin du passage du dernier canal, une autre impulsion de synchronisation vient remettre tout ce petit monde d'accord. Vous pourrez nous dire qu'une fois synchronisé, il n'y a plus besoin de réémetteur d'impulsions de synchro. Oui et non, car bien que l'on puisse penser à cette éventualité avec un signal d'horloge très stable comme par exemple avec



■ Figure 7 : schéma de l'émetteur.



■ Figure 8 : chronogramme de prise en compte.

un quartz, on a aussi pensé à une possibilité d'oscillateur par réseau RC, ce qui introduit une dérive de temps et donc de canal rapidement. Et même avec un quartz, les dérives en température sur les différents modules (qui peuvent être placés dans des pièces différentes et donc à des températures différentes) pourraient elles aussi provoquer un dérapage sur les canaux choisis. Le signal utile associé à chaque canal doit se situer dans la gamme $V_{min}:V_{max}$ afin qu'il soit tout d'abord lisible par tous les modules et enfin pour qu'il ne soit pas pris pour une impulsion de synchronisation parasite si il descend en-dessous de $V_{synchro}$. Maintenant que l'on a bien défini le gabarit de ces différents signaux, nous pouvons passer à la réalisation électronique proprement dite.

Le générateur d'horloge

C'est sur lui que tout le réseau repose. Il doit en effet être le même pour chaque module, et de ses caractéristiques dépend la bande passante du signal qui pourra transiter sur la ligne. Le générateur de fréquence correspond à ce qui peut se concevoir de plus simple (figure 4). En effet, nous avons simplement un circuit CMOS de type 4060 qui génère l'ensemble des fréquences disponibles. Le circuit d'oscillation associé peut se réaliser de deux façons : soit par l'intermédiaire d'un quartz comme indiqué sur la figure 5 et dans ce cas on profite de la précision et de la stabilité dues au quartz, soit par l'intermédiaire d'un circuit RC (figure 6) se composant de deux résistances et d'un condensateur. Le coût de cette configuration est évidemment moindre mais la précision et la stabilité aussi. Dans ce cas, la fréquence d'oscillation se calcule suivant la formule suivante : $F = 1/(2,3 \times R1 \times C3)$ avec $R2 = 10 \times R1$. Associé à cet oscillateur, on dispose d'un diviseur de fréquence dont on peut choisir la sortie par un jumper.

Le sélecteur de canal

On retrouve cette partie aussi bien dans l'émetteur que le récepteur, et c'est pour cela que nous l'étudions séparément. Car c'est elle qui décidera du moment où l'émetteur ou le récepteur auront accès à la ligne. Le sélecteur se compose tout d'abord d'un compteur de type 4040 qui est chargé de découper le temps en intervalles égaux d'une fréquence 16 fois inférieure à la fréquence d'entrée. Sur les 8 bits de poids fort, on retrouve un ensemble de comparateurs de type 4585 chargés de comparer la valeur du compteur à une valeur prépositionnée par un ensemble de DIP-SWITCHES. La sortie $P=Q$ est validée alors à chaque passage du canal I. Cette sortie est ensuite utilisée soit par l'émetteur soit par le récepteur pour accéder à la ligne. Ce décodeur est synchronisé dès l'apparition sur la ligne d'un signal inférieur à $V_{synchro}$ par l'intermédiaire d'un ampli-op monté en comparateur. Les résistances R_{up} et R_{down} polarisent l'entrée négative à la valeur $V_{synchro}$, et dès le passage sur la ligne d'une impulsion synchro, le compteur à base de 4040 est réinitialisé.

Une caractéristique de ce montage est de pouvoir sur la même ligne disposer de canaux à différentes fréquences de multiplexage. Pour cela on utilise soit l'ensemble de huit interrupteurs DIL et de deux 4585, soit alors quatre interrupteurs DIL et un seul 4585. On obtient avec la version à deux 4585 le décodage complet des huit bits du compteur, ce qui permet d'avoir 256 canaux mais à une fréquence basse, tandis que la version à un seul 4585 permet 16 canaux mais à une fréquence 16 fois supérieure. Le panachage de ces différents types de canaux est possible du moment qu'il n'y ait pas recouvrement de l'un sur l'autre. Pour cela on décide de représenter les canaux disponibles par le format HH:LL. H représentant le poids fort du canal avec un positionnement entre 0 et 15. L représente le poids faible avec, là encore, des valeurs entre 0 et 15. Dans le cas d'une utilisation en mode 256 canaux on a toute la gamme disponible soit de 0:0 à 15:15. Pour le mode 16 canaux, les seules valeurs disponibles sont XX:0 à XX:15. Il faut garder en mémoire que les deux types de canaux peuvent coexister sur la même ligne, du moment qu'ils « ne se marchent pas dessus ». Par exemple, un signal BF1 se place sur le canal XX:4, un signal BF2 sur le canal XX:7 tandis que 16 autres signaux, par exemple de commande type interrupteurs se partagent les canaux 00:5 à 15:5. De par la présence du signal de synchronisation sur la ligne, qui réinitialise les compteurs internes du décodeur, le canal 0:0 est occupé par cette impulsion. On fera donc bien attention de ne pas valider un récepteur sur ce canal (auquel cas on aurait toujours 0 en sortie), ou encore un émetteur qui aurait sa sortie court-circuitée. Le nombre de canaux réellement disponible est de 255 pour des signaux utiles, bien qu'il en est au total 256. Mais ce n'est qu'une infime perte.

L'émetteur

Sur le même circuit que le décodeur de canal (figure 7), on retrouve, commandé par le signal $P=Q$ d'un 4585, l'ensemble d'émission qui se compose d'un ensemble très simple. Il s'agit d'une porte composée par un 4066 qui ouvre l'accès de la ligne à la sortie d'un ampli-op placé ici en tant que tampon. La ligne est attaquée par le signal provenant de l'ampli-op par l'intermédiaire d'une résistance placée ici en protection et mise à niveau du signal de sortie. Il faut en effet rappeler que la ligne dispose d'un ensemble de résistances de rappel au niveau haut. Avec la résistance de sortie sur l'ampli-op, on place tout le signal utile entre le niveau V_{min} et V_{max} (figure 3). C'est un domaine au-dessus du niveau de synchronisation, ce qui permet de transférer tout le signal sans aucune préoccupation. Cette résistance de ligne devra éventuellement être adaptée en fonction des caractéristiques de votre ligne (voir plus loin le passage sur le calcul des résistances). La commande de l'interrupteur est faite de manière à laisser le temps aux signaux précédents de disparaître mais aussi avant que le signal ne soit pris en compte par le récepteur de ce canal (figure 8).

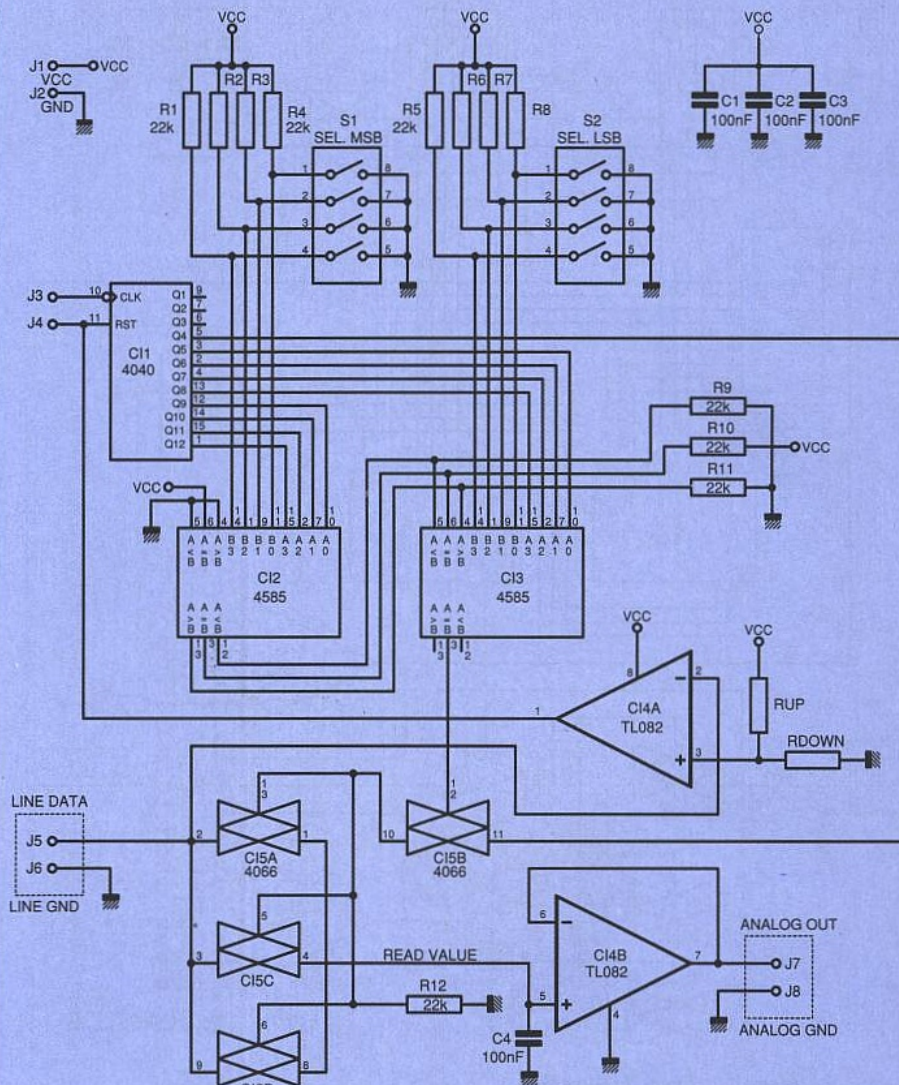
Le récepteur

Le récepteur, figure 9, suit la même logique que l'émetteur en ce sens où le signal de validation en provenance du 4585 permet l'ouverture d'une porte de type 4066. La sortie de celle-ci se retrouve sur un condensateur réservoir associé en sortie à un ampli-op tampon. L'ensemble porte 4066, condensateur réservoir et ampli-op de sortie avec forte impédance d'entrée se comporte comme un échantillonneur bloqueur. Pour cela le condensateur réservoir se doit d'être d'assez bonne qualité, sans trop de fuite.

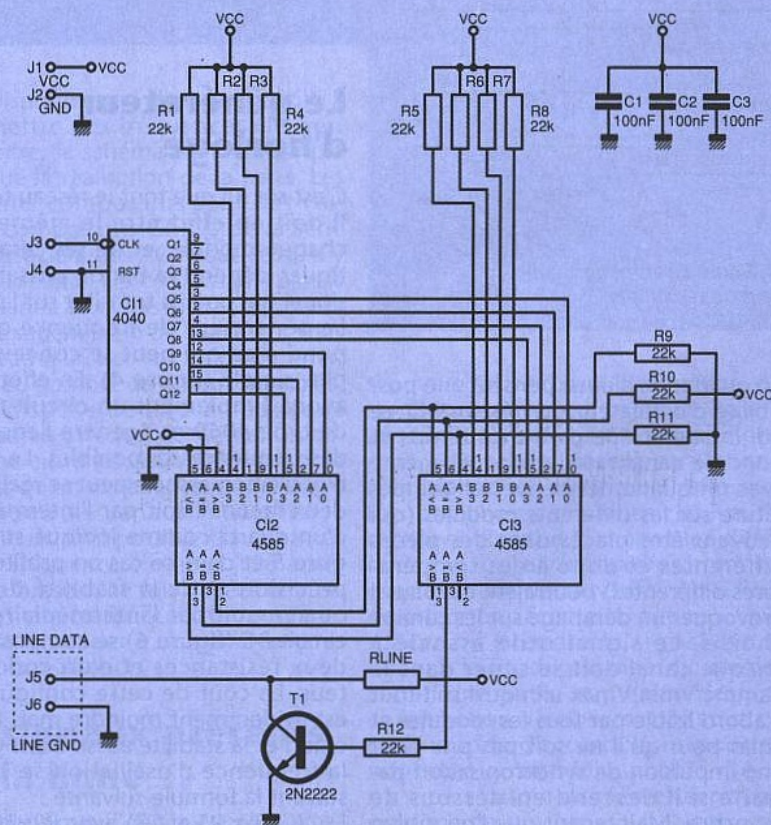
Le signal de validation de la porte est combiné avec d'autres provenant du compteur 4040 de manière à ce que la porte ne soit ouverte qu'après un certain laps de temps par rapport au début du canal. Ceci pour laisser le temps au signal de se positionner sur la ligne, les interrupteurs 4066 n'étant pas des foudres de guerre. Le signal ne sera échantillonné qu'au temps T_{in} comme indiqué sur la figure 8.

Le générateur de synchronisation

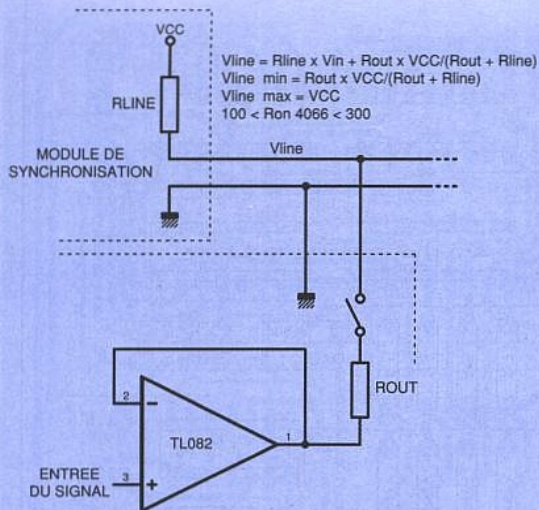
Ce module (figure 10) doit produire le signal de synchronisation à la fin du passage du dernier canal, ceci pour permettre de remettre chaque module sur la même horloge. Pour cela il nécessite aussi la présence d'un compteur type 4040 et lorsque le canal présent se trouve être le canal maximal positionné par les dip-switches, la ligne de transmission est forcée au niveau bas par l'intermédiaire de la sortie $P=Q$ du 4585 et du transistor NPN type 2N2222. La valeur maximum positionnée sur les Dip-switches spécifie



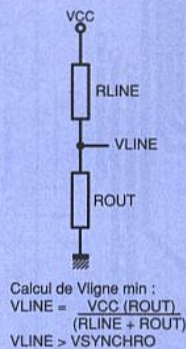
■ Figure 9 : schéma du récepteur.



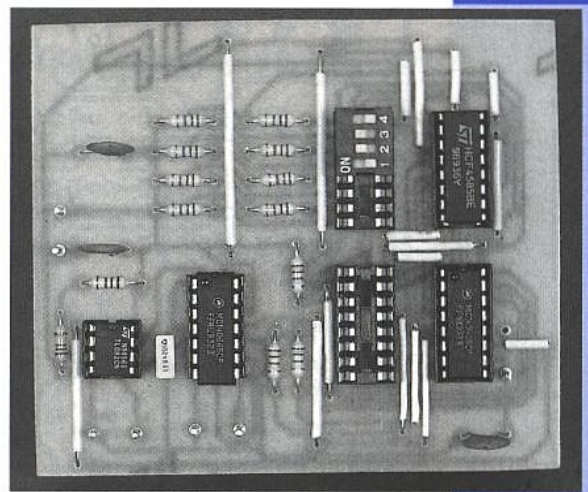
■ Figure 10 : le générateur de synchronisation.



■ Figure 11 : choix des résistances de ligne.



■ Figure 12.



■ Un module récepteur.

le nombre de canaux maximum qui seront disponibles sur la ligne de transmission. La remise à zéro du compteur se fait sur l'impulsion suivante par la sortie A>B. Une autre caractéristique importante de ce circuit se présente dans le choix de la résistance Rligne qui polarise toute la ligne. C'est elle en effet qui provoque le rappel au niveau haut de la ligne. Une valeur importante de l'ordre de la centaine de kΩ réduira la consommation globale de la ligne, mais aura comme conséquence néfaste de ralentir la vitesse de fonctionnement et d'être plus sensible aux parasites extérieurs. Une valeur faible aura elle une influence bénéfique sur la vitesse et les parasites, car on aura alors une ligne à basse impédance (choisir à ce moment-là Rligne dans une gamme d'une centaine d'Ω). Il ne faut cependant pas baisser inconsidérément la valeur de Rligne, car le courant de ligne doit être limité à une valeur d'environ 40 mA. C'est-à-dire que la résistance Rligne devra avoir une valeur minimum d'environ 270 Ω.

Le choix des résistances critiques

On a vu précédemment que le signal à transmettre était fourni par l'intermédiaire d'une porte de 4066. Celui-ci ne fait que placer la tension de ligne à un niveau comme indiqué sur la figure 11. Les différentes résistances concernant l'interface avec la ligne doivent ainsi être choisies avec prudence. Pour cela, plusieurs contraintes sont à respecter :

- Tout d'abord pour le niveau minimum du signal à émettre, le signal résultant sur la ligne ne doit pas passer

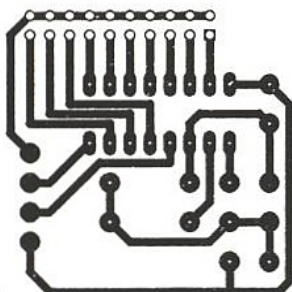
sous le niveau défini comme niveau de synchronisation. Ceci est assez simple à vérifier en considérant le schéma figure 12 qui place le niveau minimum sur la ligne. Ce niveau dépend de la résistance de charge de la ligne Rligne et de la résistance placée en sortie de l'ampli-op du module émetteur.

- Le niveau de synchronisation est défini sur tous les modules par les résistances référencées Rup et Rdown. Celles-ci formant un pont diviseur, positionnent le niveau au-dessous duquel il y a synchronisation, c'est-à-dire remise à zéro des compteurs. Pour tenir compte des éventuelles tolérances des composants et pour avoir une bonne immunité au bruit, ce niveau sera placé assez haut, par exemple à un dixième de la tension d'alimentation de chaque module. On a choisi par exemple Rup=10kΩ et Rdown=1kΩ, ce qui fait un niveau d'environ 1,2 V pour une alimentation en 12 V. Il est évident que même si tous les modules ne sont pas alimentés par la même valeur, ce niveau doit être à peu près identique sur tous.

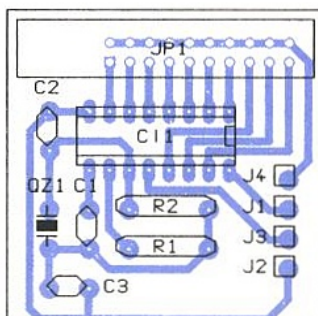
RÉALISATION PRATIQUE

La réalisation pratique ne devrait pas poser le moindre problème. Les circuits sont simple face pour permettre une réalisation facile, ceci avec un nombre de straps acceptables. Le circuit imprimé du module générateur d'horloge se trouve en figures 13 et 14. Le module émetteur est en figures 15 et 16 tandis que le module récepteur est fourni figures 17 et 18.

■ Figure 13.



■ Figure 14.



FREQUENCE SORTIE
 VCC
 RESET
 6ND

Le module de synchronisation apparaît aux figures 19 et 20.

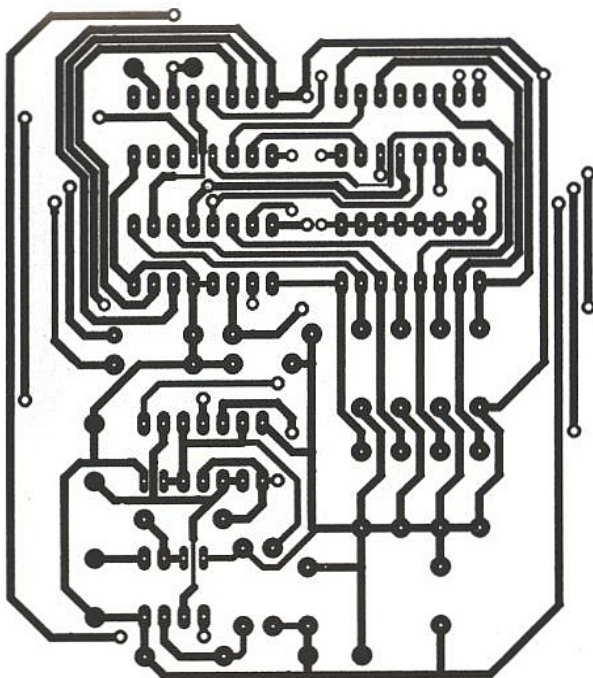
De préférence, placez les composants sur support, ce qui permettra par exemple de passer d'une version à 16 canaux à une version à 256 canaux ou encore l'inverse. Les différentes résistances connectées aux interrupteurs dip-switches ne sont là que pour positionner des niveaux hauts, ce qui permet d'utiliser toute une gamme de valeurs pour ces résistances (entre 1 kΩ et 1 MΩ). Les condensateurs de découplage sont eux aussi à choisir dans la gamme de la centaine de nF et ceci même en céramique. Les seuls composants nécessitant une attention particulière sont les condensateurs.

Connexion de l'ensemble

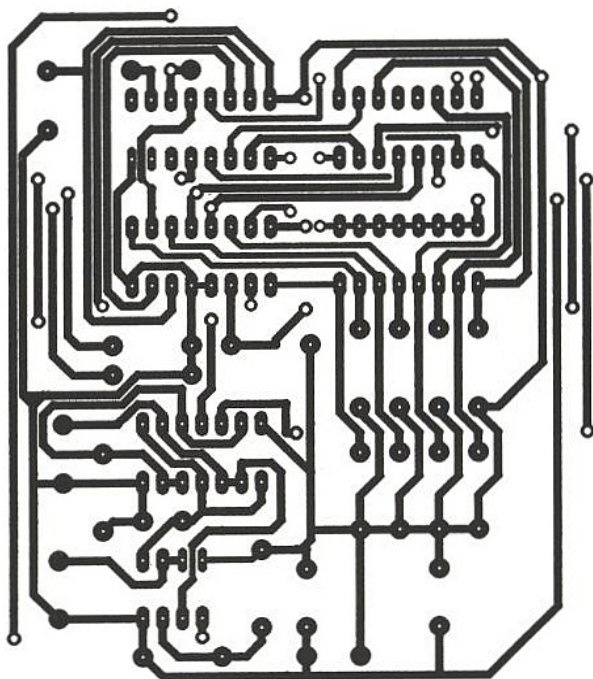
Une fois tous vos modules réalisés, suivant les besoins que vous aurez établis tant du point de vue du nombre de canaux que de la bande de fréquence à transmettre, vous allez passer à la phase de connexion de l'ensemble. Pour cela, les schémas suivants pourront vous aider. Nous montrons sur la figure 21, la connexion d'un module émetteur avec son générateur d'horloge, sur la figure 22 le récepteur avec son générateur d'horloge et sur la figure 23 le module de synchronisation avec son générateur d'horloge.

Les connexions seront les plus courtes possibles, surtout celles concernant l'horloge et la remise à zéro.

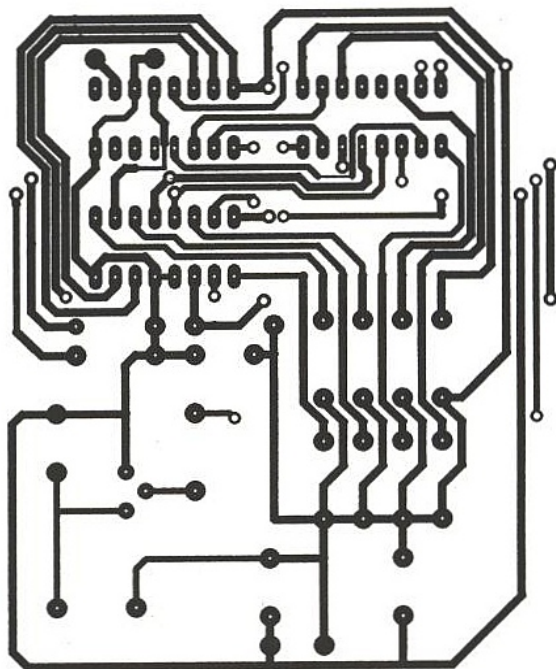
En effet, si vous avez besoin de deux ou plusieurs canaux dans un même lieu vous n'avez qu'un générateur de fréquence à utiliser. Par contre, il ne doit y avoir qu'un seul module de syn-



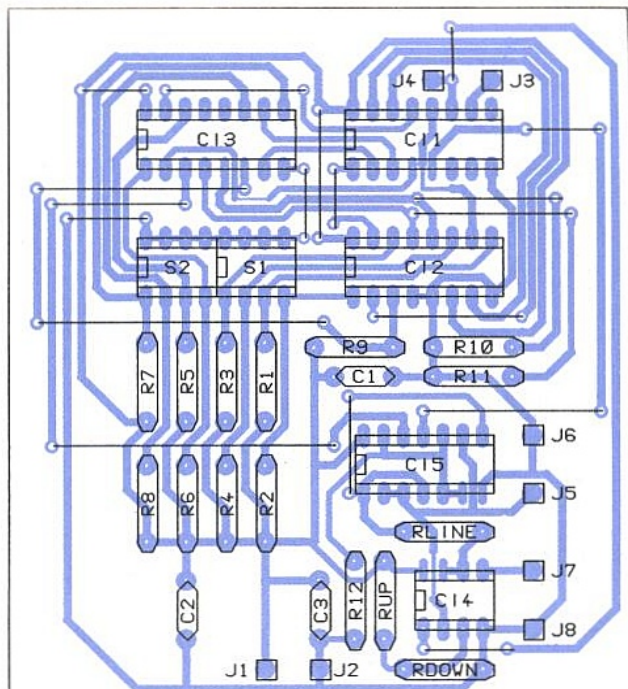
■ Figure 15.



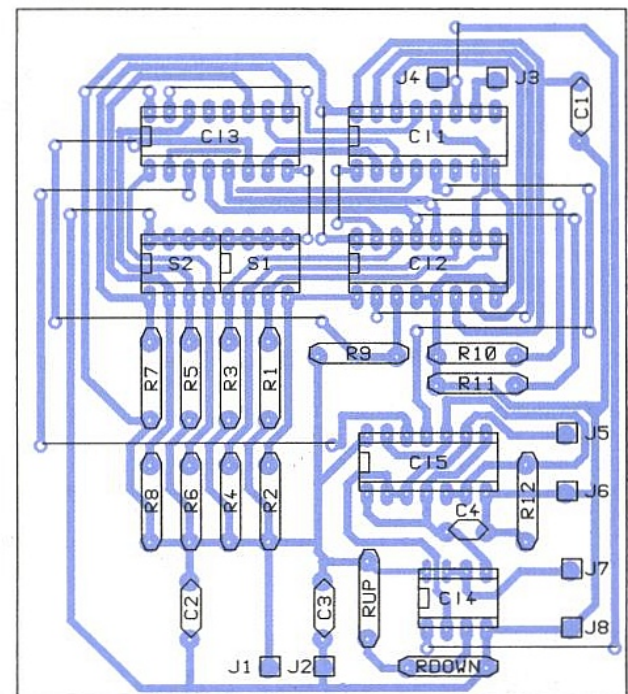
■ Figure 17.



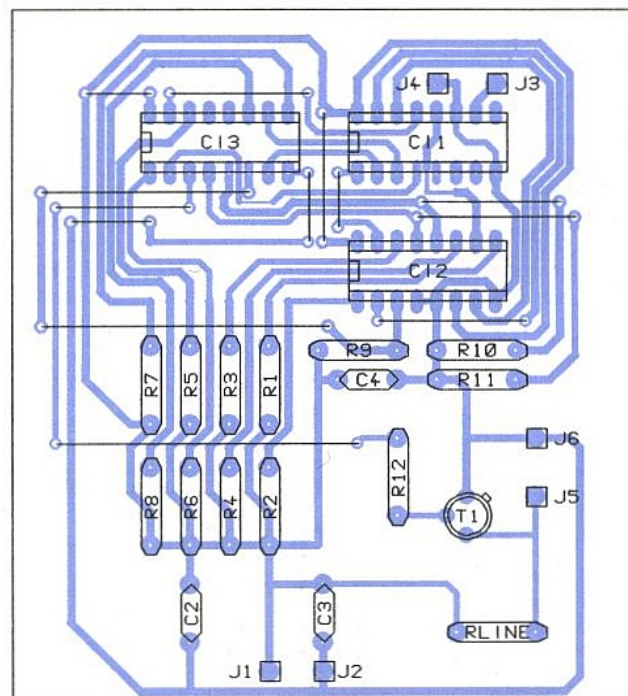
■ Figure 19.



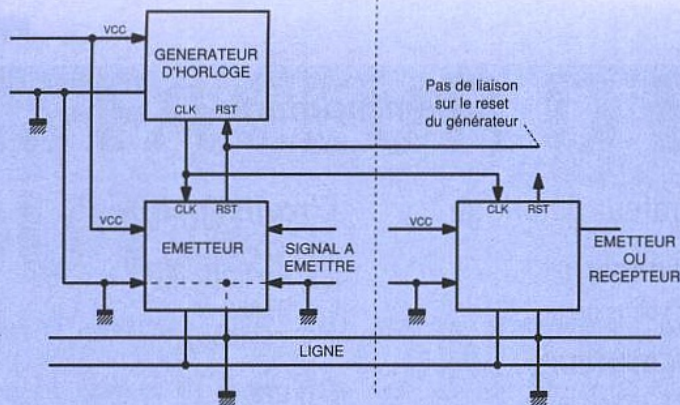
■ Figure 16.



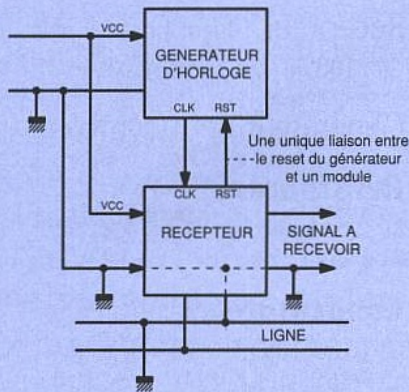
■ Figure 18.



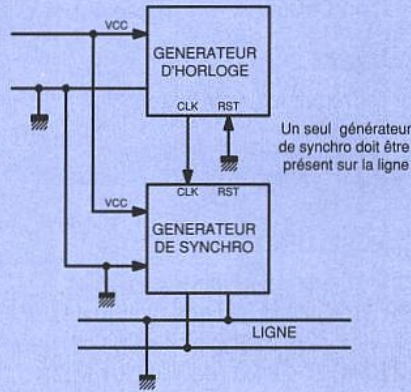
■ Figure 20.



■ Figure 21.



■ Figure 22.



■ Figure 23.

chronisation présent sur la ligne. Celui-ci sert à synchroniser l'ensemble des modules, et il est donc impératif de n'en installer qu'un seul.

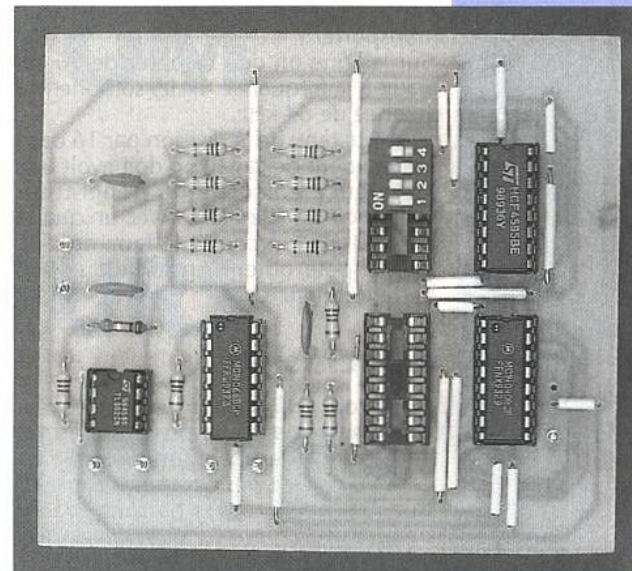
Plusieurs modules de synchronisation auraient pour effet d'empêcher plusieurs ou tous les canaux de fonctionner.

Une fois l'ensemble de vos modules installé, vous vous retrouvez avec une configuration comme indiquée sur la figure 24.

Exemple d'utilisation

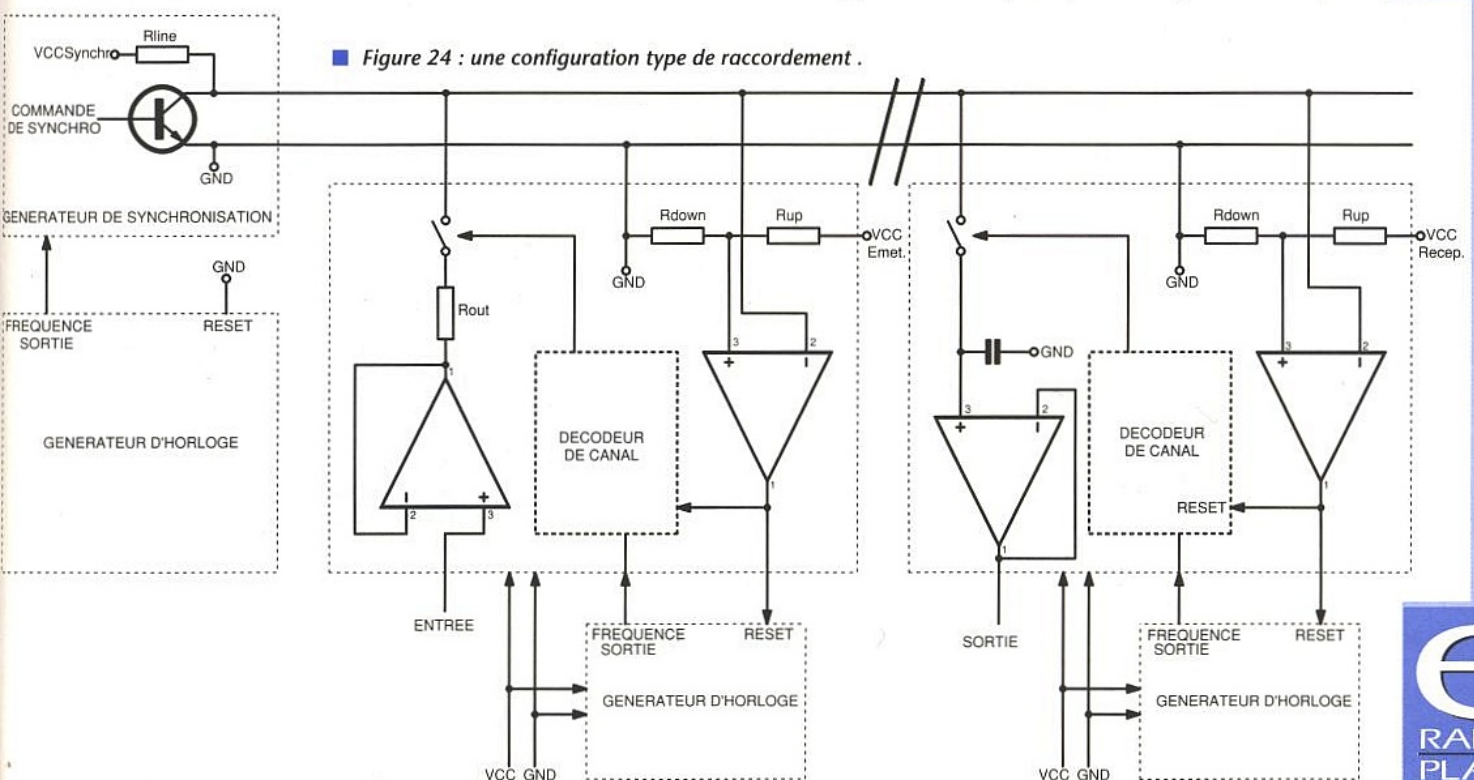
Pour ceux que l'ensemble des possibilités de ce montage rebuterait, on va vous donner ici un exemple de ce qu'il est possible de faire et des différents moyens pour y arriver.

L'exemple présenté consiste dans l'agencement d'un réseau domestique dans lequel les signaux audiofréquences d'interphones et les signaux de commandes de différents appareils



électroménagers sont disponibles. On positionne arbitrairement le générateur de synchronisation à sa valeur maximum, c'est-à-dire tous les dip switches ouverts. On a ainsi accès à 255 canaux. On veut tout d'abord disposer de 8 canaux pour la voix humaine (on présume que l'on dispose de 8 sources !). Pour cela on s'est donné une bande passante de 3 kHz. Ces canaux prendront nécessairement des canaux de type XX:00. On choisit arbitrairement XX:1,...,XX:8. Ensuite on veut commander 58 appareils ! Bien que cela ressemble plus à une usine qu'à une application domestique, c'est tout à fait envisageable. On prendra les canaux à bas échantillonnage de type 0:0. On prendra là aussi arbitrairement les canaux 0:9 à 15:9 pour les canaux 0 à 15, 0:10 à 15:10 pour les canaux 16 à 31, 0:11 à 15:11 pour les canaux 32 à 47 et enfin 0:12 à 10:12 pour les canaux 48 à 57.

Le choix de fréquence d'horloge s'obtient principalement par la bande pas-



■ Figure 24 : une configuration type de raccordement.

sante des signaux audiofréquences à transporter :

Sur la ligne on doit disposer de 16 canaux à la fréquence 4kHz, soit une fréquence de 64 kHz.

Compte tenu de la division par 16 dans le décodeur de canal, on doit avoir une fréquence en sortie du générateur d'horloge de 1024 kHz. Avec un quartz de 8 MHz, on choisit le taux de division 2^3 pour obtenir en sortie du 4060 cette fréquence.

Conclusion

Nous voilà enfin au terme de cette réalisation. Vous aurez pu vous rendre compte qu'il est toujours possible de construire avec des composants usuels que l'on peut trouver partout et sans beaucoup dépenser, une réalisation pointue. Les possibilités offertes par ce type de montage sont assez importantes et les évolutions sont facilement envisageables. Par l'utilisation d'interrupteurs analogiques plus performants, et une étude des paramètres de votre ligne de transmission, on peut facilement entrevoir des fréquences d'utilisation plus élevées ou encore un nombre de canaux plus important. Notons tout de même que 255 canaux représentent un nombre tout à fait confortable ! De plus cette réalisation n'est pas fermée, on peut envisager tout un ensemble d'autres modules qui, en respectant les règles du découpage de canal vues plus haut, accèdent à la ligne, ceci sans perturber le moins du monde les autres modules. A vous d'innover...

P. DE CARVALHO

Nomenclature

Générateur d'horloge

Résistances :

R1, R2 : voir texte

Condensateurs :

C1, C2, C3 : voir texte

Circuit intégré :

IC1 : CD4060

Divers :

Y1 : fréquence, voir texte

Emetteur

Résistances :

RD : tirage bas (voir texte)

RL : résistance de ligne (voir texte)

RUP : tirage haut (voir texte)

R1 à R12 : 22 k Ω (de 1 k Ω à 1 M Ω)

Condensateurs

C1 à C3 : 100 nF

Circuits intégrés :

IC1 : CD4040

IC2, IC3 : CD4585

IC4 : TL082

IC5 : CD4066

Divers :

S1, S2 : dip-switch quatre inters

Récepteur : Idem émetteur plus

C4 : 100 nF (1 supprimé)

Générateur de synchro

Résistances :

RL : voir texte

R1 à R12 : 22 k Ω (de 1 k Ω à 1 M Ω)

Condensateurs :

C1 à C3 : 100 nF

Semi-conducteurs :

T1 : 2N2222

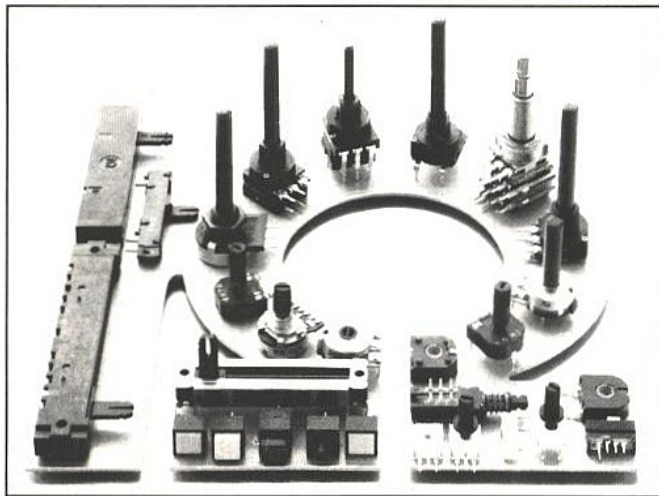
Circuits intégrés :

IC1 : CD4040

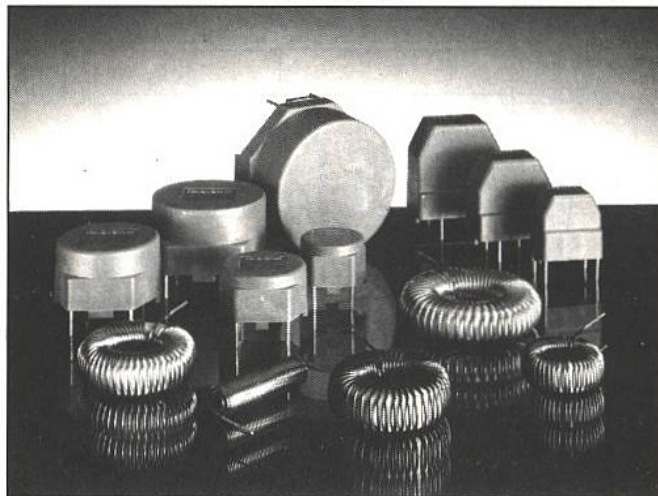
IC2, IC3 : CD4585

Radiohm

POTENTIOMETRES & COMMUTATEURS



INDUCTANCES ET FILTRES



37, rue François-Arago - 93100 MONTREUIL - Tél. : (1) 48 58 94 09 - Fax : 48 58 70 04 - Télex : 233 414

Je désire recevoir gratuitement le nouveau catalogue.

☐ POTENTIOMETRES & COMMUTATEURS
☐ INDUCTANCES ET FILTRES

ERP 01/94

NOM PRÉNOM

SOCIÉTÉ

ADRESSE

EFFACEUR D'EPROM OU DE MICROCONTRÔLEURS

Parmi les outils qui font le plus souvent

défaut dans le laboratoire de

l'électronicien, particulièrement de

l'amateur, l'effaceur d'EPROMS (ou de

microcontrôleurs) a une facheuse

tendance à se distinguer.

A cet état de fait une raison majeure : le prix pour une utilisation occasionnelle !

Dépenser 1000 F, pour une machine que l'on n'utilisera pas très souvent,

conduit à repousser l'investissement jusqu'au jour où on constate que l'on a

pour plus de 1000 F d'EPROM ou de microcontrôleurs en attente.

L'idée de construire soi-même cette machine, au demeurant fort simple, mérite

donc quelque attention.

Voici la solution que nous avons retenue, en espérant qu'elle vous inspire et

vous donne envie de vous équiper pour environ 400 F.



L'élément fondamental constituant l'effaceur d'Eproms est un tube à UV (de longueur d'onde adaptée, soit environ 0,25 μ m). CIF, par exemple, livre sous forme de kit un ensemble comprenant : un tube 6 W - 22 cm, un starter, les douilles et le ballast.

En théorie, il ne reste plus qu'à assembler les morceaux, placer les fenêtres des Eproms à 2 cm du tube environ, et laisser faire la fée électricité.

Toutefois, chacun sait - ou devrait savoir - que les ultraviolets sont dangereux pour les yeux. Si l'utilisateur peut commander la mise en route à distance et se protéger, il ne faudrait pas oublier que d'autres peuvent être attirés par cette « belle lumière », notamment les enfants.

C'est alors que la construction d'un coffret adapté, interdisant toute expo-

sition accidentelle, rebute - à juste titre - l'électronicien dont la tête et les mains ont bien d'autres tâches plus valorisantes à accomplir.

Pourtant, si on se plonge dans les catalogues des constructeurs, un autre frein que le prix peut remettre en question un achat « tout fait » : le volume généralement occupé par de tels objets.

Qu'ils soient à tiroir ou à couvercle, tous prennent une place importante sur la table de travail.

Nous nous sommes donc mis à rêver d'une machine facile à caser dans un rayonnage, une baie 19", en haut d'une armoire, sous la table de travail, etc.

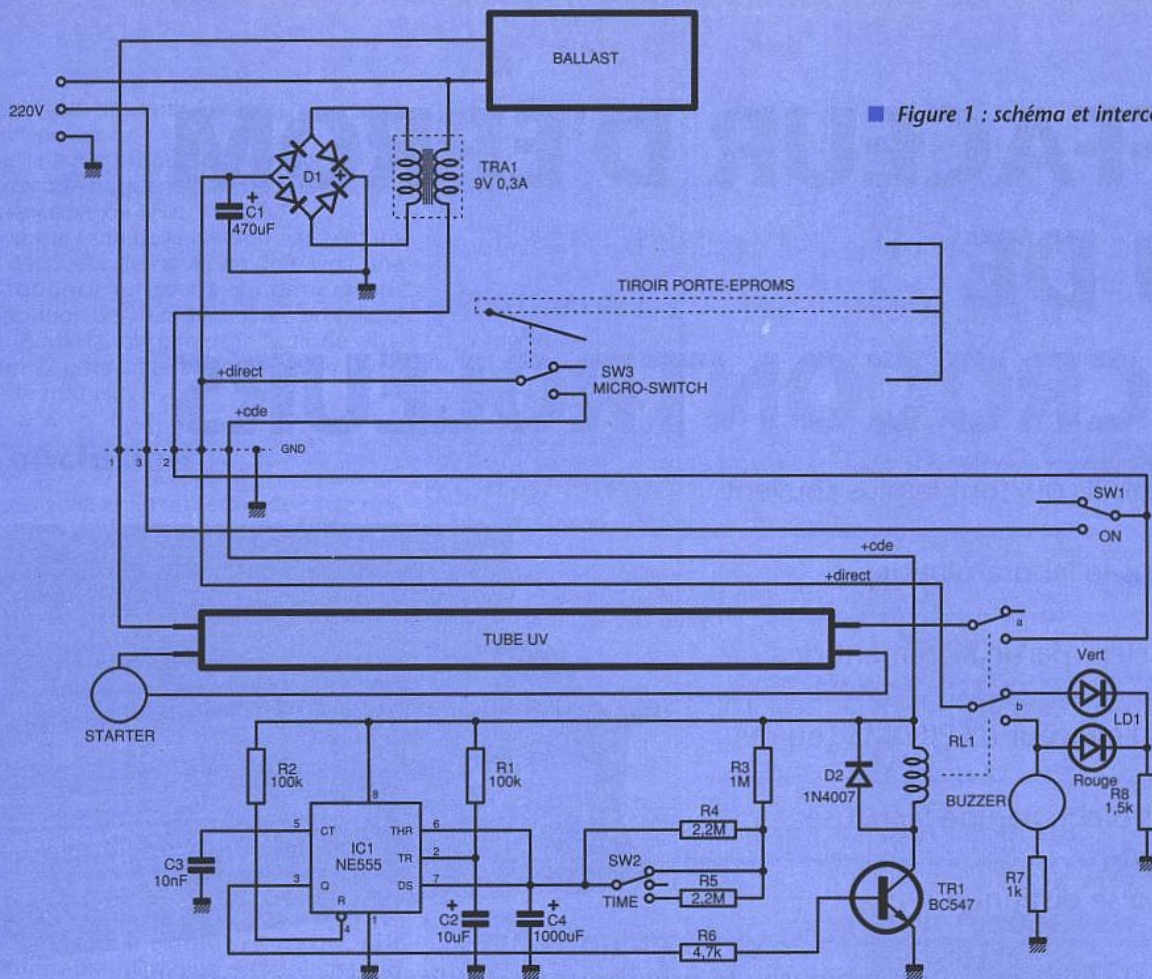
Pour cela, il fallait innover un peu, et les résultats sont tout à fait satisfaisants : les dimensions en façade (tiroir de

chargement, minuterie et mise en route) sont inférieures à 11 cm x 7 cm. Tout le corps de la machine (30 cm) peut être encastré, puisqu'il ne comporte aucun accès utile (sauf pour une éventuelle maintenance).

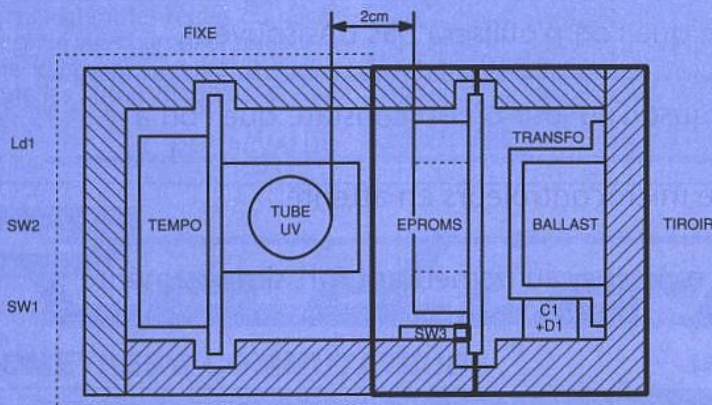
De plus, la sécurité est totale : le tube est automatiquement désalimenté si le tiroir n'est pas totalement engagé. Une minuterie d'une simplicité déconcertante (mais néanmoins efficace) arrête l'insolation au bout de 15, 30 ou 45 minutes.

SCHÉMA

La figure 1 en démontre l'extrême simplicité : il faut avouer que l'originalité de cette réalisation réside plus dans



■ Figure 1 : schéma et interconnexion.



■ Figure 2 : vue en coupe de l'ensemble

la MÉTHODE que par la solution électronique retenue...

La mise en service du tube + starter + ballast n'attend qu'un collage du relais RL1a. Ce dernier ne sera activé que pendant le temps choisi par la minuterie, et ce à trois conditions :

- 1/ l'appareil est alimenté en 220 V
- 2/ l'inter SW1 est sur ON
- 3/ le micro-switch SW3 placé en fond

de tiroir est fermé, c'est-à-dire que la trappe de chargement est totalement engagée dans son logement.

SW3, outre sa fonction primordiale de sécurité, sert également d'inter de lancement pour la temporisation.

En effet, l'alimentation continue commandée va permettre d'engager IC1 dans le processus suivant : un bref «reset» est imposé par le couple R1/C2

sur la broche 2 (trigger) du NE555, et la charge de C4 au travers de R3, ou R3 + (R4/R5) ou R3 + R5 (suivant SW2), peut commencer.

La broche 3 de IC1 étant à 1, RL1 colle, allume le tube (a) et Ld1 passe en rouge : danger !

Quand C4 est chargé, la fin de cycle se manifeste par un passage à 0 de la broche 3 d'où une désalimentation du relais, lequel en décollant fait passer Ld1 au vert : appareil allumé, tube éteint.

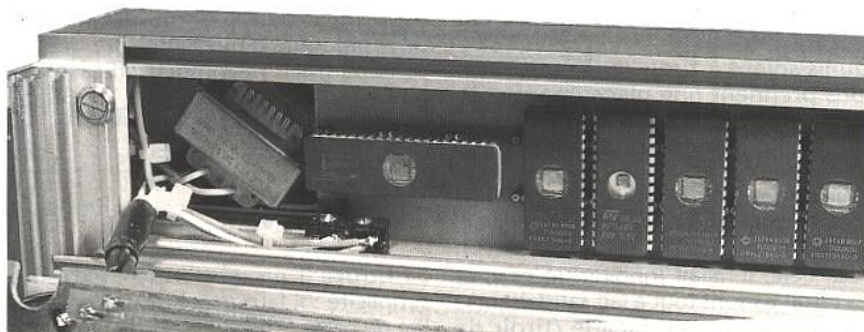
Pour relancer un autre cycle, rien de plus simple : on sort le tiroir (SW3 désalimente IC1) mais Ld1 continue à indiquer que l'appareil est en attente. On retire les Eeproms supposées vierges, on recharge le tiroir et on ferme la trappe. SW3 réalimente IC1, etc.

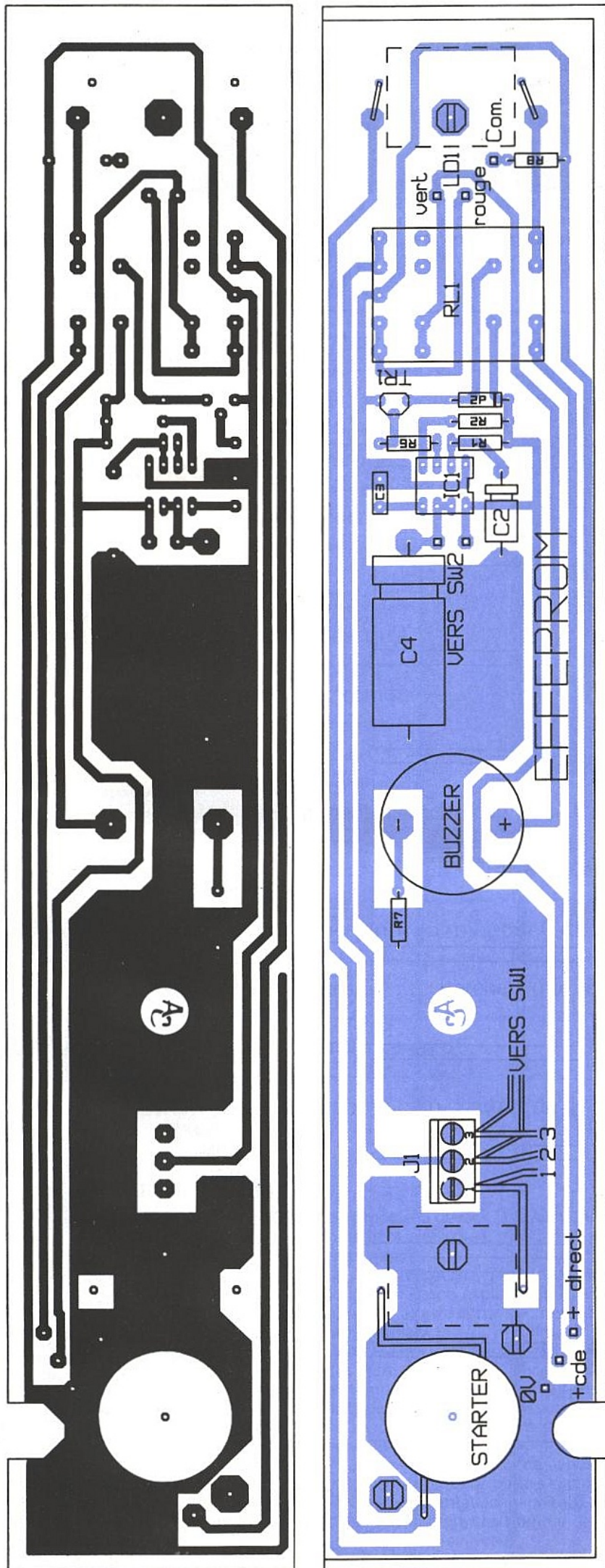
SW1 (inter secteur) n'a été mis en place que pour couper la machine du réseau EDF et éviter que TRA1 ne travaille pour rien, mais n'est pas indispensable au fonctionnement.

Toutefois, si SW1 est sur OFF, que l'on charge le tiroir, ferme la trappe et bascule alors sur ON, la séquence se lance conformément à la position de SW2. Les trois positions de ce dernier nous ont semblé offrir un choix de temps suffisant pour une telle application, mais toute modification est envisageable.

La mise en parallèle d'un buzzer sur LD1 (vert), pourra surprendre. En effet, ce dernier va sonner dès que l'appareil sera sur ON (SW1) trappe ouverte, ou en fin de cycle d'effacement.

Toutefois, à l'usage, on constate qu'il ne sert à rien de faire travailler TRA1 inutilement et qu'un signal sonore de fin de cycle est fort plaisant : notre pre-





■ Figure 3

mière maquette n'indiquait les fonctions que par les couleurs de LD1 et l'auteur passait son temps à en attendre le basculement. Passées les premières heures de tests - fort patiemment -, il s'est avéré que le confort d'exploitation s'améliorait considérablement avec le buzzer :

- Chargement du tiroir avec SW1 sur OFF = silence
- Engagement du tiroir, SW1 sur ON = silence
- Fin de cycle signalée par le buzzer : n'importe qui peut alors éteindre la machine pour obtenir le silence...

RÉALISATION

L'ensemble est original par l'harmonieuse cohabitation de la mécanique et de l'électronique.

Nous avons réalisé la maquette «de bric et de broc» (c'est-à-dire à partir de profilés d'aluminium, CI vierge, PVC, etc.), mais il sera facile de la simplifier. Aussi, et pour ne pas ennuyer le lecteur avec des détails, nous avons résumé l'essentiel sur la figure 2.

Outre proposer un tiroir vertical (et une tenue des EPROM garantissant un positionnement idéal), une grande partie du système tient sur un circuit imprimé remplissant trois fonctions :

- 1/ support du tube et du starter
- 2/ carte pour l'électronique de temporisation
- 3/ réflecteur par étamage des larges plages de cuivre.

Le ballast étant monté entre le côté droit de la machine et la carte du tiroir, il est possible d'engager en bout le petit transfo TRA1, ainsi que le pont D1 et C1. Ne restent plus à faire transiter alors vers la carte «électronique» que les basses tensions commandées ou non, le retour au ballast et les fils secteurs pour SW1.

Le circuit «triple fonction» est proposé figure 3. Bien entendu, ses cotes peuvent bouger mais l'essentiel est là. Pour le câblage, on prévoira du mou en cas de maintenance (échange du tube par exemple).

On notera toutefois l'astuce consistant à fixer le support du starter côté composants, ce qui permet de gagner de la place et de respecter les 2 centimètres conseillés entre tube et fenêtres des EPROM.

La seconde carte, porteuse des éléments à effacer, a été soigneusement étudiée comme le montre la figure 4. Des petits morceaux de barrettes permettent de placer les EPROM ou microcontrôleurs soit en ligne soit verticalement, tout en évitant l'usage de supports à insertion nulle, sans aucun intérêt ici.

Modestement, notre machine n'est prévue que pour un dizaine de pièces dans sa version de base, mais chacun aura remarqué que tout était prêt pour l'adapter à n tubes, et de ce fait n fois 10 pièces. Toutefois, si, comme nous, vous avez attendu d'avoir une quarantaine d'Eproms inutilisables avant de vous équiper d'un effaceur, quatre tiroirs à raison de 30 minutes environ pour chaque, ce n'est pas si long que

celà et en tout cas reste fort acceptable au labo.

Mise en route

La mise en marche d'un tel ensemble ne devrait poser d'autre problème que la vérification des tempos offertes par SW2. On adaptera ces dernières en fonction de la valeur réelle de C4, car des dispersions importantes sont fréquentes.

Chacun aura remarqué qu'un potentiomètre pourrait remplacer SW2 et les résistances associées, mais est-ce bien

utile ? D'ailleurs, une seule tempo à 30 minutes pourrait parfaitement convenir, et la suppression de SW2 envisagée.

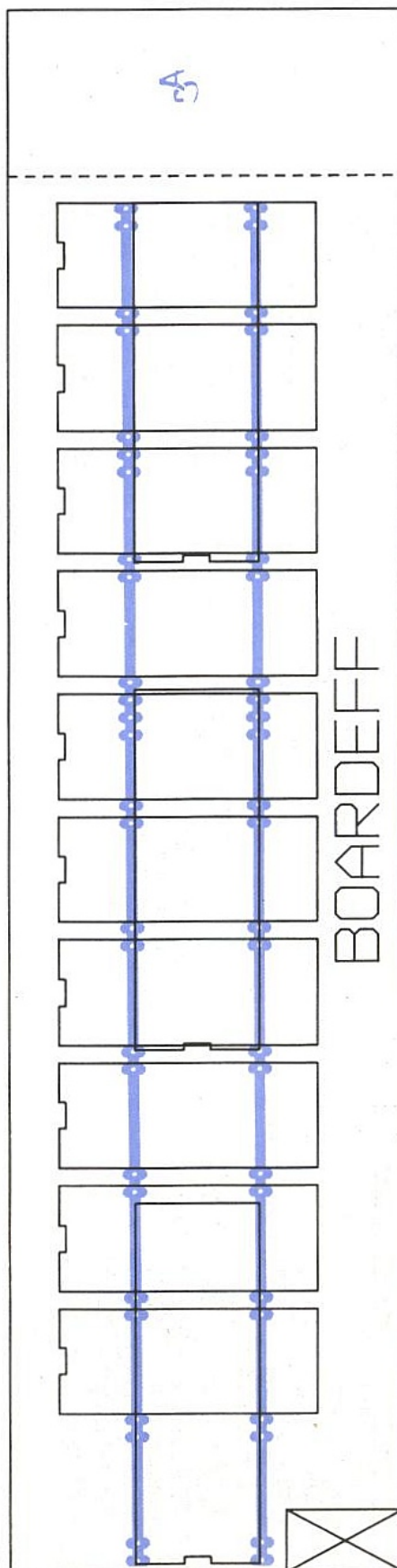
Bien que la formule du tiroir élimine tout intermédiaire (plaque de verre) entre tube et EPROM, il ne sera pas inutile de s'assurer que les fenêtres de ces dernières sont propres (résidus de colle des masques notamment). Un chiffon imbibé d'Acétone remettra vite les choses en ordre.

CONCLUSION

Voici un outil peu encombrant et très pratique, car outre qu'il évite de devoir faire appel à des «services extérieurs» pour effacer ses EPROM et autres microcontrôleurs à fenêtre, il est connu que le simple fait de posséder une telle machine conduit à ne pas s'en servir : on ne fait plus d'erreurs... (à vérifier) !

Jean ALARY

■ Figure 4



Nomenclature

Résistances

R1 = R2 = 100 kΩ
R3 = 1 MΩ
R4 = R5 = 2,2 MΩ
R6 = 4,7 kΩ
R7 = 1 kΩ
R8 = 1,5 kΩ

Condensateurs

C1 = 470 μF 40V
C2 = 10 μF 25V axial
C3 = 10 nF Milfeuil
C4 = 1000 μF 25V axial

Semi-conducteurs

D1 = pont 110 B6
D2 = 1N4007
TR1 = BC 547
IC1 = NE 555
LD1 = LED bicolore

Divers

Kit effaceur CIF,
Support 8 broches pour IC1,
RL1 = relais 12V type NEC MR24 ou eq.
SW1 = inter mini
SW2 = inverseur mini 3 positions
SW3 = micro-switch à levier
TRA1 = transfo 220 / 9V 0,3A
Bornier à vis (3 pts) + cosse + visserie.

MÉMO :

CONVERTISSEUR

dB $\rightarrow$ V OU V $\rightarrow$ dB

Cette réalisation fort simple, réunit dans

un faible volume un convertisseur

analogique-digital 8 bits et un système

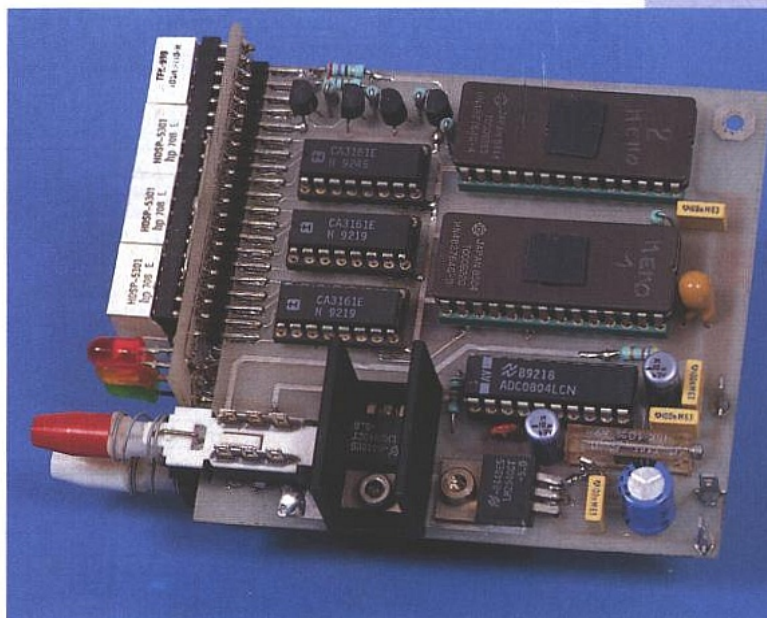
d'affichage sur 3 digits + indicateurs de

signe, de gammes et d'unités.

Si nous l'avons appelé MÉMO, c'est qu'il

pourra devenir un memento électronique

dans son exploitation la plus primaire.



Ici, un potentiomètre sert d'élément de recherche pour afficher une valeur en dB

comprise entre - 80 et + 47,5 par pas de 0,5, et l'appui sur un inter donne

immédiatement la correspondance en V ou mV pour 0 dB = 775 mV.

Bien entendu, le système est réversible : recherche d'une tension à l'aide

du potentiomètre, puis correspondance en dB.

Mais ce n'est qu'une application parmi bien d'autres de ce module !

L'idée d'un tel memento ne date pas d'hier. En effet - et aussi curieux que cela puisse paraître - l'auteur est fréquemment sollicité par téléphone pour donner des correspondances dB $\rightarrow$ V ou l'inverse.

Naïvement, nous pensions qu'un beau tableau bien imprimé (le même que celui qui nous permet de répondre instantanément) résoudrait le problème, joignant aussi les méthodes de calculs. Eh bien non, ça ne suffit pas, et ce pour des raisons simples : le beau tableau est perdu ou écrasé par un Fly et les sonoritateurs de métier, par exemple, s'ils emportent toujours leurs oreilles, oublient fréquemment la calculatrice soigneusement programmée.

L'idée d'un memento à inclure dans un

petit morceau de rack 1U avait donc été largement plébiscitée, mais jamais mise en pratique.

Le module décrit ici est idéalement adapté, mais son exploitation (heureusement), pourra sortir aisément de ce cadre étroit.

L'étude a été engagée afin de surveiller des VCAs commandés par des faders rectilignes, dont on souhaitait reconnaître les trois états suivants :

1 - repos (fader laissé dans sa position pendant un temps t).

2 - action + (fader déplacé de sa position précédente - repos ou autre - et tendant vers une augmentation de niveau).

3 - action - (idem, mais tendance vers une réduction de niveau).

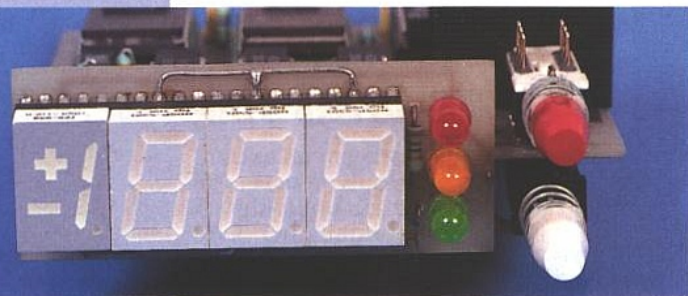
Une récupération de ces états -ainsi que

des valeurs de commandes - imposait un outil dont la tâche était d'analyser et visualiser des informations, sans faire appel - dans un premier temps - à un microcontrôleur.

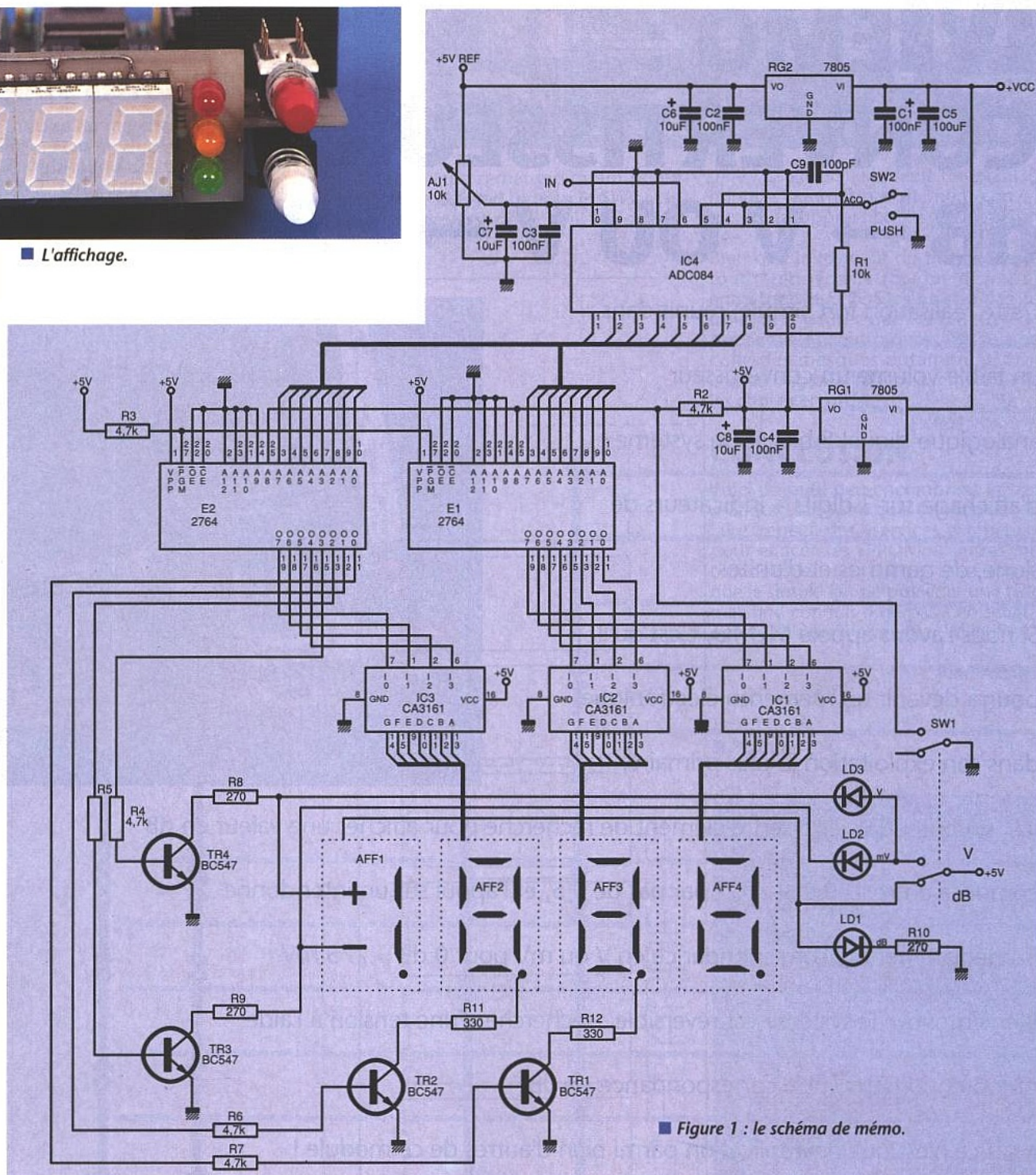
MÉMO (couplé à l'ESPION) a été une étape intermédiaire bien sympathique, dont voici l'essentiel.

SCHÉMA

Ce dernier, visible **figure 1**, laisse présager une réalisation pratique fort simple. Un convertisseur analogique-digital (IC4) se charge de traduire une tension continue présente entre IN et GND (maxi +5V) en un mot de 8 bits que



■ L'affichage.



■ Figure 1 : le schéma de mémo.

deux EPROM's s'évertueront à traduire - dans les limites des décodeurs CA3161 (IC1 à 3) - en un affichage en clair personnalisé sur AFF1 à 4 et Ld1 à 3.

L'organisation du montage est ainsi faite qu'elle permet, si SW1 est en position dB, que Ld1 s'allume, AFF1 soit alimenté, et qu'un affichage décimal +/- 8.8.8 soit permis. D'autres affichages tels que HI, HLP, EEE, etc. sont également autorisés - voir CA3161 - mais il ne faudra pas espérer de traduction hexa.

Si SW1 est en position mV, Ld2 ou Ld3 seront actives suivant les données «basses» de E2, et l'afficheur proprement dit se limitera à 8.8.8, plus certaines indications exotiques parfois significatives.

Quelques précautions ont été prises, telles qu'une régulation indépendante

de l'affichage pour le convertisseur A/D, servant également de tension de référence +5V pour IN.

Les données issues de IC4 sont confiées aux Eeproms E1 et E2, et décodées par E1 pour IC1 et IC2 (AFF4 et AFF3 valeur absolue seulement), et E2 (AFF 2 + signes AFF 1, + dp, + unit). En effet, D0 à D3 de E2 commandent respectivement pour :

- SW1 sur dB : D0 = + AFF4, D1 = - AFF4, D2 = dp AFF2, D3 = dp AFF3
- SW1 sur mV : D0 = Ld2 (V), D1 = Ld3 (mV), D2 = dp AFF2, D3 = dp AFF3

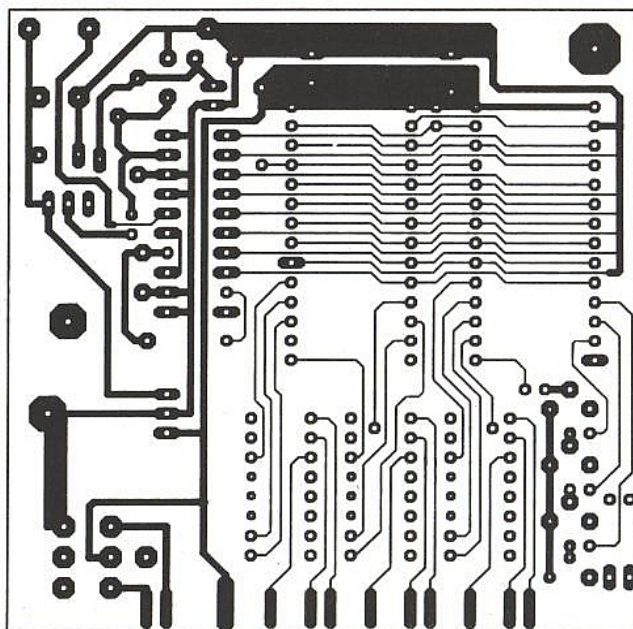
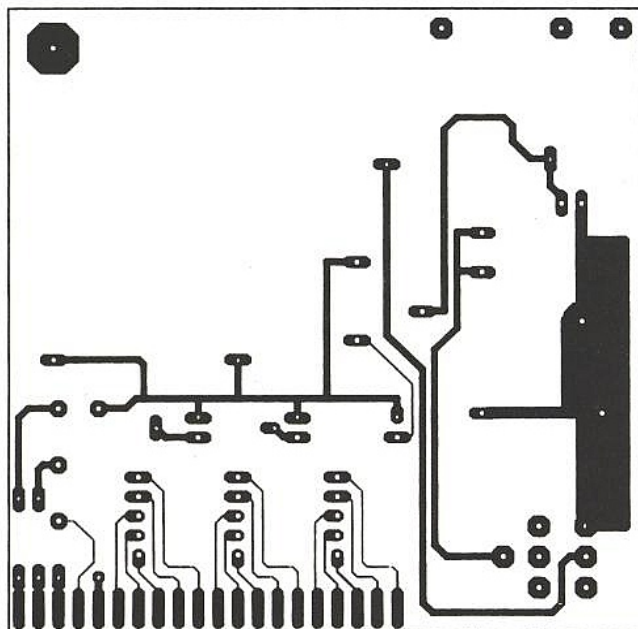
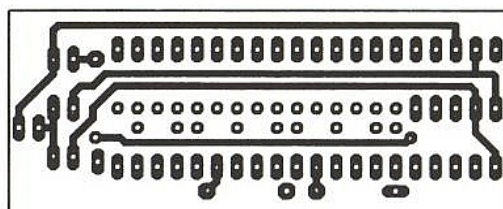
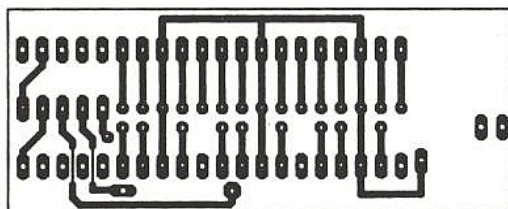
Bien évidemment, SW1 se doit de commuter les adresses de E1/E2. Une seconde cellule porte donc A8 à «1» en gamme dB et à «0» en gamme mV. On remarquera au passage que A9 à A11 (voire A12) sont forcées à 0 mais il serait aisé de les affecter à d'autres gammes de mesures pourvu qu'elles en-

trent dans le cadre «digits-unités» prévu ici.

Il a été ajouté un switch (SW2) afin d'assurer le début de conversion manuel de IC4 et permettre éventuellement une «fixation» de l'affichage. En effet, dans l'application MÉMENTO, une initialisation de conversion automatique sérieuse et fiable compliquait exagérément la réalisation, sans pour autant résoudre le problème des «états intermédiaires» : le convertisseur hésitant entre deux valeurs comprises entre +/- 1 LSB !

Dans une plage +5/0V, la résolution est d'environ 2mV. Si la tension à mesurer est limite (deux adresses voisines), l'affichage peut «hésiter» par exemple entre 4 et 5 jusqu'à donner «9» ! (faites le dessin du «4» en 7 segments et ajoutez-y celui du «5»...).

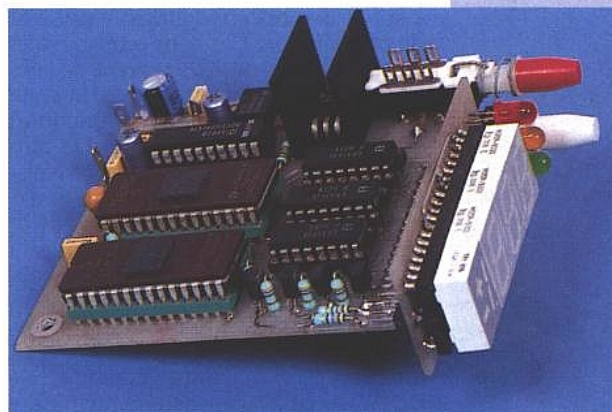
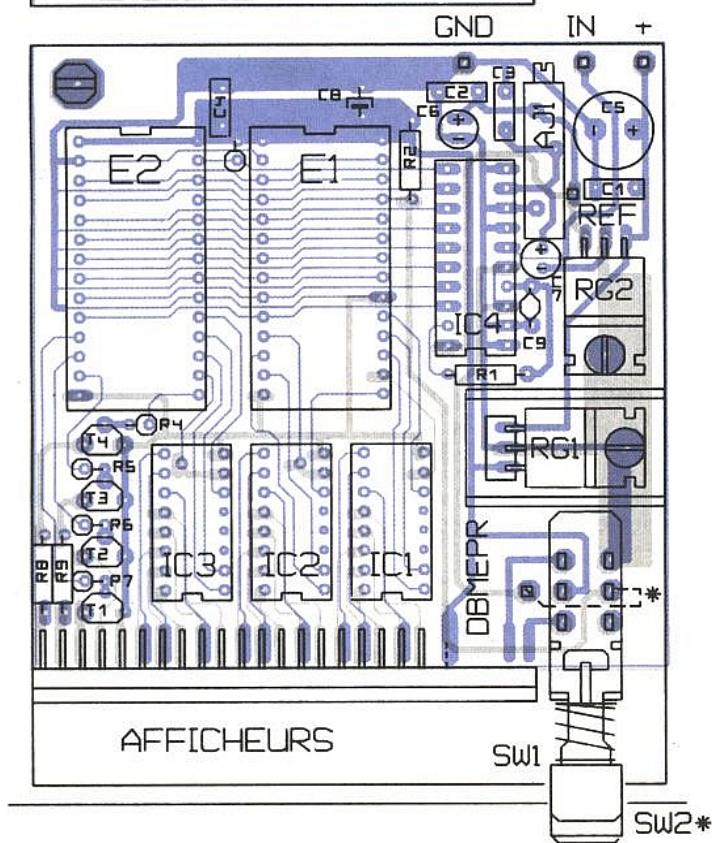
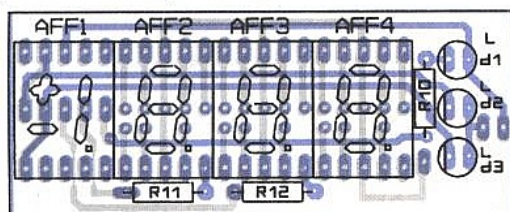
Dans le cas de MÉMO, la mesure étant faite au moyen d'un potentiomètre



■ Les cartes côté composants.

■ Les cartes côté cuivre.

■ Les implantations correspondantes.



■ Mémé totalement assemblé.

(idéalement de 3 tours), cette «folie» toutefois fort logique de l'affichage, sera vite détectée soit par un léger déplacement du curseur, soit par un bref appui sur SW2 qui ne figera dans notre exemple que 4 ou 5, mais en aucune manière «9».

Bien entendu, la référence +5V pour IN MAXI n'est pas obligatoire et AJ1 (1/2 de IN maxi) permettra d'ajuster le tir au mieux des exigences.

RÉALISATION

La figure 2 dévoile les CIs (en double face) et l'implantation des composants. Deux cartes sont en effet nécessaires : la plus petite, portant essentiellement les afficheurs, exploite au maximum les

	ADR	E2	E1	AFF.	U	ADR	E2	E1	AFF.	U	ADR	E2	E1	AFF.	U	ADR	E2	E1	AFF.	U			
00	=	06	70	0,07	mV	40	=	36	80	3,08	mV	80	=	14	32	123	mV	C0	=	4A	09	4,90	V
01	=	06	80	0,08	mV	41	=	36	62	3,26	mV	81	=	14	03	130	mV	C1	=	5A	81	5,18	V
02	=	06	90	0,08	mV	42	=	36	64	3,46	mV	82	=	14	83	138	mV	C2	=	5A	84	5,48	V
03	=	06	90	0,09	mV	43	=	36	66	3,66	mV	83	=	14	64	146	mV	C3	=	5A	18	5,81	V
04	=	06	90	0,09	mV	44	=	36	88	3,88	mV	84	=	14	45	154	mV	C4	=	6A	51	6,15	V
05	=	06	01	0,10	mV	45	=	46	11	4,11	mV	85	=	14	46	164	mV	C5	=	6A	25	6,52	V
06	=	06	11	0,11	mV	46	=	46	53	4,35	mV	86	=	14	37	173	mV	C6	=	6A	09	6,90	V
07	=	06	11	0,11	mV	47	=	46	16	4,61	mV	87	=	14	48	184	mV	C7	=	7A	13	7,31	V
08	=	06	21	0,12	mV	48	=	46	88	4,88	mV	88	=	14	49	194	mV	C8	=	7A	57	7,75	V
09	=	06	31	0,13	mV	49	=	56	71	5,17	mV	89	=	24	60	206	mV	C9	=	8A	12	8,21	V
0A	=	06	41	0,14	mV	4A	=	56	84	5,48	mV	8A	=	24	81	218	mV	CA	=	8A	07	8,70	V
0B	=	06	41	0,14	mV	4B	=	56	18	5,81	mV	8B	=	24	13	231	mV	CB	=	9A	12	9,21	V
0C	=	06	51	0,15	mV	4C	=	66	51	6,15	mV	8C	=	24	54	245	mV	CC	=	9A	57	9,75	V
0D	=	06	61	0,16	mV	4D	=	66	25	6,52	mV	8D	=	24	06	260	mV	CD	=	19	30	10,3	V
0E	=	06	71	0,17	mV	4E	=	66	09	6,90	mV	8E	=	24	57	275	mV	CE	=	19	90	10,9	V
0F	=	06	81	0,18	mV	4F	=	76	03	7,30	mV	8F	=	24	19	291	mV	CF	=	19	61	11,6	V
10	=	06	91	0,19	mV	50	=	76	57	7,75	mV	90	=	34	80	308	mV	D0	=	19	32	12,3	V
11	=	06	02	0,20	mV	51	=	86	02	8,20	mV	91	=	34	72	327	mV	D1	=	18	F3	13	V
12	=	06	12	0,21	mV	52	=	86	96	8,69	mV	92	=	34	64	346	mV	D2	=	19	83	13,8	V
13	=	06	32	0,23	mV	53	=	96	02	9,20	mV	93	=	34	66	366	mV	D3	=	19	64	14,6	V
14	=	06	42	0,24	mV	54	=	96	57	9,75	mV	94	=	34	88	388	mV	D4	=	19	45	15,4	V
15	=	06	52	0,25	mV	55	=	15	30	10,3	mV	95	=	44	11	411	mV	D5	=	19	46	16,4	V
16	=	06	72	0,27	mV	56	=	15	90	10,9	mV	96	=	44	63	436	mV	D6	=	19	37	17,3	V
17	=	06	92	0,29	mV	57	=	15	61	11,6	mV	97	=	44	16	461	mV	D7	=	19	48	18,4	V
18	=	06	03	0,30	mV	58	=	15	32	12,3	mV	98	=	44	98	489	mV	D8	=	19	49	19,4	V
19	=	06	23	0,32	mV	59	=	14	F3	13	mV	99	=	54	81	518	mV	D9	=	29	60	20,6	V
1A	=	06	43	0,34	mV	5A	=	15	83	13,8	mV	9A	=	54	05	550	mV	DA	=	29	81	21,8	V
1B	=	06	63	0,36	mV	5B	=	15	64	14,6	mV	9B	=	54	18	581	mV	DB	=	29	13	23,1	V
1C	=	06	93	0,39	mV	5C	=	15	45	15,4	mV	9C	=	64	51	615	mV	DC	=	28	54	24,5	V
1D	=	06	14	0,41	mV	5D	=	15	46	16,4	mV	9D	=	64	25	652	mV	DD	=	29	F6	26	V
1E	=	06	34	0,43	mV	5E	=	15	37	17,3	mV	9E	=	64	09	690	mV	DE	=	29	57	27,5	V
1F	=	06	64	0,46	mV	5F	=	15	38	18,3	mV	9F	=	74	13	731	mV	DF	=	29	19	29,1	V
20	=	06	84	0,48	mV	60	=	15	49	19,4	mV	A0	=	74	57	775	mV	E0	=	39	80	30,8	V
21	=	06	15	0,51	mV	61	=	25	60	20,6	mV	A1	=	84	02	820	mV	E1	=	39	72	32,7	V
22	=	06	45	0,54	mV	62	=	25	81	21,8	mV	A2	=	84	07	870	mV	E2	=	39	64	34,6	V
23	=	06	85	0,58	mV	63	=	25	13	23,1	mV	A3	=	94	12	921	mV	E3	=	39	76	36,7	V
24	=	06	16	0,61	mV	64	=	25	54	24,5	mV	A4	=	94	57	975	mV	E4	=	39	88	38,8	V
25	=	06	56	0,65	mV	65	=	24	F6	26	mV	A5	=	1A	30	1,03	V	E5	=	48	F1	41	V
26	=	06	96	0,69	mV	66	=	25	57	27,5	mV	A6	=	1A	01	1,10	V	E6	=	49	53	43,5	V
27	=	06	37	0,73	mV	67	=	25	19	29,1	mV	A7	=	1A	61	1,15	V	E7	=	48	F6	46	V
28	=	06	77	0,77	mV	68	=	35	80	30,8	mV	A8	=	1A	32	1,23	V	E8	=	48	F9	49	V
29	=	06	28	0,82	mV	69	=	35	72	32,7	mV	A9	=	1A	03	1,30	V	E9	=	59	81	51,8	V
2A	=	06	78	0,87	mV	6A	=	35	64	34,6	mV	AA	=	1A	73	1,37	V	EA	=	59	84	54,8	V
2B	=	06	29	0,92	mV	6B	=	35	66	36,6	mV	AB	=	1A	64	1,45	V	EB	=	58	F8	58	V
2C	=	06	79	0,97	mV	6C	=	35	88	38,8	mV	AC	=	1A	55	1,55	V	EC	=	69	61	61,6	V
2D	=	16	30	1,03	mV	6D	=	45	11	41,1	mV	AD	=	1A	46	1,64	V	ED	=	68	F5	65	V
2E	=	16	90	1,09	mV	6E	=	45	53	43,5	mV	AE	=	1A	37	1,73	V	EE	=	68	F9	69	V
2F	=	16	61	1,16	mV	6F	=	45	16	46,1	mV	AF	=	1A	48	1,84	V	EF	=	78	F3	73	V
30	=	16	22	1,22	mV	70	=	45	98	48,9	mV	B0	=	1A	49	1,94	V	F0	=	79	57	77,5	V
31	=	16	03	1,30	mV	71	=	55	81	51,8	mV	B1	=	2A	60	2,06	V	F1	=	88	F2	82	V
32	=	16	73	1,37	mV	72	=	55	84	54,8	mV	B2	=	2A	02	2,20	V	F2	=	89	96	86,9	V
33	=	16	64	1,46	mV	73	=	55	18	58,1	mV	B3	=	2A	13	2,31	V	F3	=	98	F2	92	V
34	=	16	45	1,54	mV	74	=	65	51	61,5	mV	B4	=	2A	54	2,45	V	F4	=	99	57	97,5	V
35	=	16	46	1,64	mV	75	=	65	25	65,2	mV	B5	=	2A	95	2,59	V	F5	=	18	30	103	V
36	=	16	37	1,73	mV	76	=	64	F9	69	mV	B6	=	2A	57	2,75	V	F6	=	18	90	109	V
37	=	16	38	1,83	mV	77	=	75	13	73,1	mV	B7	=	2A	19	2,91	V	F7	=	18	51	115	V
38	=	16	49	1,94	mV	78	=	75	57	77,5	mV	B8	=	3A	01	3,10	V	F8	=	18	22	122	V
39	=	26	60	2,06	mV	79	=	84	F2	82	mV	B9	=	3A	72	3,27	V	F9	=	18	03	130	V
3A	=	26	81	2,18	mV	7A	=	84	F7	87	mV	BA	=	3A	84	3,48	V	FA	=	18	73	137	V
3B	=	26	13	2,31	mV	7B	=	95	12	92,1	mV	BB	=	3A	76	3,67	V	FB	=	18	64	146	V
3C	=	26	54	2,45	mV	7C	=	95	57	97,5	mV	BC	=	3A	88	3,88	V	FC	=	18	45	154	V
3D	=	26	95	2,59	mV	7D	=	14	30	103	mV	BD	=	4A	11	4,11	V	FD	=	18	36	163	V
3E	=	26	47	2,74	mV	7E	=	14	90	109	mV	BE	=	4A	53	4,35	V	FE	=	18	37	173	V
3F	=	26	19	2,91	mV	7F	=	14	61	116	mV	BF	=	4A	16	4,61	V	FF	=	18	38	183	V

■ Figure 3 : les gammes V/mV et les contenus EPROM correspondants.

deux faces du circuit imprimé pour offrir à la fois une qualité de maintenance et de présentation. Des connecteurs mâles sécables au pas de 2,54 servent de liens électriques et mécaniques avec la carte principale (31 soudures...), et le support 40 broches acceptant les quatre afficheurs offre aussi une excellente résistance à l'arrachement (insertion et extraction des afficheurs). SW2 mérite un minimum d'attention : les «communs» côté cuivre seront à couper avant d'insérer SW1 et SW2 dans les mêmes logements. Ce montage tête-bêche un peu particulier permet (si le CI a été conçu pour) d'installer deux SCHADOWS «recto, verso» dans le même axe (broches de SW2 externes à celles de SW1).

La mise en route du système nécessite de disposer des deux EPROM programmées, mais il sera judicieux de raccorder par nappe les données du programmeur à celles de E1, puis de E2, afin de vérifier le bon fonctionnement des décodeurs et des afficheurs.

Chacun pourra en profiter pour relever les codes des deux actions. Pour E1, c'est très simple car il suffit d'inverser ce que l'on souhaite afficher : si on désire 76 il faut entrer 67, pour 25 il faut entrer 52, etc. FF commandant un blanking. Pour E2, c'est un peu plus complexe car il faut gérer AFF 2, les signes (ou gammes) et les points décimaux. Par exemple, pour afficher - 77,5, il faut confier 75 à E2 soit 57 et - 7, dans E1 soit 75.

Le tableau donné figure 3 correspond aux données à entrer dans E1 et E2 aux adresses 00 à FF, afin d'afficher la gamme V/mV. La figure 4 qui opère

l'opération inverse db → mV est disponible sur notre serveur.

On constatera que AFF 4 a été exclusivement réservé au demi-décibel, ce qui évite de «promener» les nombres de droite et de gauche. Comme on peut faire absolument ce que l'on veut, autant en profiter au maximum ! Toutefois, de - 78 à - 79,5 dB, la précision en gamme mV est très relative (il manquait un digit), mais 0,5 dB par pas n'est-il pas déjà un luxe ?

Pour cette application, il faut que VIn évolue entre + 5 V et 0. On réglera donc VRef (broche 9 de IC4) à 2,5 V, au moyen de AJ1.

CONCLUSION

En repliant le radiateur de RG1, ce module peut être placé, comme nous l'avons dit, dans les 3,3 cm d'un rack 1 U. Suivant la provenance de VIn et le contenu des Eproms, de nombreuses applications peuvent être envisagées : mesures de température, de lumière, de vitesse de perceuse, mais aussi mécaniques.

Un potentiomètre multitours actionné par une crémaillère à rattrapage de jeu pourrait constituer un ensemble intéressant, sans oublier qu'il serait aisé de récupérer les 8 bits de IC4 pour piloter par exemple un atténuateur à plots et réaliser ainsi une commande précise de volume.

A vos idées.

Jean ALARY

Nomenclature

Résistances

R1 = 10 kΩ
R2 à R7 = 4,7 kΩ
R8 à R10 = 270 Ω
R11 = R12 = 330 Ω
AJ1 = 10 kΩ T18

Condensateurs

C1 à C4 = 100 nF
C5 = 100 µF 25V radial
C6 à C8 = 10 µF 63V radial
C9 = 100 pF

Semiconducteurs

IC1 à IC3 = CA3161
IC4 = ADC0804
E1 et E2 = 2764 MEMO
TR1

COMPOSANTS ET OUTILS ACCESS BUS

Après deux articles concernant la

philosophie et la «théorie» de

l'ACCESS.bus, et avant de vous

proposer des possibilités d'applications

spécifiques, nous vous proposons de

vous rappeler rapidement comment, de

façon générale, est réalisée la partie I2C

des circuits intégrés qui seront utilisés et

de terminer cet article en vous indiquant quelles sont les grandes familles

de composants utilisables à ce jour pour concevoir des ACCESSoires

possibles pour PC.



COMPOSANTS ÉLECTRONIQUES POUR ACCESS.BUS

Il n'y a pas de composants spécifiques pour satisfaire les couches du protocole ACCESS.bus. Tous les composants I2C (microcontrôleurs multimaitres) répondent par définition au problème posé.

Les différentes technologies des différents fabricants

Il existe des circuits intégrés I2C de toutes sortes et de toutes fonctionnalités (plus de trois cents types différents à ce jour).

De nombreux fabricants de composants ont été contraints de développer différentes technologies aptes à remplir les qualités requises pour satisfaire ces fonctionnalités.

Chacune d'entre elles (BIPOLAIRE, NMOS, CMOS, xMOS, ECL, I2L...) possède ses vertus, ses niveaux élec-

triques bien spécifiques, etc., et elles ont donné jour à de multiples variantes selon les fabricants.

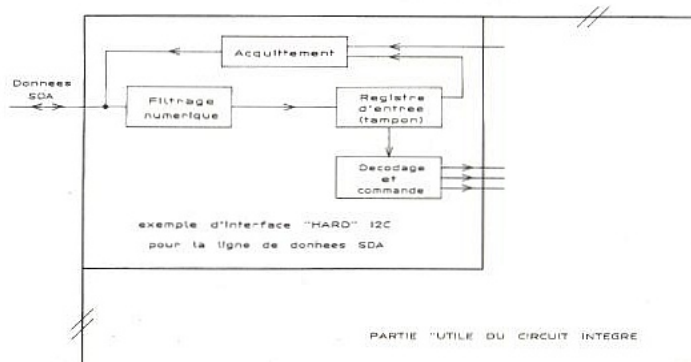
Heureusement, et c'est l'une des forces principales de l'I2C, ses spécifications ont été conçues afin qu'il soit facile à chacun des fabricants de circuits intégrés de se libérer simplement de la majorité des soucis pouvant provenir d'ordre technologique.

Cela étant posé, rappelons succinctement l'architecture générale d'un composant raccordable au bus I2C.

Architecture générale d'un circuit I2C

La figure 1 rappelle les grandes lignes conventionnelles du schéma-bloc d'un circuit baptisé, par abus de langage, «I2C».

Il se compose de deux grandes entités.
a) La partie «utile» ou fonctionnelle du circuit intégré.



■ Figure 1

C'est, bien sûr, la partie physique où se trouve réalisée la fonctionnalité électronique que l'on souhaite voir remplie par le circuit intégré.

La plupart du temps, ce sont les qualités électriques de cette fonction qui déterminent le type de technologie à utiliser pour la réalisation du circuit intégré final.

b) L'interface de liaison I2C

Qu'elle soit de type «intelligent» ou «non», sa réalisation doit être telle qu'elle satisfasse intégralement toutes les caractéristiques du protocole du bus, tant électriques que temporelles. Sa dimension physique est directement liée au niveau de complexité de la fonction utile à remplir.

Dans les cas plus complexes, et c'est le cas des microcontrôleurs utilisés notamment pour l'ACCESS.bus (prise de commande du bus, gestion des priorités, conflicts...), il sera nécessaire que l'interface soit évidemment un peu plus volumineuse.

Structure d'une interface standard I2C

Du fait du choix de transmission série, il est pratiquement toujours nécessaire de disposer d'un registre à «entrée série» afin d'engranger la (les) série(s) de donnée(s) arrivant par flot.

Afin de prévenir l'expéditeur du fait que l'on a bien reçu son message (en



On peut aussi remarquer sur le schéma que la flèche est bidirectionnelle car ces étages tampons doivent assurer parfois des applications de type «temps réel» nécessitant de renvoyer vers le maître des accusés de réception qui sont en relation, mais indirectement, temporellement avec celles reçues (par exemple lors de l'inscription de données dans des mémoires EEPROM).

De plus, afin d'annihiler l'éventuelle présence de parasites, on dispose fréquemment, en amont de ces registres, d'ensembles de pré-filtrage soit analogiques (filtre passe-bas...), soit numériques de type temporel (souvent par comptage) sur les deux fils (horloge et données) du bus.

Un exemple de configuration est donné figure 2.

Maintenant que vous voilà un peu plus renseigné sur la structure «hardware» de l'interface I2C, nous allons vous donner quelques indications concernant les familles de composants existants et raccordables au bus.

Fréquemment, ces composants ont été baptisés d'un nom générique de «CLIPS» car raccordables de façon modulaire sur le bus (y compris pendant le fonctionnement du bus «hot plugging» sous quelques conditions de traitement logiciel), ce qui facilite leur emploi avec l'ACCESS.bus.

Les différentes familles de composants I2C

Contrairement à ce que l'on pourrait croire, ce n'est pas faire du «hors sujet» que de présenter ce paragraphe car chaque jour nouveau apporte sa diversité à la famille grandissante des ACCESSoires (Audioman, FOToman, Scanman, MULTIMEDIA...).

De par son origine, c'est certainement la famille qui concerne les applications et produits Grand Public (audio, radio, télévision) qui est sans aucun doute la plus volumineuse, mais elle est de plus en plus talonnée par la famille industrielle toutes applications confondues (téléphonie, radio-communications, automobile, industrie, informatique...).

Voici quelques exemples de fonctions selon les domaines :

Audio :

- contrôle de tonalité ;
- contrôle de volume ;
- convertisseurs A/D D/A ;
- sélecteur de sources ;
- commande d'amplificateurs ;
- commande de fading ;
- etc.,

et tous les circuits spécialisés pour les lecteurs de compact discs de tous types.

Radio :

- PLL ;
- synthétiseurs de fréquence ;
- circuits de FI ;
- décodeurs stéréo ;
- RDS ;
- etc.

Télévision :

- décodeurs PAL, SECAM, NTSC ;
- circuits de réception TV (synthèse de fréquence, FI...) ;
- circuits vidéo (traitement, incrustation...) ;
- convertisseurs rapides A/D, D/A ;
- etc.,

et, ici aussi, il y en a beaucoup.

Téléphonie :

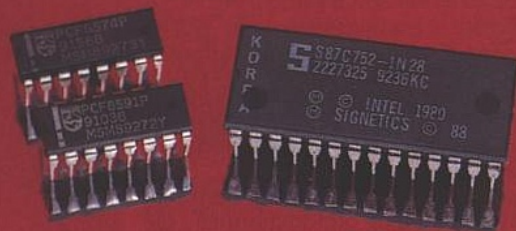
- contrôle de tonalité ;
- contrôle de volume ;
- convertisseurs A/D, D/A ;
- commande d'amplificateurs ;
- générateur DTMF ;
- générateur de mélodies ;
- etc.

Usages généraux industriels et professionnels :

- des PLL ;
- synthétiseurs de fréquence ;
- convertisseurs rapides A/D, D/A ;
- mémoires RAM, EEPROM ;
- expenseur d'entrées-sorties ;
- commande d'affichage LED, LCD ;
- horloges temps réel ;
- etc.,

et tout cela sans compter les microcontrôleurs et les cartes à puce I2C. Comme vous pouvez vous en rendre compte, la palette est très large et cela vous laisse tout loisir pour créer de nouveaux ACCESSoires au standard ACCESS.bus qui satisferont les demandes commerciales de demain tels que :

- lecteurs de cartes à puce pour accès conditionnel
- reconnaissance d'écriture ou de signature ;
- reconnaissance de parole ;



■ Quelques composants I2C.

tout cas que l'on a au moins reçu l'«enveloppe») un dispositif d'envoi d'accusé de réception est prévu et, afin de dissocier temporellement l'expéditeur et le destinataire, un étage tampon d'entrée [constitué d'un registre «latch» (verrou)] est disposé.

Par la suite, le contenu de ce registre sera présenté en parallèle à l'autre partie du circuit qui, après traitement, servira à commander les différentes fonctions utiles du composant.

- compositeur de numéros téléphoniques ;
- traitements industriels et/ou privés de badges radio fréquences ;
- systèmes de sécurité...

Un maître SVP

Maintenant que vous connaissez un peu mieux les principes de l'ACCESS.bus et du bus I2C, il ne vous reste plus qu'à les prendre en main concrètement mais, pour que cela fonctionne, il faut bien un maître quelque part dans le système !

A ce jour, les maîtres se trouvent réalisés à l'aide de microcontrôleurs et le but de ce nouveau paragraphe sera de vous faire découvrir quels sont les possibilités offertes pour réaliser cette fonction.

Les possibilités offertes

De nombreuses possibilités existent pour réaliser la génération (les fonctions maître et/ou esclave émetteur/récepteur) de l'I2C pour piloter l'ACCESS.bus.

1) En logiciel

Ce type de réalisation vient souvent à l'esprit lors de l'emploi de microcontrôleurs soit standards (4/8 bits), soit très spécifiques (très haut de gamme) ne comprenant pas d'origine des interfaces «hard» dédiés I2C.

Autant cela peut être concevable dans des cas simples d'utilisation lorsque les utilisateurs n'ont que peu de fonctionnalités I2C à activer (E2PROM, horloge, RAM...) qui, de plus, sont principalement des fonctions esclaves (émetteurs ou récepteurs), autant il est pratiquement irréaliste (et c'est le cas imposé par l'ACCESS.bus) de vouloir concevoir un «I2C multimaster» en logiciel car, dans ce cas, le micro passerait la quasi totalité de son temps à gérer conflits, arbitrages...

Dans ces cas il est pratiquement obligatoire d'utiliser des microcontrôleurs à interface dédiée I2C.

2) En matériel

La plupart des fabricants de composants ayant adhéré au bus I2C ont commercialisé des circuits intégrés gérant de façon matérielle le protocole I2C.

Chacun voyant midi à sa porte, différentes variantes et solutions ont vu le jour selon les humeurs et possibilités des concepteurs, le tout restant toujours scrupuleusement en accord avec le protocole officiel.

Donnons quelques exemples significatifs directement issus du catalogue de son créateur (Philips) pour des nombreuses variantes pouvant se produire pour des raisons soit techniques, soit technologiques, chez un seul et même fabricant et ce pour une même famille de microcontrôleurs, par exemple les dérivés du 80C51.

Prenons un petit dérivé économique de la famille, donc petit cristal et petit boîtier... donc interface «hard» I2C dimensionnellement le plus petit possible, par exemple géré «bit à bit». C'est le cas, par exemple, du 8xC 751, très utile pour les souris, claviers...

Prenons un dérivé de bon aloi de la famille, donc gros cristal et gros boîtier... donc possibilité d'interface «hard» I2C dimensionnellement «dodue», par exemple géré «byte à byte intelligent». C'est le cas, par exemple, des 8xC 652, 654, 552, à installer notamment sur la carte mère du PC pour gérer le protocole ACCESS.bus ou dans des ACCESS-Soires possédant une certaine intelligence.

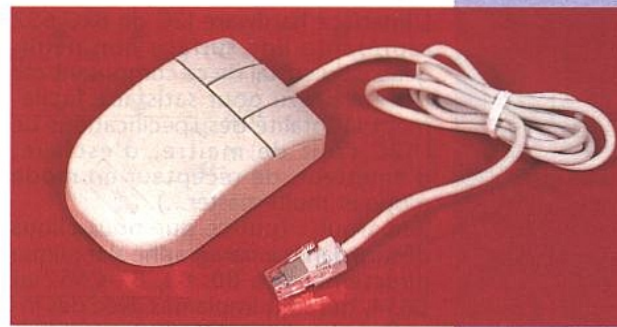
Prenons, pour terminer, un «énorme» dérivé de la famille, donc énorme cristal et le plus petit boîtier économiquement possible... par conséquent, aussi, plus beaucoup de place pour caser une interface «hard» I2C et malheureusement l'obligation de revenir à une orientation de type «bit à bit un peu plus évolué». C'est le cas, par exemple, du 8xC 528 (32 koctets de ROM), dédié des applications particulières raccordables au PC via l'ACCESS.bus. Nous avons voulu vous montrer, à travers ces exemples, combien cela était difficile de vouloir tenter conserver le même type d'interface «hard» tout le long d'une même et unique famille.

Interface hardware I2C orienté «bit»

(microcontrôleurs 8 bits de la famille 8xC 51, par exemple les 80C 751, 752)

Ces «petits» microcontrôleurs, peu chers, sont très employés dans les réseaux ACCESS.bus.

Bien que ne possédant que peu de ressources (voir figure 2), mais grâce à leurs spécificités (convertisseurs D/A et PWM pour le C752), ils sont largement suffisants pour satisfaire la plupart des applications d'ACCESS-Soires envisagées (souris, ligh pen, etc.) dans le cadre de réseaux ACCESS.bus. Ils demanderont donc une gymnastique logique



■ La souris Access bus contient un 87C751.

un peu plus importante pour faire fonctionner le composant en mode multimaster.

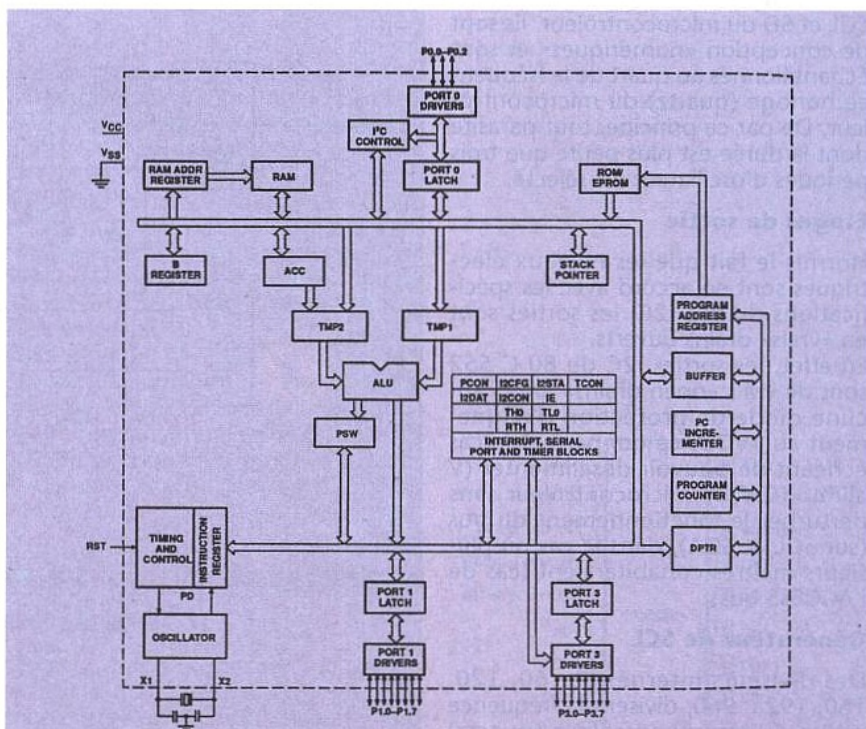
L'interface «orienté bit» des 8x C751 et C752

Nous aurons l'occasion, lors d'un prochain article, de détailler et d'utiliser ce microcontrôleur, mais sachez dès à présent que, comme précédemment, c'est par l'intermédiaire des SFR's de la CPU du microcontrôleur que cela va se passer.

La figure 3 indique le mapping des SFR's du C751 (identiques à ceux des C752 en ce qui concerne le bus I2C). Malgré un air de famille avec les appellations précédentes, ils sont très sensiblement différents et mériteront une attention particulière (hélas, pour vous comme pour nous) «bit à bit».

Interface hardware I2C orienté «byte» très performant

(Microcontrôleurs 8 bits de type 80C 552, 652, 654, par exemple, et 16 bits de type 90C 2xx par exemple).



■ Figure 2 : bloc fonctionnel d'un 87C751.

L'interface hardware I2C du 8xC 652 représente une surface non négligeable du cristal de ce composant car il a été prévu pour satisfaire facilement la totalité des spécifications de l'I2C (soit de maître, d'esclave, d'émetteur, de récepteur en mode mono et multi-master...).

Remarque : tout ce que nous allons décrire dans ce paragraphe s'applique directement au 80, 83, 87 C552 et C654, qui sont implantés avec des interfaces hardware I2C de constitution strictement identique.

En langage savant, cette interface baptisée SIO1 (Serial Input/Output «1», le «0» étant UART) dont le schéma synoptique est donné figure 4 a pour sorties les portes P1.6 (pour l'horloge SCL) et P1.7 (pour les données SDA). Celles-ci doivent normalement être au repos (c'est-à-dire à l'état haut, état logique 1) en l'absence de toutes autres commandes. Cette interface SIO1 est intégralement commandable par logiciel à l'aide de quatre registres «SFRs» ayant pour noms :

S1CON : S1 CONTROL

S1STA : S1 STATUS

S1DAT : S1 DATA

S1ADR : S1 ADDRESS

avec les vocations suivantes :

S1CON a pour mission de s'occuper de la gestion de l'interface.

S1STA d'être un vilain petit rapporteur de ce qui se passe sur le bus.

S1DAT d'être une boîte à lettres de «données» en émission ou réception. S1ADR de représenter l'adresse (modifiable au besoin) I2C du composant. Avant d'aller plus loin, examinons quels sont les organes électroniques que comporte l'interface SIO1. Il se compose de :

Filtres d'entrée

Les filtres sont physiquement disposés, de façon interne, sur les broches SCL et SDA du microcontrôleur. Ils sont de conception «numériques» et sont échantillonnés au quart de la fréquence horloge (quartz) du microcontrôleur. De par ce principe, tout parasite dont la durée est plus petite que trois périodes d'oscillateur est rejeté.

Etages de sortie

Hormis le fait que les niveaux électriques sont en accord avec les spécifications du bus I2C, les sorties sont en «vrais» drains ouverts.

En effet, les sorties I2C du 80 C 552 sont de vrais «open drains» SANS aucune diode de protection d'alignement au +VDD, ce qui permet le cas échéant de pouvoir désalimenter (V alim. = 0 V) le microcontrôleur sans perturber le fonctionnement du bus (sur SCL et SDA), dans le cas où plusieurs maîtres cohabiteraient (cas de l'ACCESS.bus).

Générateur de SCL

Des diviseurs internes par 60, 120, 160, 192... 960, divisent la fréquence pilote du microcontrôleur (quartz) pour créer un signal SCL à fréquence programmable et à rapport cylindrique constant 50/50.

SYMBOL	DESCRIPTION	DIRECT ADDRESS	BIT ADDRESS, SYMBOL, OR ALTERNATIVE PORT FUNCTION								RESET VALUE
ACC*	Accumulator	E0H	E7	E6	E5	E4	E3	E2	E1	E0	00H
B*	B register	F0H	F7	F6	F5	F4	F3	F2	F1	F0	00H
DPTR:	Data pointer (2 bytes)										
DPH	High byte	83H									00H
DPL	Low byte	82H									00H
I ² CFG*	I ² C configuration	D8H/RD WR	DF	DE	DD	DC	DB	DA	D9	D8	0000xx00B
			SLAVEN	MASTRO	0	TIRUN	—	—	CT1	CT0	
			SLAVEN	MASTRO	CLRTI	TIRUN	—	—	CT1	CT0	
I ² CON*	I ² C control	98H/RD WR	9F	9E	9D	9C	9B	9A	99	98	81H
			RDAT	ATN	DRDY	ARL	STR	STP	MASTER	—	
			CXA	IDLE	CDR	CARL	CSTR	CSTP	XSTR	XSTP	
I ² DAT*	I ² C data	99H/RD WR	RDAT	0	0	0	0	0	0	0	80H
			XDAT	X	X	X	X	X	X	X	
I ² STA*	I ² C control	F8H	FF	FE	FD	FC	FB	FA	F9	F8	x0100000B
			—	IDLE	XDATA	XACTV	MAKSTR	MAKSTP	XSTR	XSTP	
IE*	Interrupt enable	A8H	AF	AE	AD	AC	AB	AA	A9	A8	00H
			EA	—	—	EI2	ETI	EX1	ET0	EX0	
P0*	Port 0	80H	—	—	—	—	—	—	SDA	SCL	xxxxxx111B
P1*	Port 1	90H	97	96	95	94	93	92	91	90	FFH
P3*	Port 3	B0H	T0	INTT	INT0	—	—	—	—	—	FFH
			B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0	
PCON*	Power control	87H	—	—	—	—	—	—	PD	IDL	xxxxxx00B
PSW*	Program status word	D0H	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	00H
			CY	AC	F0	RS1	RS0	OV	—	P	
SP	Stack pointer	81H	8F	8E	8D	8C	8B	8A	89	88	07H
TCON*	Timer/counter control	88H	GATE	C/T	TF	TR	IE0	IT0	IE1	IT1	00H
TL*	Timer low byte	8AH									00H
TH*	Timer high byte	8CH									00H
RTL*	Timer low reload	8BH									00H
RTH*	Timer high reload	8DH									00H

* SFRs are bit addressable.

SFRs are modified from or added to the 80C51 SFRs.

Figure 3 : Mapping des SFR du 87C751.

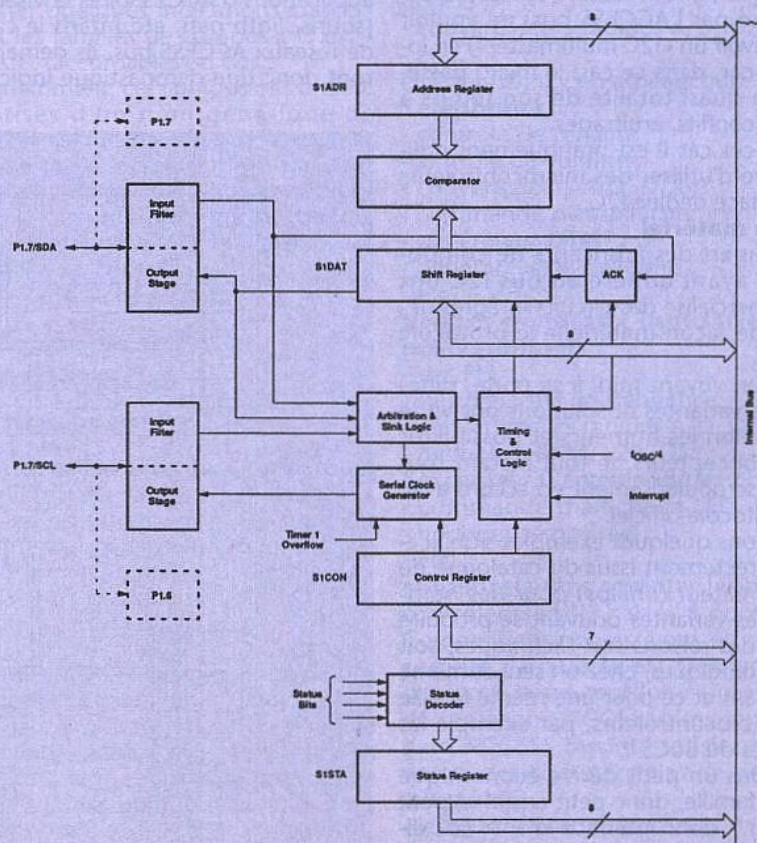
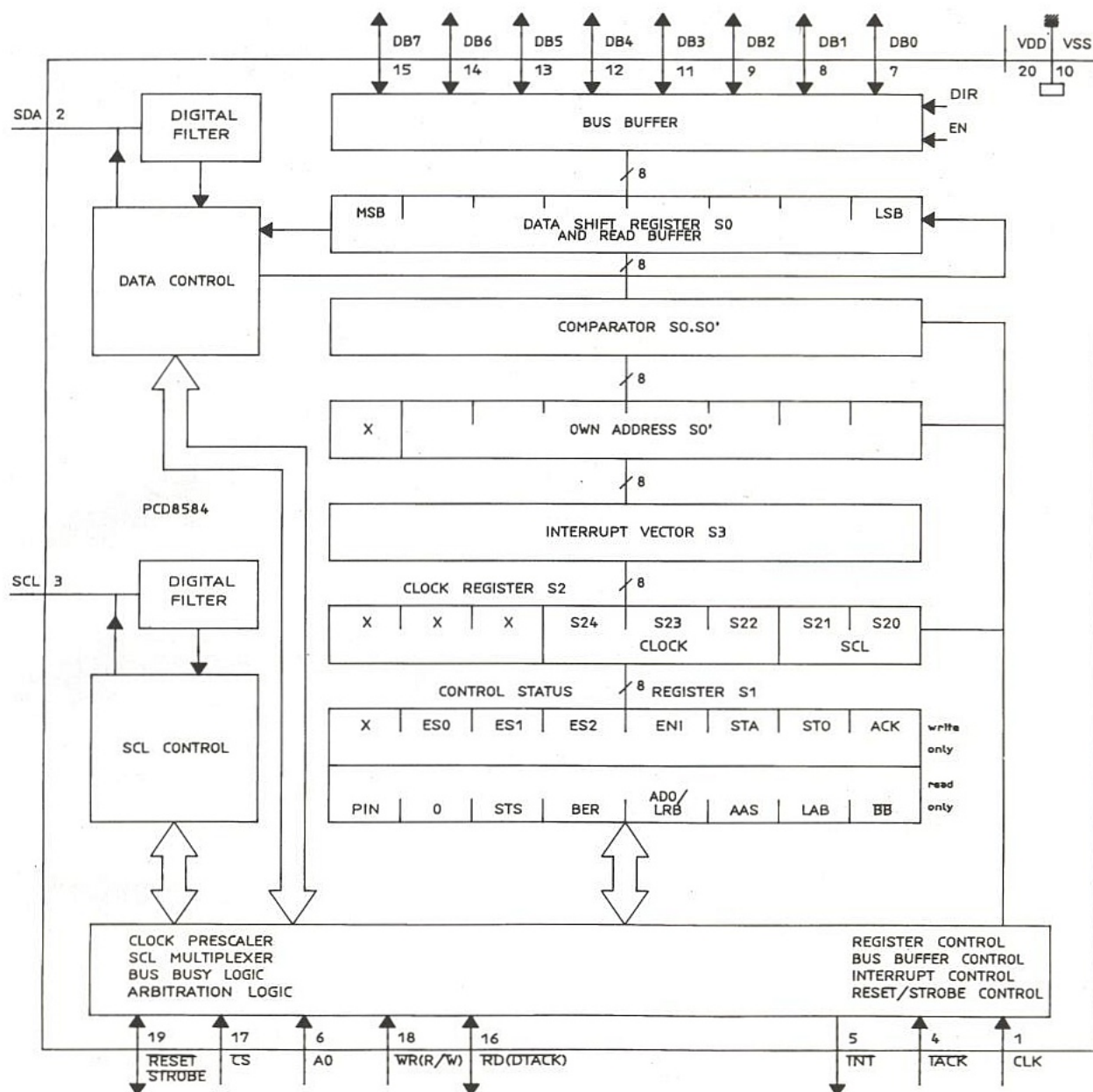


Figure 4 : L'interface SIO1.



■ Figure 5 : bloc fonctionnel du PCD 8584.

Logique d'arbitrage et de synchronisation

Afin de vous libérer d'acrobaties logicielles gourmandes en code et en temps d'occupation de la CPU, le cristal comporte une logique câblée effectuant ce travail si délicat.

Ceci vous permettra donc de disposer de votre temps pour vous occuper d'autres problèmes au lieu de verdir ou blêmir sur ces phases complexes du fonctionnement du bus en emploi «multimaître». Ouf, un grand merci au constructeur.

Des registres

Au nombre de quatre, ces registres sont l'âme de cette interface dite SI01. Judicieusement disposées dans les SFRs aux endroits bits adressables quand cela est nécessaire, ils sont là pour nous faciliter le travail logiciel.

Autre possibilité de protocole Handler

Citons enfin, pour information, qu'il existe depuis au moins deux ans un circuit intégré PCD 8584 (voir figures 5

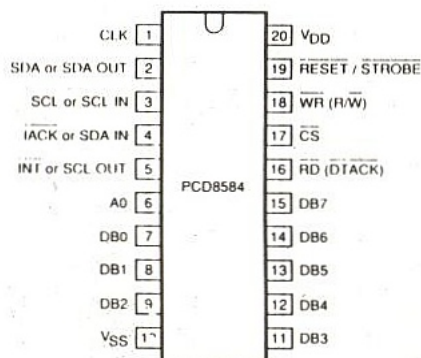
et 6) ayant pour fonction d'assurer l'interfaçage entre un bus microcontrôleur de type parallèle (8 bits ou 8 bits issus d'un 16 bits) et le bus IC2.

Nous avons déjà décrit en son temps en détails ce composant (voir ERP536 et 537) qui permet de résoudre sans trop de difficultés (quand on possède la bonne documentation !) les adaptations entre les familles 6800, 68000, Z80... avec l'IC2.

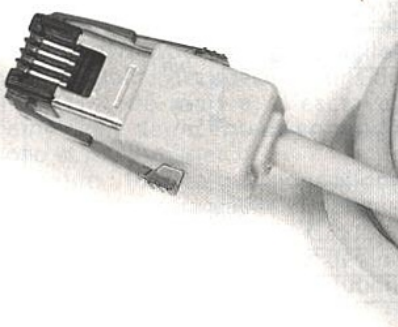
Voilà terminé, pour l'essentiel, ce qu'il est bon de connaître au sujet de deux principaux types d'interface «hardware» fréquemment utilisés pour traiter la couche physique I2C de l'ACCESS.bus et qui sont profondément différents l'un de l'autre.

Les circuits interfaces de ligne

L'interfaçage d'un bus en vue de son extension est toujours un sujet de controverse car aussitôt chacun y voit une dégradation potentielle de ses possibilités, ce qui est en principe un peu vrai, mais plus toujours ! L'IC2 est «congénitalement» asymé-



■ Figure 6 : brochage du PCD 8584.



■ La fiche normalisée ACCESS.bus.

trique par rapport à la masse et, de plus, la lecture de ses spécifications nous a appris que deux paramètres matériels régissent ses performances d'extension :

- la «chargeabilité» (maximale en courant) de l'étage de sortie ;
 - le temps de montée des signaux véhiculés sur le bus (la fameuse «une» microseconde en mode standard) et qu'un paramètre «soft» l'oblige à être bidirectionnel ;
 - le signal d'acquiescement que renvoie le «récepteur» à l'«émetteur».
- Maintenant que le décor est planté, nous pouvons envisager différentes solutions :

Extension filaire du bus I2C

a) Tel quel

C'est trivial, cela s'est avéré très souvent largement suffisant !

Nous vous l'avons déjà signalé, ce bus, avec une charge capacitive de 400 pF (en mode standard) ou 800 pF (en mode rapide) se comporte très bien (ils, circuits raccordés, capacités ramenées...).

Evidemment, si la distance (lisez bien sur «le nombre de pF que représente les fils de la ligne...») est «trop» longue, il devient nécessaire d'envisager de réduire l'impédance de la source qui attaquera votre ligne I2C pour satisfaire le fameux temps de montée !

b) Bufferisé

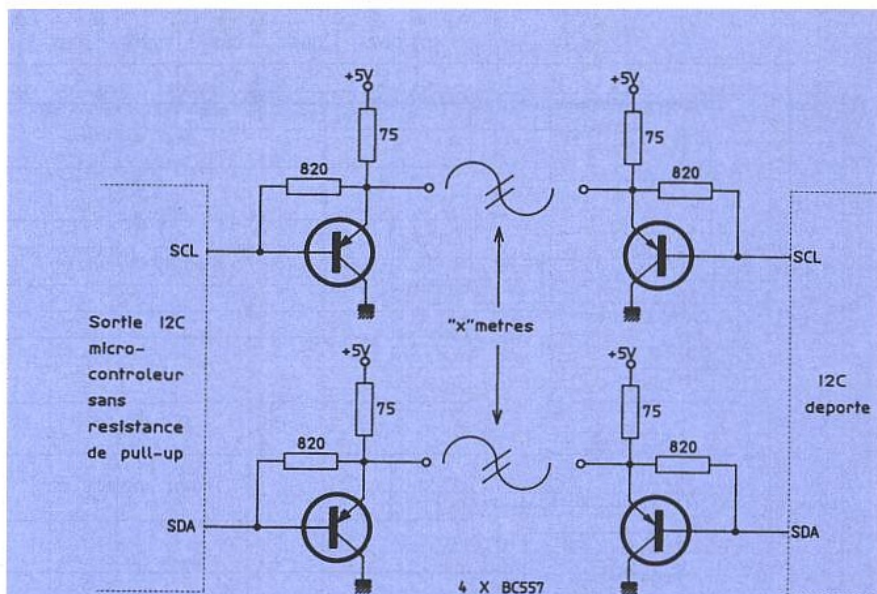
Qu'à cela ne tienne, il ne s'agit que de bufferiser un bus qui n'est somme toute que «simplement» bidirectionnel.

Réalisation en analogique

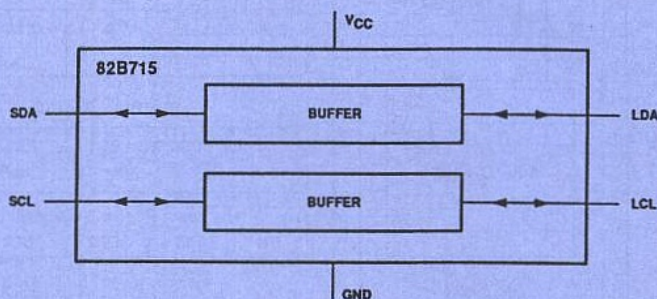
Le schéma de la figure 7 est le plus utilisé aujourd'hui pour bufferiser le bus. Son fonctionnement est on ne peut plus simple.

Comme vous avez pu le remarquer, nous avons disposé en lieu et place des résistances de rappel au plus cinq volts des transistors PNP en émetteur suiveur ayant pour charge 75 ohms. Au repos des broches SDA et SLC, T1 et T2 ne sont pas conducteurs et tout le monde est au +5 V.

Supposons que IC1 soit momentanément le maître. T1 varie au rythme des informations et son émetteur aussi. L'émetteur de T2 varie de paire, bien entendu, mais sa base aurait encore le droit de faire ce que bon lui semblerait



■ Figure 7 : «bufferisation» de l'I2C en discret.



■ Figure 8 : le buffer I2C 82B715.

si l'on n'avait pris la précaution de disposer une résistance de 820 ohms qui l'oblige à suivre le mouvement de l'émetteur, commandant ainsi l'entrée considérée du circuit intégré. Le raisonnement est similaire dans l'autre sens, le montage étant symétrique. Les niveaux électriques du bus sont légèrement dégradés mais restent en accord avec la spécification du bus et ce que l'on perd en immunité au bruit est largement compensé par le gain en réduction d'impédance de la ligne.

Réalisation en circuit intégré dédié : le P 82 B 715

Les paragraphes précédents vous ont présenté des réalisations «discrètes» de bufferisation de l'I2C. Souvent, la question suivante a été posée : «Y a-t-il un circuit intégré pour faire cela ?» La réponse est (enfin) oui ! C'est le P 82 B 715.

La figure 8 donne la structure générale de ce circuit intégré dont nous vous entretiendrons très prochainement. Ce circuit intégré a pour but de bufferiser «par 10» la charge capacitive du bus ou, encore, tout étant égal par ailleurs, de rallonger la distance possible d'un facteur 10.

Son application à l'ACCESS.bus est toute indiquée car il est possédé une source de courant en lieu et place de résistance de pull-up.

Ce circuit contient deux voies iden-

tiques ayant pour but de bufferiser SANS DÉGRADATION la bidirectionnalité du bus I2C avec un courant de 30 mA au lieu de 3 mA pour chacune des sorties.

De plus, comme nous l'avons indiqué précédemment, afin de réduire les problèmes de perturbations radioélectriques et assurer la stabilité du circuit, des éléments internes ont été disposés pour contrôler les temps de montée et de descente des signaux.

La figure 10 représente le schéma synoptique d'une moitié de P82B715.

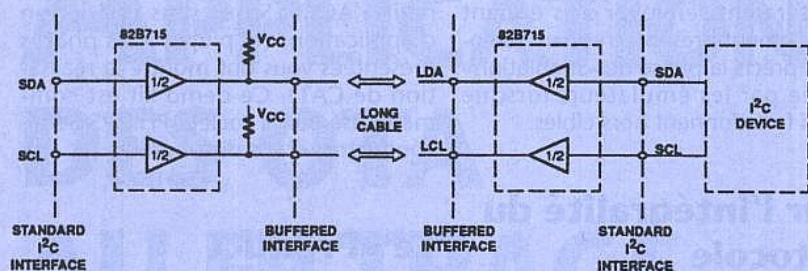
Les applications hors cadre de l'ACCESS.bus

Nous venons de vous exposer de façon générale les applications de l'ACCESS.bus vivant dans sont élément originel qui est celui des ACCESSOIRES pour PC.

Nous allons maintenant dédier ce paragraphe à ses applications possibles HORS DE CE CADRE.

Si l'existence du protocole ACCESS.bus est récent, celui de sa couche physique I2C date d'une quinzaine d'années et les utilisateurs n'ont pas attendu l'avènement des PC pour se rendre compte de la puissance que ce bus à deux fils possédait.

L'I2C a débuté par des applications produits grand public (radio et télévi-



■ Figure 9 : l'interconnexion longue distance avec le 82B715.

Company & Contact	ACCESS bus (A.b.) Products	Status 10/92*	Circle No.	Company & Contact	ACCESS bus (A.b.) Products	Status 10/92*	Circle No.
AMP INC. 1705 Plaza St., Harrisburg, PA 17105 Frank Portelli (717) 786-4994; FAX: (717) 786-6735	Connectors	Available	500	MICROCHIP TECHNOLOGY 2351 W. Chandler Blvd., Chandler, AZ 85224 Richard J. Fisher (602) 786-7291; FAX: (602) 786-7277	EEPROMs with PC interface Microcontrollers with A.b. interface	Available Development	512
CEIBO LTD. Medanor Building, Ind. Zone, Herblot, 4827, Issat, Canton Vaud, Switzerland (072 52 52 53 53); FAX: (072 52 52 53 297)	PC/A.b. Analyzer	Development	501	MICRO COMPUTER CONTROL P.O. Box 253, Haysville, MO 64705 Ed Thompson (800) 466-1751; FAX: (800) 466-4116	PC/A.b. Analyzer	Prototype	513
CH PRODUCTS 970 Park Center Dr., Vista, CA 92083 Ron Carroll (619) 596-2518; FAX: (619) 596-2534	RollerMouse trackball	Available	502	MICROSOFT CORP. 1 Microsoft Way, Redmond, WA 98052 Keith Kieley (206) 856-5940; FAX: (206) 856-7326	A.b. operating system support	Development	514
COMPUTER ACCESS TECHNOLOGY 640 Highland Ave., Somerville, MA 02144 Dai Wilson (617) 552-8010; FAX: (617) 552-8025	A.b.-1221 PC/AT adapter board A.b.-DEV-KIT development kit A.b. accessories	Available Available	503	MOLEX INC. 2122 Wellington Court, Lisle, IL 60532 Jon Dornbach (708) 389-4550; FAX: (708) 389-1352	Connectors	Available	515
DIGITAL EQUIPMENT CORP. 6 Technology Park Dr., Waltham, MA 01989 Paul Nelson (508) 635-4288; FAX: (508) 635-8724	MAXline personal workstation	Available	504	NEW IDEA ELECTRONICS 140-1, No. 237, Sec. 1, Taipei, Taiwan Abraham Cheng (886-2-704 1333; FAX: (886-2-704 6034)	A.b. mouse	Prototype	516
DISCRETE TIME SYSTEMS 141 Canal St., Nantux, NH 05950 Robert Scott (603) 883-3872; FAX: (603) 882-7067	Serial & parallel port converters	Development	505	NEXUS APPLIED RESEARCH 2010 Yale Ranch Rd., Andover, CA 95960 Mark Brown (916) 885-6262; FAX: (916) 889-6203	Input devices for the disabled	Development	517
JOHN FLUXE MFG. CORP. P.O. Box 9090, Everett, WA 98206-9090 Marc Mays (206) 347-6180; FAX: (206) 356-5116	A.b. Analyzer	Prototype	506	PENNY & GILES 1 Aurold Way, Chesham, Bucks HP82 2JY England, Coast Desk Highgate (44-302-481 751; FAX: (44-302-499 279)	Industrial A.b. trackballs Industrial A.b. digital joystick	Available Available	518
HONEYWELL KE DIV. 471 N. Main St., El Paso, TX 79902 Nathan Saunders (915) 543-5134; FAX: (915) 543-5126	PC/101 A.b. keyboard	Available Available	507	PHILIPS SEMICONDUCTORS P.O. Box 9000, Eindhoven, NL 5600 Kevin Gledhill (040) 991-3445; FAX: (040) 991-3773	Microcontrollers with A.b. interface	Available	519
ITAC SYSTEMS INC. 3121 Boston St., Garland, TX 75042 Don Byrum (214) 494-3072; FAX: (214) 494-4139	A.b. Industrial trackball	Available	508	SUMMAGRAPHICS 40 Stowman Rd., Seymour, CT 06483 George Hesse (203) 881-5430; FAX: (203) 881-8367	A.b. digitizing tablet	Prototype	520
LCS TELEGRAPHICS 150 Rogers St., Cambridge, MA 02142 Robert Dumas (617) 225-7970; FAX: (617) 225-7969	A.b. mouse software driver	Available	509	SUN INTERNATIONAL INC. 10001, Campbell Rd., Richardson, TX 75083 Barbara O'neal (214) 654-0112; FAX: (214) 656-5003	A.b. cables & expansion box	Available	521
LOGITECH INC. 4805 Kaiser Dr., Fremont, CA 94555 Denis Previant (510) 713-4474; FAX: (510) 796-8028	A.b. mouse (DEC version) A.b. mouse	Available Development	510	SUN MICRO SYSTEMS 2500 Guadalupe Rd., Mil. View, CA 94043 Andy Macne (415) 356-6839; FAX: (415) 356-0643	SBus A.b. controller board	Development	522
MICROTECHNICS/FUKUBU P.O. Box 26, Manor Island, WA 19040 Steve Carlson (206) 223-4000; FAX: (206) 226-5440	A.b. cables Expansion box	Available Development	511	WELCH ALLYN INC. Jordan Rd., Box 187, Gloucester Falls, NY 13155, Carl Mack McCarty (315) 685-4100; FAX: (315) 685-3172	Bus-code reader	Development	523

■ Figure 10 : les produits ACCESS-bus disponibles.

sion) dans lesquelles, pour gérer l'ensemble, il n'y avait qu'un seul microcontrôleur «standard» (et donc l'IC2 réalisé en software) et des circuits esclaves simples.

Par la suite, les systèmes se sont compliqués un peu plus (nécessitant fréquemment un microcontrôleur à interface IC2 réalisée en hard (pour libérer la CPU de cette tâche) jusqu'au moment où les esclaves sont devenus de plus en plus performants, voire intelligents (eux-mêmes à microcontrôleurs) mais toujours considérés comme esclaves.

Cette époque était donc celle des concepts «MONO master», quoique souvent il existait déjà un couac.

En effet, tous les utilisateurs rusés s'étaient aperçus des fines subtilités que renfermait le protocole du bus I2C et se servaient, sans le dire à personne, de procédures multimaster à des fins (économiques) de tests en production et à des fins (re-économiques) de maintenance.

Bref, le spectre du «multimaster» flottait déjà dans l'air.

Arriva ce qui devait arriver : son usage hors des applications grand public, à la grande honte de certains.

Pour des raisons économiques, les mondes industriels et professionnels s'intéressèrent à ce vilain petit canard à deux fils et, pour ne citer qu'un exemple parmi d'autres, certains démarrèrent directement par équiper des racks 19" avec de multiples cartes si-

milaires et un bus «fond de panier» I2C «multimaster».

La mode multimaster était lancée.

Et, bim ba da boum, voici l'ACCESS.bus ! Hourra ! Que tous ceux qui utilisent l'IC2 se lèvent !

A l'exception de couches logicielles supérieures servant de «drivers» (que de toute façon ils auraient eu tôt ou tard à développer), ils ont la joie de découvrir qu'ils peuvent dès à présent utiliser (soyons francs, continuer à utiliser) tous les dispositifs matériels qu'ils possédaient précédemment sans en changer une virgule, et ce en se servant :

- soit d'un PC fonctionnant sous ACCESS.bus comme superviseur,
- soit considérer un PC comme un ACCESSoire de leur propre système.

De là à ce que votre utilisation tourne tôt ou tard autour d'un système MULTIMEDIA, donc grand public, la boucle n'aura mis qu'une vingtaine d'années à se refermer, mais elle sera bouclée.

Des exemples

Passons à quelques exemples.

De nombreuses applications sont de nos jours pilotées ou surveillées par des PC :

- les bornes de distribution de billets d'avion,
- les ensemble de démonstration et de présentation,
- les émetteurs de radio FM, etc., dans lesquelles, grâce au couple «ACCESS.bus/IC2» il serait aisé de dispo-

ser, par exemple, de plusieurs claviers (ACCESS.bus) et/ou monnayeurs afficheurs (I2C) simultanément sur le même câble (bus) pour donner un accès simultané à différents utilisateurs. Il fut une époque où il était nécessaire de condamner un PC pour réaliser cela mais, à ce jour, il est possible de trouver des cartes PC en OEM à des prix dérisoires, ce qui permet d'envisager de réaliser facilement des applications très sophistiquées utilisant de plus des logiciels vendus en grandes quantités.

LES OUTILS D'ÉVALUATION

A ce jour, il existe déjà de nombreux outils permettant de pouvoir simuler, émuler, évaluer, tester... les couches les plus basses du protocole de l'ACCESS.bus (le bus I2C) puis ensuite l'intégralité des couches supérieures.

Pour le seul protocole l'IC2

La plupart de ces outils permettent la prise en main du bus I2C et aide à une plus grande rapidité de la compréhension du protocole.

Bien évidemment, ils peuvent participer aussi à certaines parties du développement du logiciel d'application.

Les cartes ADD ON sur compatible PC

Afin de satisfaire un marché lié à la gestion industrielle du bus IC2 (chaînes de production, contrôles, tests...), différents sociétés ont créé des cartes ADD ON fonctionnant sur compatible PC afin que chaque utilisateur puisse lui-même développer son logiciel (en assembleur x86, ou en C, ou encore en Pascal...) de façon à commander dynamiquement le bus I2C et, par voie de conséquence, l'ACCESS.bus.

Comme nous sommes en France, restons Français, et citons au moins trois exemples largement connus et commercialisés, cartes toutes réalisées, comme par un merveilleux hasard, autour du PCD 8584 :

- a) l'une par la société ALGADE (filiale de la COGEMA*) capable d'émuler et simuler un bus I2C (plus espion),
- b) l'autre par la société DIALECTICA**, de performances similaires mais visant un marché différent car pouvant gérer jusqu'à quatre bus I2C simultanément,
- c) enfin, la dernière, conçue par la société SOCAVEL (voir n°) et fonctionnant sous WINDOWS.

Si, par hasard, d'autres sociétés commerciales ont aussi développé des cartes identiques, qu'elles aient la gentillesse de nous pardonner de ne pas les citer par unique manque de connaissance de leurs produits.

Ces cartes, livrées avec disquettes, documentation très claire et complète, sont donc à considérer comme des outils professionnels dont les caractéristiques (chacune dans leur «scope» fonctionnel respectif) sont tout à fait performantes.

Ensemble de démonstration

Un kit de démonstration du bus I2C associé aux microcontrôleurs 8x C751, 8x C 652, C654, C552... existe aussi et, à l'aide d'un émulateur, permettra de développer rapidement de petits ACCESSoires.

Les simulateurs et émulateurs de microcontrôleurs I2C

Il existe de nombreuses sociétés sur le marché fournissant des émulateurs pour microcontrôleurs et donc ceux ayant des interfaces «hard» I2C, par exemple (non limitatif) les dérivés bien connus de la famille 80C51 (80C 751, 652, 654, 535, 552, 528...) et ceux de la famille 68000 (90C 201, 90C 3xx...).

Les plus connues d'entre elles, citées par ordre alphabétique, ASHLING, LAUTERBACH, NOHAU, NORAL, RAISONANCE..., font appel aux constructeurs pour disposer des fameux «bond out chip» de façon à réaliser leurs sondes d'émulation et pouvoir ainsi disposer d'un I2C «vrai» lors de leurs émulations, même lors de l'utilisation de circuits ROMes, UV et OTP.

Certaines sont allées encore un peu plus loin en offrant la possibilité de si-

muler les réponses que les «esclaves» I2C devraient renvoyer s'ils étaient physiquement présents, rendant encore plus précis la phase de «simulation» réalisée par les émulateurs lorsque ceux-ci fonctionnent hors cibles.

Pour l'intégralité du protocole ACCESS.bus

En plein accord avec ABIG, la société CATC, créée pour l'occasion, a pour mission de fournir et de faire la promotion des outils, des «demo-boards», conçus pour supporter l'ACCESS.bus. De nombreux outils sont disponibles afin de tester l'intégralité du concept ACCESS.bus, tant au niveau hardware qu'au niveau software.

Les testeurs et analyseurs de l'ACCESS.bus

Des produits spécifiques ont été développés pour l'aide au développement de l'ACCESS.bus.

Le demo kit

La firme américaine Computer Access Technologie a réalisé un demo-kit très

bien fait permettant de prendre en main l'ACCESS.bus sans restriction d'applications (la plupart des photos présentées vous ont montré la réalisation de CAT). Ce demo kit est commercialisé par la société PHILIPS Semiconductors et ses distributeurs.

Le «Product Directory»

Afin de vous éviter de chercher «qui fait quoi», nous vous proposons de faire l'inventaire (hors toute publicité) des divers produits existants dont nous avons connaissance.

Cette liste, non limitative, est principalement «made in U.S.A.» mais commence à faire des émules de notre côté de l'océan, l'avance technologique I2C étant bien plus forte en Europe qu'aux U.S.A.

Certains diront que beaucoup de ces produits seront fabriqués en Extrême-Orient. Il est sûr que la plupart des fabricants et sous-traitants des U.S.A. sont au FAR EAST.

Comme vous pourrez le constater sur le tableau de la figure 10, la palette de produits disponibles (au sens strict des ACCESSoires pour PC) est large.

Dominique PARET

Liste des anciens numéros disponibles 24 F le n° franco de port

ELECTRONIQUE RADIO-PLANS

Janvier 1993 n° 542

Au sommaire : AC Clément : carte fond de panier et tranche limiteur-compresseur. Système domotique télécommandé (2) : cartes inter, réception de commandes et puissance. Une carte unité centrale 87C592 pour applications CAN. Lecteur de télécartes avec le tout nouveau 68HC705 K1. Préampli d'antenne 1 GHz très faible bruit. L'analyseur de spectre 1 GHz PROMAX AE-476. Logique floue : un moniteur et un moteur pour microcontrôleur 80C51. Panorama des circuits MAXIM pour alimentations à piles. Le DSP 320C25 TEXAS : configurations d'applications, etc.

ELECTRONIQUE RADIO-PLANS

Février 1993 n° 543

Au sommaire : HILPAC : ampli MOS-FET 120 + 120 + 60 W protégé à modules ILP. Carte 80 C 552 pour contrôleur flou. Alimentation à découpage 5 à 30 V - 10A. Le multimètre RMS vrai 2000 Bi-Wavetek. Le simulateur SPICE ICAP/4 d'intuoft. Les oscillateurs pour microcontrôleurs. L'interface lecteur de cartes TDA 8000 Philips. Les circuits pour chargeurs rapides de batteries. Les DSP d'Analog Devices : l'architecture. Récapitulatif des sommaires de l'année 1992, etc.

ELECTRONIQUE RADIO-PLANS

Mars 1993 n° 544

Au sommaire : HILPAC : gestion d'erreurs et protection. Ballast électronique pour tube fluorescent. Alimentation 12 V/150 mA à pile 9 V. Commande réversible et proportionnelle pour moteurs CC. Le mesureur de champ panoramique Unahom MCP9816. Les oscillateurs pour microcontrôleurs (2). Interface bidirectionnelle pour moteur pas à pas. Un mode 1200 bauds simplifié avec le SSI73M223. Un nouveau standard TV terrestre : le PAL+. Les circuits imprimés et postscript, etc.

ELECTRONIQUE RADIO-PLANS

Avril 1993 n° 545

Au sommaire : Quatre modules «portes de bruit» audio. Carte de conversion N/A pour PC. Deux convertisseurs à découpage 12 V. Carte parallèle bidirectionnelle pour PC. Le démarrage des oscillateurs à résonateur. Les DSP Analog Devices (2). Les microcontrôleurs ST62XX, SGS-Thomson. Les FPGA XC4000 Xilinx. Présentation du 68HC705K1 Motorola. La transmission vidéo sur paire torsadée, etc.

ELECTRONIQUE RADIO-PLANS

Mai 1993 n° 546

Au sommaire : Générateur de signaux BF synthétisés. Temporisateur pour films trait. Carte de programmation pour 68HC705K1. Microcontrôleurs et compatibilité électromagnétique. L'oscilloscope numérique TDS 320 Tektronix. Les régulateurs à découpage cinq broches. Les microcontrôleurs ST62XX, SGS-Thomson. Les parasurtenseurs : technologie, critères de choix et applications. Le phototage à la maison. Les laboratoires sur disquettes. Enquête lecteurs, etc.

ELECTRONIQUE RADIO-PLANS

Juin 1993 n° 547

Au sommaire : Euromarc : Générateur Audio format Europe. Lecteur de cartes à puce universel. Un module d'extinction automatique pour PC. Carte de test d'ordinateur personnel. Module de programmation et développement pour 68HC11. Compatibilité électromagnétique et routage des cartes. Conception des oscilloscopes série TAS 400. Les circuits d'émission-réception Motorola MC13175/176. Architecture du DSP 56001 Motorola. ARES Autoroute : un routeur performant faible coût. Le SP720 : Réseau de protection monolithique. Test de ports parallèle et série, etc.

ELECTRONIQUE RADIO-PLANS

Juillet 1993 n° 548

Au sommaire : Mesure de niveau par capteur capacitif. Ensemble de filtrage actif dynamique. Chargeur rapide pour accus AA/R6. Carte convertisseur N/A 8 bits pour PC. Buffer d'imprimante 1 M octets intelligent. Périphériques programmables pour microcontrôleurs. Le HP 53131A, compteur-fréquence universel (Hewlett-Packard). Tektronix et les tests IEM/CEM. Les EPROM série sécurisées. Le DSP 56001 Motorola (2). TINY-ICE : émulateur 80C51 simplifié. Le NAB 93 à Las Vegas, etc.

ELECTRONIQUE RADIO-PLANS

Octobre 1993 n° 549

Au sommaire : Interco parallèle sur port série. Un interphone sans fil sur 224,5 MHz. Un convertisseur RS232 avec le 68HC705K1. Modules thermomètre et luxmètre pour multimètre. Une serue codée à clavier. Poste de commande pour modélisme ferroviaire. Le DSP 56001 Motorola (fin). Les filtres MAXIM MAX 274/275. Applications des SSM 2120-2122 Analog Devices. Les circuits intégrés ERP. Les périphériques programmables 3,3 VSI. Préparation des tables Hollandaises au phototage.

ELECTRONIQUE RADIO-PLANS

Septembre 1993 n° 550

Au sommaire : Carte d'entrée pour filtrage dynamique. Alimentation 2x40 V - 3A programmable. Programmeur domestique à 68HC811E2. Chronomètre évolutif avec le 68705P3. Décodage sept segments sur mesures. Emetteur vidéo FM pour vidéosurveillance. L'électronique statique et les problèmes de DES. Le générateur de signaux arbitraires Fluke PM5150. Applications des périphériques programmables PSDXX. Le régulateur PWM monolithique HIP 5061. Jais Designer et Illustrator : la D.A.O. de A à Z. La carte pour développements I2C RMS 10 Socavet. Le Symposium TV 93 de Montreux. Fiche décodage RCS détachable, etc.

ELECTRONIQUE RADIO-PLANS

Octobre 1993 n° 551

Au sommaire : Carte de contrôle numérique pour alimentation. Circuit de commande de moteurs pas à pas. Multimètre audio encastrable. Convertisseur parallèle-série et prise midi. Carte fréquence pour compatible PC. Récepteur de télécommande IR. L'accès bus : l'interconnexion facilitée. L'oscilloscope 2 x 60 MHz bi-Wavetek 9016. Les microcontrôleurs Risc Pic 16CXX. IG8T : quelle génération choisir ? Principes de fonctionnement du GPS. Gestion de plusieurs interfaces série, etc.

ELECTRONIQUE RADIO-PLANS

Novembre 1993 n° 552

Au sommaire : Convertisseur 12 V haute tension. Application à une lampe anti-moustique. Carte d'étude pour 8052 AH. Prolongateur de bus PC* pour cartes Add-on. Deux alimentations 21 V à piles. Sonde d'affichage espion 8 bits. Interface analogique opto-isolée pour contrôle d'alimentation. Etude des filtres en double T. L'enregistreur thermique Gould TA11. Circuit base de temps horaire avec le PIC 16C54. Le décapage des résines époxy. La carte d'interface universelle ADS232. Gestion des codeurs incrémentaux, etc.

ELECTRONIQUE RADIO-PLANS

Décembre 1993 n° 553

Au sommaire : Un Booster 2 x 40 W avec le TDA 1560 Q. Récepteur FM vidéo 430 MHz. Programmeur de 68 HC705 J2. Circuit intégré pour onduleur de tension. Carte voltimètre pour PC. Compresseur-limiteur LRTC. L'accès-bus : le protocole. La synthèse digitale directe et les générateurs arbitraires. Le jeu d'instructions des microcontrôleurs RISC PIC 16CXX. Fabrication des cathodoscopes couleur Philips à Deux. Prologs : le mode d'emploi. La simulation des circuits à tubes avec Intusoft Spice. Le sept : dix ans de cartes à puce. Génération de signaux périodiques par microcontrôleur, etc.



EN CADEAU : Pour l'achat de la série complète des 12 derniers numéros du magazine, Electronique Radio-Plans vous offre 1 disquette avec les logiciels EMUL 2 et Télénews. Disponible au comptoir de vente ou par correspondance à : Electronique Radio-Plans, 2 à 12, rue de Bellevue - 75940 Paris Cedex 19.

BULLETIN DE COMMANDE

à retourner accompagné de votre règlement libellé à l'ordre de :

Electronique Radio-Plans, service abonnement, 2 à 12, rue de Bellevue, 75940 Paris Cedex 19

☐ Chèque bancaire ☐ CCP ☐ Mandat ☐ CB (à partir de 100 F)

Veuillez me faire parvenir les n° suivants x 24 F = F

Nom Prénom

Adresse Ville

date d'expiration

Signature :

APPLICATIONS DES OTA AU FILTRAGE

Les amplificateurs de transconductance

(OTA) ou amplificateurs de courant

commandés par tension sont longtemps

restés cantonnés dans un domaine

d'applications restreint étant donné leurs

performances limitées.

Avec les MAX 435 et 436 introduits

depuis peu par Maxim, cette époque est révolue. Ces deux nouveaux OTA offrent

des spécifications tant en continu qu'en alternatif leur ouvrant la voie à des

applications nouvelles.

Structure des MAX 435/436

Les amplificateurs MAX 435/MAX 436 sont des circuits en boucle ouverte offrant un gain précis, sans contre-réaction. Le gain V_{OUT}/V_{IN} est le produit d'un gain de courant interne ($4 \pm 2,5\%$ pour le MAX435 ; $8 \pm 2,5\%$ pour le MAX436) avec le rapport entre l'impédance de sortie Z_L et le « réseau de transconductance » Z_t branché par l'utilisateur (figure 1). Z_t est un dipôle branché sur les bornes $Z+$ et $Z-$ de l'amplificateur. Le MAX435 possède des sorties différentielles, alors que le MAX436 possède une sortie unipolaire.

Puisque Z_L ou Z_t (ou les deux) peuvent être des dipôles fonction de la fréquence, le rapport Z_L/Z_t peut permettre certaines fonctions de transfert intéressantes. Un rapport de résistances (multiple du gain de courant interne) détermine simplement le gain de tension souhaité. Le remplacement de Z_L par un réseau RC parallèle produit une réponse passe-bas, alors que le remplacement de Z_t par un réseau RC en série génère une réponse passe-haut. La combinaison des deux produit un filtre passe-bande. En outre, en remplaçant Z_t par un quartz ou un réseau LC en

série, on peut créer un amplificateur sélectif avec un facteur Q élevé.

Chacune de ces configurations atteint des niveaux de performance inégalés grâce à la vitesse élevée des amplificateurs : Le MAX435 a une largeur de bande de 275 MHz avec un slew-rate de 800 V/ μ s, alors que le MAX 436 a une largeur de bande de 200 MHz avec un slew-rate de 850 V/ μ s. Les deux circuits ont un temps de stabilisation de 18ns ($\pm 1\%$) pour des entrées avec échelons de 0,5 V, ainsi qu'un TRMC exceptionnel de 53 dB à 10 MHz. De plus, tous deux ont des entrées différentielles haute impédance et symétriques. Les tensions d'offset d'entrée (300 μ V typique) sont nettement plus faibles que celles de la plupart des amplis op rapides.

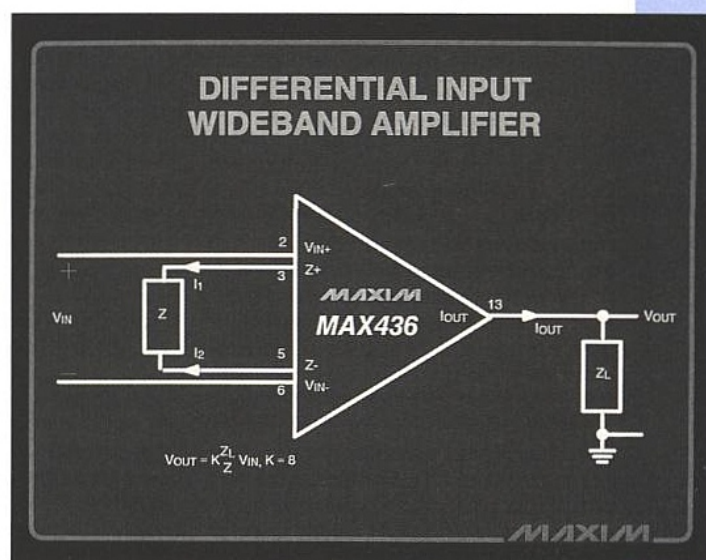
Le secret de la rapidité repose sur l'architecture des circuits MAX435/MAX436. Examinons le MAX435 (figure 2). Avec une tension de zéro volt entre V_{IN+} et V_{IN-} , les courants de I_1 et I_2 sont reproduits et multipliés, produisant 12mA dans Q_1 et Q_2 . Chacun de ces courants correspond aux 12 mA de la source de courant de l'étage de sortie produisant une sortie différentielle nulle entre I_{OUT+} et I_{OUT-} .

Le branchement d'une tension différentielle positive sur V_{IN+} et V_{IN-} détourne une partie du courant I_1/I_2

vers Z_t (branchée entre $Z+$ et $Z-$), ce qui cause un déséquilibre dans les courants Q_1/Q_2 . Le résultat est un courant de sortie différentiel net sur I_{OUT+} et I_{OUT-} . Les retards sont très réduits car les signaux se propagent en générateur de courants et aussi parce que tous les étages sur l'itinéraire des signaux reçoivent des courants polarisés substantiels.

Un filtre passe-haut du 3^e ordre avec une inductance virtuelle

Les inductances ont mauvaise réputation en tant que composants de filtres ; non seulement transmettent-elles les perturbations électromagnétiques, mais elles se comportent en outre comme des antennes en captant les perturbations électromagnétiques. Afin d'éviter ces problèmes, il est possible de simuler l'impédance d'une inductance en combinant deux amplificateurs opérationnels à transconductance (OTA) et un condensateur (figure 3). Le circuit réagit comme une inductance virtuelle (LSYN) avec une extrémité reliée à la masse.



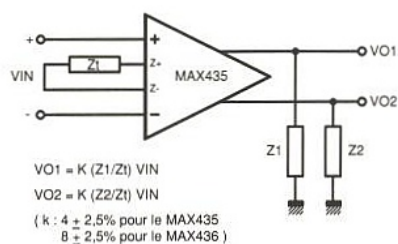


Figure 1 : L'application des amplificateurs à transconductance est facilitée par des équations simples et l'absence de problèmes d'instabilité.

L'impédance équivalente Z_{EQ} peut être déterminée en imposant un courant à $LSYN$ et en mesurant la tension résultante :

$$Z_{EQ} = \frac{sC}{gm1 \times gm2}$$

où gm est la transconductance.
L'inductance équivalente est donc :

$$L_{EQ} = \frac{C}{gm1 \times gm2}$$

Ce dipôle offre clairement l'impédance proportionnelle à la fréquence, caractéristique d'une inductance, tout en comportant un avantage et une restriction : la valeur d'inductance peut être grande si $gm1 \times gm2 \ll 1$, mais une extrémité du réseau doit toujours être reliée à la masse. Les filtres passe-haut en T, tous pôles, constituent de bonnes applications car toutes leurs inductances sont reliées à la masse. Il faut deux OTA et un condensateur pour remplacer chacun de ces composants, ce qui oblige l'utilisateur à choisir une configuration ayant un nombre minimum d'inductances. Pour être rentable, le schéma doit comporter un condensateur en série à chaque extrémité du filtre, l'inductance simulée agissant comme un shunt entre deux (figure 4). Le condensateur d'entrée bloque tout courant continu appliqué sur le filtre, alors que le condensateur de sortie bloque tout offset continu introduit par l'inductance synthétique. Bien que le filtre soit construit avec des composants actifs, il conserve certains avantages des filtres passifs.

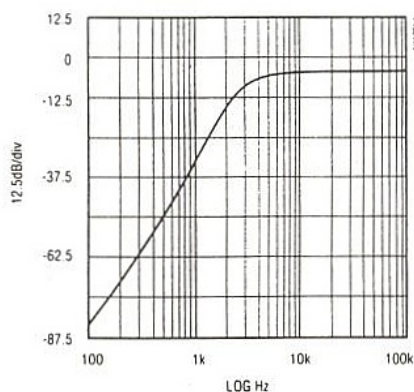


Figure 6 : Le filtre de la figure 5 possède une atténuation maximale de 58,6 dB par décade.

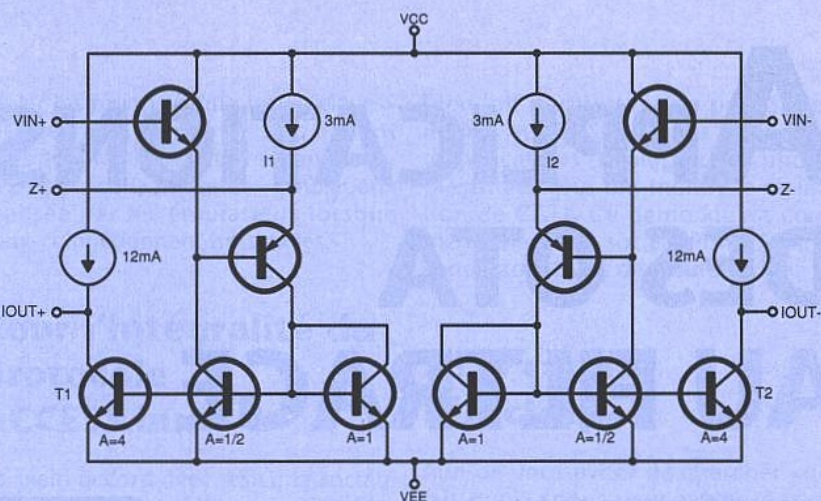


Figure 2 : Ce schéma simplifié représente le circuit de base de l'amplificateur à transconductance à sortie différentielle MAX435. Une résistance externe (R_{SET}) contrôle les quatre sources de courant, et une valeur nominale de 5,9 k Ω produit les niveaux de courant indiqués.

Dans un circuit réel (figure 5), $C2$ et $C3$ sont des condensateurs de découplage, alors que $C2$ fait partie de l'inductance virtuelle. La transconductance de chaque OTA est déterminée par une résistance externe ($R1$ ou $R3$) en fonction de la relation $gm = 8/R$. Puisque l'inductance simulée dépend du produit de ces transconductances, on pourrait croire qu'il existe un large choix pour chacune. Mais le circuit optimal pour une application donnée restreint les valeurs de gm pour couvrir toute la plage des variables de sortie pour chaque OTA. Afin de déterminer ces valeurs de gm optimales, on doit commencer par des transconductances égales et simuler le filtre avec Spice en utilisant les éléments «g» pour les amplificateurs. Tout en balayant la fréquence à au moins une décade au-dessus et au-dessous de la fréquence de coupure, on observe la sortie de chaque OTA afin de noter l'amplitude de la tension maximale (les deux maxima peuvent survenir à différentes fréquences).

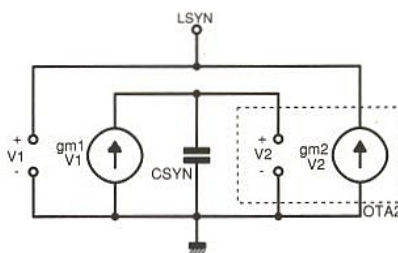


Figure 3 : Ce dipôle simule une inductance à l'aide de deux amplificateurs opérationnels à transconductance et un condensateur.

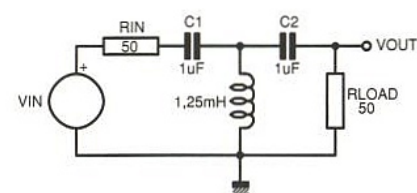
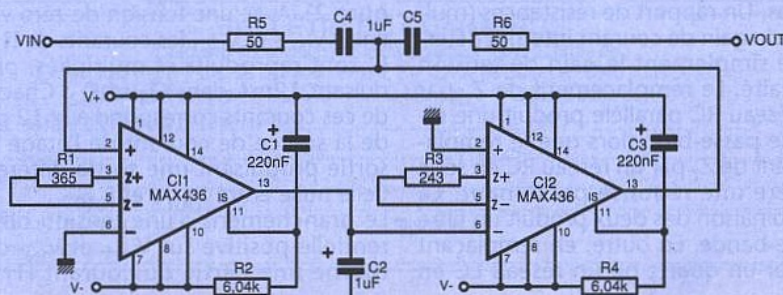


Figure 4 : Ce filtre en T simple constitue une bonne application pour l'inductance simulée, laquelle doit avoir une extrémité reliée à la masse.

Figure 5 : On construit un filtre passe-haut Butterworth du 3^e ordre, en remplaçant l'inductance simulée de la figure 3, dans le filtre en T de la figure 4;



LE SALON CARTES 93

Le salon CARTES constitue depuis

maintenant huit ans un moment décisif

pour le marché des cartes, qu'elles

soient à puce, magnétiques, sans

contact ou tout simplement à

personnalisation graphique.

L'édition 1993, qui s'est tenue du 20 au

22 octobre, au Palais des Congrès de Paris, a parfaitement reflété la maturité

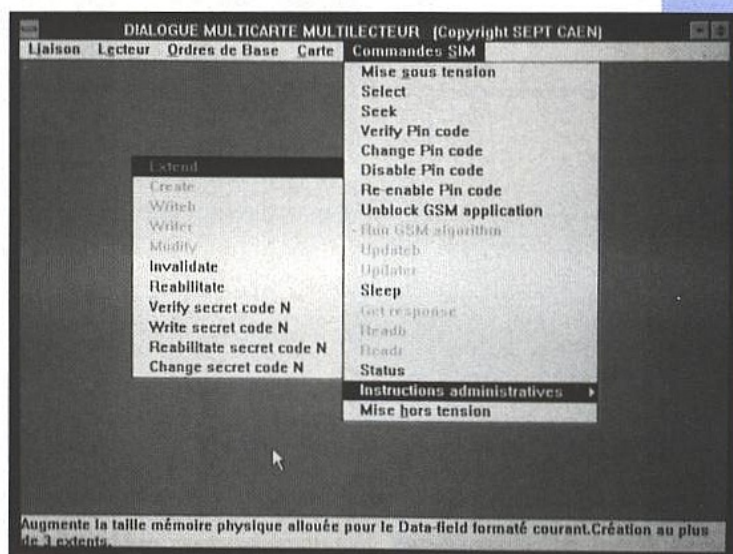
des produits et des matériels présentés par quatre-vingts exposants.

Mais c'est peut-être aussi la première année où l'on ressent également une aussi

forte maturité technique chez les visiteurs : ils ne viennent plus guère pour

découvrir ce qu'est une carte à puce, mais souvent pour discuter de ce que

peut faire le «troisième bit à gauche» et à quel prix!



Parallèlement, on commence (enfin!) à trouver chez les industriels de la carte des kits d'initiation permettant de passer à la pratique rapidement et à moindre frais.

BULL CP8 propose ainsi aux alentours de 7000 F une mallette contenant un lecteur-encodeur pour PC, vingt cartes «SCOT 50» (comparables aux cartes bancaires), une disquette de logiciels et une documentation complète.

De son côté, GEMPLUS continue à commercialiser des kits de développement pour la plupart de ses cartes, depuis la famille COS jusqu'à sa toute nouvelle «SMART KEY», robuste clef à puce capable de remplacer avantageusement une carte dans bon nombre d'usages (notamment pour les enfants).

Parmi sept (!) démonstrations, le SEPT lui-même (Service d'Etudes Communes des Postes et Télécommunications) levait le voile sur SCARLET, puissant logiciel permettant à un simple PC de dialoguer sous WINDOWS avec diverses cartes (CP8, SIM, TE9, SX, DX), au moyen de différents lecteurs du commerce (TLP 224 de BULL, GCR

200 de GEMPLUS, ou PE 112 de PHILIPS).

Encore à l'état de maquette, et donc susceptible d'être étoffé, ce produit pourrait fort bien être commercialisé dans le cadre de l'un de ces transferts de technologie dont le SEPT est coutumier.

Mais il reste que la façon la plus économique d'aborder le monde fascinant des cartes à puce consiste encore à acquérir un bon livre, et à bâtir un lecteur autour d'un coupleur à quelques centaines de francs.

A côté des nouveaux lecteurs de cartes magnétiques de THOMSON-LCC (à interface RS 232), COREL ELECTRONIQUE exposait naturellement son coupleur CCU910, dont la technologie INNOVATRON a déjà largement fait ses preuves (en particulier dans le PIAF), tandis que GEMPLUS annonçait son tout nouveau GCI400, miniaturisé et à connecter incorporé.

Lors du choix de ce genre de composants (ou de certains lecteurs bon marché, comme celui du suisse SAFEWARE), il faut toutefois s'intéresser de près à son «ouverture»: pourra-t-il traiter

toutes les cartes actuelles et futures, ainsi que d'autres «objets à mémoire»? Parallèlement à 1200 m² d'exposition, CARTES 93 hébergeait aussi 19 conférences et 44 «ateliers».

Il est frappant de constater qu'au delà de débats résolument techniques, la réflexion s'oriente de plus en plus vers les aspects sociologiques du «phénomène carte».

Très largement acceptée pour les applications anonymes (publiphonie, stationnement, lavage de voitures et bientôt porte-monnaie électronique de LA POSTE), la carte suscite certaines réticences dès que l'anonymat de son porteur est menacé : cartes de paiement nominatives, bien sûr, mais aussi, et surtout, pièces d'identité et cartes santé.

A l'heure où de grands projets sont prêts à démarrer dans ce dernier domaine, Roland Moreno lui-même nous a confié son profond scepticisme ! Quand on connaît le personnage, cela donne évidemment à réfléchir...

Ce problème de l'anonymat devra notamment être pris en compte dans les applications de télépéage autoroutier,



■ Le kit d'initiation Bull CP8

lesquelles apparaissent comme un marché majeur pour les prochaines années : même l'Allemagne songe en effet à instaurer des péages, suivie de

près par les pays de l'Est ! Grâce aux technologies «sans contact» et surtout à hyperfréquences, il est certes possible de payer sans même

s'arrêter. Mais le risque de «filature électronique» est réel.

Il reste donc une place non négligeable pour des systèmes plus classiques, et d'abord pour les petits montants : le pont de Tancarville, traditionnellement réfractaire à la carte bancaire, s'équipe par exemple d'un système à cartes magnétiques qui sera étendu ensuite au nouveau pont de Normandie.

Mais la solution idéale pourrait bien se présenter sous la forme d'un «transpondeur» de véhicule, banalisé, dans lequel on viendrait insérer une quelconque carte de paiement.

Avec le porte-monnaie électronique, la transaction pourrait être entièrement anonyme...

De toute façon, l'utilisateur de cartes commence à s'habituer à insérer celles-ci, non seulement dans des automates publics, mais aussi dans des appareils qui lui appartiennent : PIAF, LECAM pour MINITEL, GSM, mais aussi lecteur PCMCIA (GEMPLUS POCKET READER), et un jour CARTULETTE avec ou sans interface radio.

Mais cela peut d'ores et déjà être un étui «haute protection» comme L'ETUI FARADAY imaginé par AVENIR PLASTIC : une protection absolue contre les champs magnétiques, l'électricité statique, et les agressions mécaniques, qu'apprécieront tout particulièrement votre carte bancaire ou, bientôt, votre porte-monnaie électronique.

Patrick GUEULLE

SI ON VOUS DISAIT TOUT ? 3615 ERP

ERP met à votre disposition son **carnet d'adresses**, les **sommaires** des numéros précédents ainsi que la rubrique "**info**" sur les nouveaux produits.

ERP vous permet de **télécharger** avec le logiciel TELENEWS certains fichiers sur les deux derniers numéros parus. Pour les numéros précédents : 36-17 ERPTel.

ERP reçoit vos **messages** et répond à vos **questions**. Vos petites annonces, demandes **d'abonnement** et autres seront examinées avec soin.

à
partir de
16 500 F*



A ce prix là, les nouveaux TDS 300 ont bien quelques concurrents, mais pas d'adversaire.

Pour le même prix existe-t-il d'autres oscilloscopes disposant d'une telle vitesse d'échantillonnage ? A part les nouveaux TDS 300, trouve-t-on sur le marché des oscilloscopes numériques offrant une bande passante aussi large en répétitif et en monocoup ?

Non, aucun. Pourquoi ? Parce que les TDS 300 de Tektronix sont les premiers oscilloscopes numériques temps-réel de leur catégorie.

Ils vous donnent une confiance totale dans la représentation des signaux, sans qu'il soit nécessaire de repasser en mode analogique comme avec les solutions combinées. Avec les TDS 300, vous disposez de 21 mesures automatiques, d'une option recopie d'écran et de toutes les possibilités de programmation du numérique. De plus, leur écran VGA apporte une finesse de trace supérieure à l'analogique. Mais les TDS 300 c'est aussi la fiabilité (20 000 heures de MTBF et une garantie de 3 ans).

Aussi familiers que votre oscilloscope analogique, vous les utiliserez sans manuel. Alors, pour ce prix là, n'hésitez pas, offrez-vous

la technologie Tektronix en appelant : **N° Vert 05.00.22.00**

	Nouveau TDS 310	TDS 320	Nouveau TDS 350
Bande passante	50 MHz	100 MHz	200 MHz
Vitesse échantillonnage.	200 Mé/s	500 Mé/s	1 000 Mé/s
Prix*	16 500 F	22 900 F	31 500 F



TDS 300 : LES 1^{er} OSCILLOSCOPES NUMÉRIQUES TEMPS-RÉEL.

Tektronix