

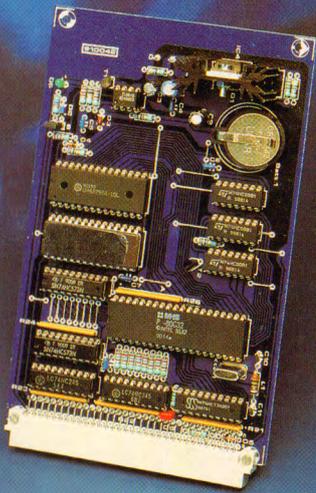
# Micro

# Contrôleurs

**ELEKTOR**  
L'ÉLECTRONIQUE  
CRÉATIVE

HORS-SÉRIE  $\mu$ C-1

- Thermostat à 8032 avec convertisseur °C/Hz
- AT89C2051 : expérimentation et applications
- Diagnostic de panne sur systèmes à 8031
- Variateur de vitesse pour modèle réduit
- Jeu d'orgue à ordinateur monocarte
- Jeu de construction à microcontrôleurs



50 FF 360 FB HORS-SÉRIE

**SIMCAD**

système monocarte universel à 8032/8052

M 5997 - 9609 H - 50,00 F



**LOGICIEL GRATUIT  
SUR DISQUETTE**

**ELEKTOR**



## Le manuel du bus I2C • théorie et pratique avec des applications d'elektor

Schémas et fiches de caractéristiques en français • Avec disquette 3,5 pouces (3 logiciels ESS GRATUITS)

Le bus I2C a été conçu pour relier des circuits intégrés d'une même platine. D'extension en extension, la vitesse de transmission a augmenté, les distances entre appareils se sont allongées, le bus I2C est devenu la solution rationnelle omni-présente quand il s'agit de diminuer le coût du câblage, sur les platines, entre les platines ou entre les appareils. Le principe du bus est exposé au début du livre, la théorie du fonctionnement de chaque platine, maître ou esclave, est détaillée ensuite (avec des feuilles de caractéristiques en français !).

259 FF • 344 pages sous couverture cartonnée • format 17 x 23,5 cm



## Le manuel des microcontrôleurs 8032, 8051 & 80535 et leurs familles

Conception & programmation d'automates

Ce livre s'adresse à ceux qui programment ou voudraient programmer des microcontrôleurs. Loin de se contenter du seul apprentissage de la programmation des automates, ce manuel passe aux réalisations sérieuses, sans rien perdre de son caractère pédagogique. Les exemples de programmation ne sont pas seulement des prétextes didactiques, mais des réalisations grandeur nature, pratiques et utiles. L'ouvrage a été conçu à partir et autour du célèbre moniteur EMON 51.

229 FF • 272 pages avec disquette 3,5 pouces • format 17 x 23,5 cm • couverture cartonnée

Offre spéciale (jusqu'à 35 % de réduction) sur le prix de certains logiciels associés à ce livre

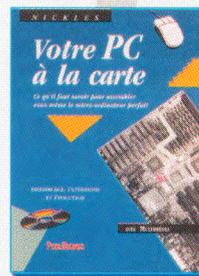


## Multimédia ? pas de panique

Assemblage, extensions et évolution

169 FF • 264 pages • format 17 x 23,5 cm

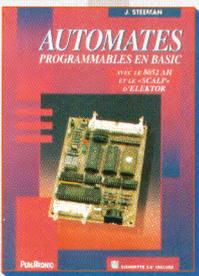
Avec ce livre, assemblez vous-même votre PC-MULTIMÉDIA à la carte



## vosre PC à la carte

Assemblage, extensions, et évolution

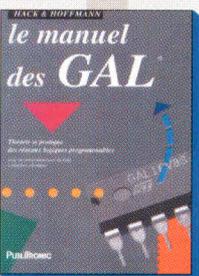
259 F • 296 pages illustrées avec disquette 3,5 pouces format 17 x 23,5 cm • couverture cartonnée



## Automates programmables en BASIC • avec le 8052 AH et le SCALP d'ELEKTOR

Il existe un microcontrôleur que vous pouvez programmer en même temps en BASIC et en assembleur. Voici le livre qui va avec ! Il vous aidera à donner enfin toute la mesure de votre astuce en matière d'automates programmables. Y sont décrits le processeur 8052AH et son BASIC mais aussi la fameuse passerelle BASIC-ASSEMBLEUR. A l'occasion de la publication de ce livre, Publitronec vous propose la carte SCALP en kit (voir l'encart à la fin de cette revue) avec un puissant assembleur sur disquette.

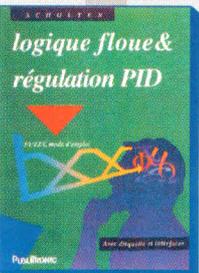
249 FF • 250 pages illustrées • format 17 x 23,5 cm • couverture cartonnée, avec les schémas et les dessins de circuits imprimés, et les listings du livre et la documentation de l'assembleur sur disquette 3,5"



## Le manuel des GAL • Théorie et pratique des réseaux logiques programmables

Une synthèse théorique avec des exemples pratiques d'utilisation des GAL et la réalisation d'un programmeur de GAL. Après une introduction aux principes de base de la logique numérique moderne, le manuel traite des circuits intégrés à GAL et détaille, à l'aide de nombreux exemples, le déroulement de la conception du circuit logique jusqu'à la programmation des GAL. À cela s'ajoute un assembleur GAL qui produit des fichiers normalisés JEDEC. La troisième partie décrit la construction d'un programmeur de GAL complet, aisément reproductible. Le logiciel pour commander le programmeur se trouve sur la disquette.

275 F • 288 pages • avec disquette 3,5 pouces • format 17 x 23,5 cm • couverture cartonnée



## Logique Floue & régulation PID • FUZZY, mode d'emploi

La logique floue et, plus généralement, les régulations actives connaissent un essor sans précédent. C'est pourquoi ce livre expose tous les aspects importants de la régulation de processus par ordinateur ; il envisage successivement la théorie générale de la régulation, la logique floue, la régulation classique en PID, et enfin les notions connexes de mesure et de précision. Pour répondre le mieux possible au souhait d'une approche pratique, l'étude est complétée par des programmes de démonstration, pour la régulation en PID et pour le traitement statistique des signaux de mesure. Une large place est faite à la régulation en logique floue.

188 FF • 248 pages • avec disquette 3,5 pouces • format 17 x 23,5 cm • couverture cartonnée



## Microcontrôleurs PIC à structure RISC • La famille PIC-16C5X

95 FF • 95 pages • format 12 x 23 cm

Avec leur mémoire de programme et de données interne, les contrôleurs CMOS de la série PIC 16C5X en sont l'exemple, par excellence, de ce qu'est devenue la micro-électronique moderne. Ce livre, conçu comme un guide pour la mise au point et la programmation de ces composants, dont il décrit la structure, les caractéristiques électriques, et enfin le jeu d'instructions, s'adresse aux électroniciens et aux programmeurs familiarisés avec la programmation en assembleur.

PUBLITRONIC

BP 11 564 - 75920 PARIS Cedex 19

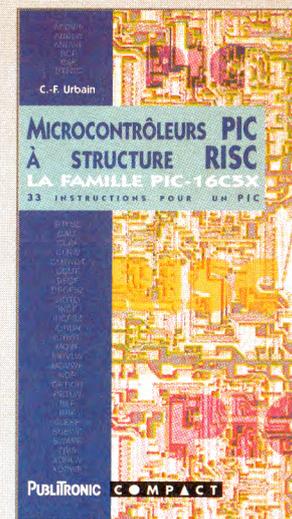
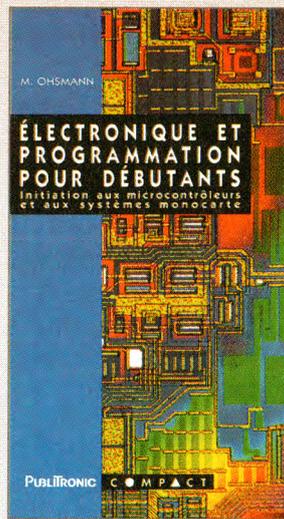
# SOMMAIRE

## *hors-série microcontrôleurs*

|           |   |           |  |
|-----------|---|-----------|--|
| <b>9</b>  | <b>SIMCAD</b><br><i>Systeme Informatique<br/>Mono-Carte d'Application<br/>et de Développement</i> | <b>59</b> | <b>Outils de<br/>développement<br/>pour <math>\mu</math>C</b>  |
| <b>18</b> | <b>Jeu de construction<br/>à microcontrôleur</b>  | <b>70</b> | <b>Diagnostic de panne<br/>sur système à 8031</b>  |
| <b>27</b> | <b>Gradateur</b><br><i>programmable pour<br/>huit lampes halogènes</i>                            | <b>75</b> | <b>Accélérateur<br/>pour MCS52</b>   |
| <b>32</b> | <b>Jeu d'orgue</b><br><i>à ordinateur monocarte</i>   | <b>76</b> | <b>Horloge à LED</b><br><i>pilotée par DCF</i>   |
| <b>43</b> | <b>Le 8032 en thermostat</b><br><i>avec convertisseur<br/>température/fréquence</i>               | <b>82</b> | <b>Quartz et<br/>moteur pas-à-pas<br/>pour horloge à balancier</b>   |
| <b>46</b> | <b>Platine d'expérimentation</b><br><i>pour le processeur<br/>AT89C2051</i>                       | <b>84</b> | <b>La programmation<br/>d'EPROM et le BASIC<br/>à portée du 80C32</b>  |
| <b>49</b> | <b>Variateur de vitesse</b><br><i>à microprocesseur<br/>pour modèle réduit<br/>à deux moteurs</i> | <b>86</b> | <b>Convertisseur<br/>de protocole pour<br/>module thermomètre<br/>à cristaux liquides<br/>avec AT89C2051</b> |
|           |   | <b>89</b> | <b>Platines</b>  |

Répertoire des annonceurs :

COMPO-PYRÉNÉES p. 5 – CONTROLORD p. 85 – DOLPHIN INTEGRATION p. 4 – GSE p. 26 – ISIT p. 81 – ISM p. 17  
LAYO p. 6 – PHYTEC p. 58 – RAISONANCE p. 97 – SELECTRONIC pp 7, 97 – XID p. 74



## NOUVELLE COLLECTION DE MANUELS D'INITIATION ET DE REMISE À NIVEAU PRÉPARÉS POUR VOUS PAR L'ÉQUIPE DE LA RÉDACTION D'ELEKTOR

- APPRENEZ LA MESURE DES CIRCUITS ÉLECTRONIQUES • 130 PAGES
- APPRENEZ LA CONCEPTION DES MONTAGES ÉLECTRONIQUES À AMPLIFICATEURS OPÉRATIONNELS • 110 PAGES
- APPRENEZ À UTILISER LE MICROCONTRÔLEUR 8051 ET SON ASSEMBLEUR • 160 PAGES
- ÉLECTRONIQUE ET PROGRAMMATION POUR DÉBUTANTS  
INITIATION AUX MICROCONTRÔLEURS ET AUX SYSTÈMES MONOCARTE • 150 PAGES
- MICROCONTRÔLEURS PIC À STRUCTURE RISC : LA FAMILLE PIC16C5X • 98 PAGES

**PUBLITRONIC**

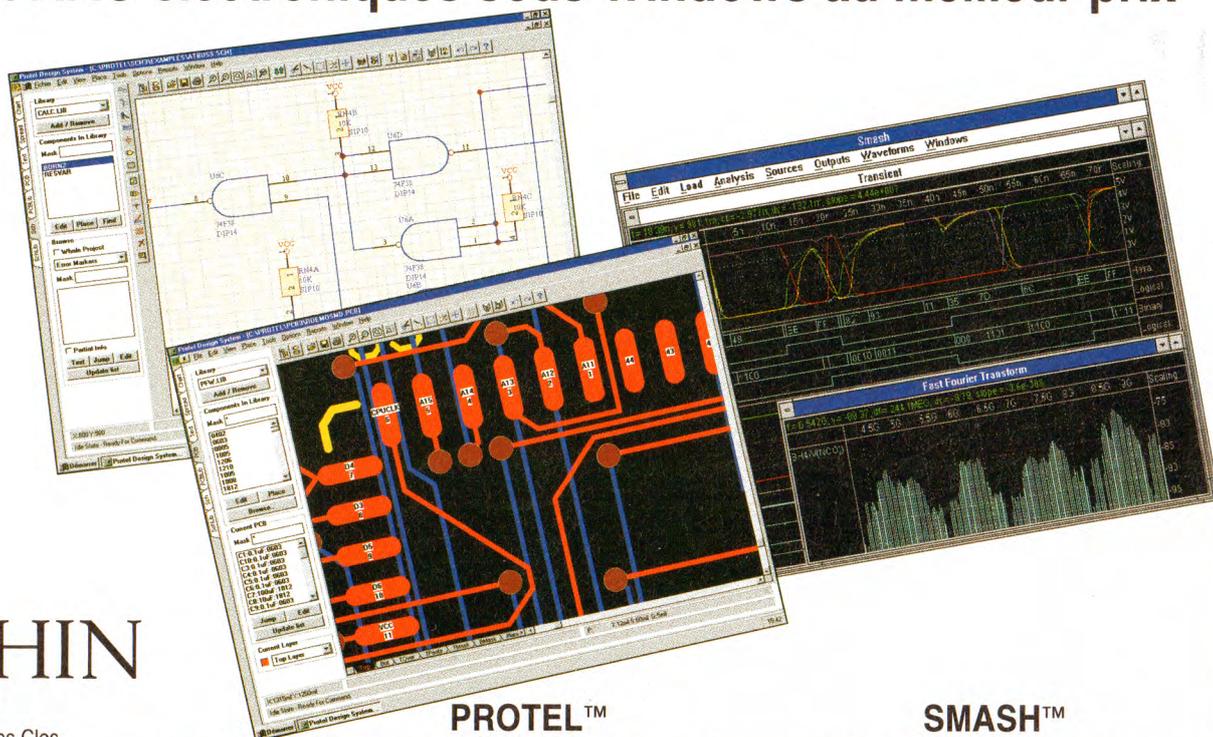
BP 11 564

75395 PARIS CEDEX 19

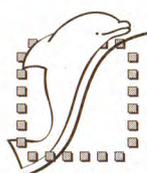
Utilisez le bon de commande encarté dans la revue ou commandez par Minitel (1,01 F/mn)  
Ouvrages disponibles chez les revendeurs de composants et les libraires spécialisés

**UN FORMAT , UN PRIX : 95 FF**

## La CAO et l'IAO électroniques sous Windows au meilleur prix



**DOLPHIN**  
INTEGRATION



8, ch. des Clos  
B.P. 65 ZIRST  
38242 Meylan  
France  
tél. 76 41 10 96  
fax 76 90 29 65  
solution@dolphin.fr

**PROTEL™**

Conception de circuits imprimés avec éditeur de schémas, placement et routage auto-matiques intégrés. Rétroannotation et trans-sondage. Echange de fichiers avec OrCAD™. Lecture/écriture de fichiers Gerber™ et DXF™.

**SMASH™**

Simulateur mixte multiniveau, compatible SPICE, VERILOG et C. Pour la simulation de cartes et d'ASIC. Recomposition interactive. Egalement disponible sous Windows NT, Macintosh™, PowerPC et UNIX.

## Loisirs forcés

On lit souvent que les microcontrôleurs sont partout. Pourtant il n'y en a ni dans nos vêtements, ni dans nos lunettes, ni dans notre nourriture... Eh bien, ça ne va pas tarder à changer : les prophètes du cybermonde du Media Lab du M.I.T.\* annoncent l'avènement imminent de nouvelles générations de créatures (virtuelles ?) omniprésentes, des TTT comme ils disent (*Things That Think*), c'est-à-dire des choses qui pensent. Mieux encore : des choses qui liront nos pensées et exécuteront le moindre de nos désirs. Pour les désigner, ils ont forgé un mot nouveau, à partir du vieux mot robot : ils les appellent *bots*.

\* «le Media-Lab aux avant-postes du cybermonde» par Ingrid Carlander in le Monde diplomatique, août 1996, p 20 - A lire !

En 1921, l'écrivain tchèque Karel Capek inventait, pour désigner des «ouvriers artificiels» chargés d'effectuer des travaux pénibles, ce mot *robot*, dont le premier sens, en vieux slave, est «esclavage». Son étymologie le rattache d'ailleurs à une racine indoeuropéenne dont est issu aussi le mot allemand *Arbeit* (= travail). Ainsi, par le truchement d'une aphérèse (et de microcontrôleurs d'une puissance encore insoupçonnée au stade où nous en sommes, vous et moi) on sera passés des travaux forcés aux ... loisirs forcés.

De la matière pour d'autres hors-série d'Elektor !

D. M.

Dans un numéro consacré entièrement aux microcontrôleurs, il est forcément beaucoup question de logiciel. Celui-ci est disponible sur une disquette que les lecteurs intéressés pourront obtenir gratuitement chez l'éditeur (frais de port en sus). Pour cela, il suffit de remplir le bon encarté à la fin de la revue et de nous l'envoyer.

### Hors-Série Microcontrôleurs 1

**ELEKTOR – 19<sup>e</sup> année**  
21/23 rue des Ardennes  
75019 PARIS  
BP 11 568 • 75395 PARIS Cedex 19  
Téléphone : (1) 44.72.28.00  
Télécopieur : (1) 44.72.28.44  
Minitel : 36.15 ELEKTOR (1,01 F/min)

Le standard est ouvert du lundi au vendredi de 8h30 à 16h00.

Banque : Société Générale à Armentières,  
n° 01113-00020095042.21 : CCP Lille: 7.472.29.A

ABONNEMENTS : Voir encart. page 102

PUBLICITÉ : Odile Baffard

ADMINISTRATION : Claudine Perrin

CHEF DE BUREAU : Philippe Taupenas

RÉDACTION : Guy Raedersdorf

Rédaction internationale :

H. Baggen, J. Buiting, R. Gerstendorf,  
E. Krempelsauer, J. van Rooij, L. Seymour,  
J. Steeman

Rédacteur en chef – éditeur :

Pierre Kersemakers

Sécrétariat : H. Henkens, H. Wilmes

Laboratoire : H. Bonekamp, T. Giesberts,  
L. Lemmens

Chef du laboratoire : K. Walraven

DIRECTEUR du département

Livres & Hors-Série : A. Schommers

RÉDACTION de ce numéro :

Jean-Paul Brodier, Denis Meyer et Jean-Claude  
Sabatier

MAQUETTE : Thomas Geissler

Toute reproduction ou représentation intégrale ou partielle, par quelque procédé que ce soit, des pages publiées dans la présente publication, faite sans l'autorisation de l'éditeur est illicite et constitue une contrefaçon. Seules sont autorisées, d'une part, les reproductions strictement réservées à l'usage privé du copiste et non destinées à une utilisation collective, et, d'autre part, les analyses et courtes citations justifiées par le caractère scientifique ou d'information de l'oeuvre dans laquelle elles sont incorporées (Loi du 11 mars 1957 - art. 40 et 41 et Code Pénal art. 425).

Certains circuits, dispositifs, composants, etc. décrits dans cette revue peuvent bénéficier de droits propres aux brevets; la Société éditrice n'accepte aucune responsabilité du fait de l'absence de mention à ce sujet.

Conformément à l'art. 30 de la Loi sur les Brevets, les circuits et schémas publiés dans Elektor ne peuvent être réalisés que dans des buts privés ou scientifiques et non commerciaux. L'utilisation des schémas n'implique aucune responsabilité de la part de la Société éditrice.

© Segment B.V. 1996  
Société éditrice : Segment BV  
Gérant et directeur de la publication :  
J. Boermann  
Siège Social : Bourgognestraat 13  
NL - 6191 HX BEEK

Imprimé aux Pays-Bas par NDB  
Distribué en France par NMPP  
et en Belgique par AMP



312, rue des Pyrénées 75020 PARIS  
TEL : 43 49 32 30 FAX : 43 49 42 91  
métro JOURDAIN

lundi à samedi 9H30 à 19H

VPC : port - de 1 Kg + 15F

de 1 à 3 Kg + 38F

IMPORT - EXPORT

### OSCILLOSCOPE LCD PORTABLE VELLEMAN 5 MHZ

avec sortie série - utilisable comme voltmètre RMS

+ mesures de fréquence

mode de démarrage normal, auto ou simple

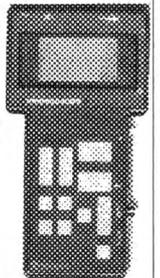
Sortie données RS232. Lecture True RMS ou crête à crête

Mesures du CC avec fonction zéro. impédance d'entrée 1 Mohm // 20pF

Tension d'entrée max 100V en pointe -raccordement à l'entrée: CC, CA et GND

Générateur de sinusoïdes 400Hz max 1Vrms-Sortie ondes rectangulaires 400Hz

dim. 130x230x43mm **1399 F**



## SELECTION de la RENTREE



#### ITC582

3 1/2 digits  
test diode - transistor  
DCV 200mV...1000V  
ACV 200V...750V  
DCA 200ma...10A  
Ohm 200...2M

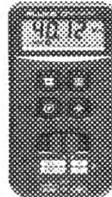
**69 F**



#### ITC995

3 1/2 digits  
test diode-transistor  
test continuité buzzer  
DCV 200mV...700V  
ACV 2V...700V  
DCA 2mA...20A  
ACA 200ma...20A  
Ohm 200...20M  
capacité 2pF...20mF  
température

**229 F**



#### FLUKE 12

4000 points  
test diode  
signal sonore continuité  
calibre automatique  
fonction V Check  
capture de continuité  
DC et AC...600V  
Ohm...40M  
capacité ...10000mF

**729 F**



#### DM27XT

BiWavetek  
test diode - beeper continuité  
DCV 200mV...1000V  
ACV 200mV...750V  
DCA et ACA ...20A  
Ohm ...200M  
capacité 2nF...2000mF  
test logique  
fréquence 20MHz  
Inductance 2m...20H

**895 F**

|   |      |
|---|------|
| Pince à dénuder automatique .....                       | 25 F |
| Pompe à dessouder .....                                 | 19 F |
| Support de fer à souder .....                           | 19 F |
| Bte 5 Tvis précision miniature(3 plats + 2 cruci) ..... | 15 F |
| Poch 5 Tournevis (3 plats + 2 cruci) .....              | 25 F |
| Poch 4 pinces électronique .....                        | 45 F |
| Poch 4 pinces Brucelles .....                           | 49 F |
| Pince coupante .....                                    | 35 F |
| Pince plate .....                                       | 35 F |
| Extracteur PLCC .....                                   | 39 F |
| 3ème main avec loupe .....                              | 39 F |
| Loupe à main .....                                      | 25 F |

**GRAVEUSE + INSOLEUSE 4 tubes KF +  
1Lperchlo +révélateur+ plaque .... 595 F**

### LOTS D'OUTILLAGE

|   |               |
|---|---------------|
| <b>N°1 - Fer à souder éco</b>                       |               |
| - Support de fer                                    |               |
| - Pompe à dessouder                                 |               |
| - Pince à dénuder auto                              | 230,50F       |
| - Kit 5 Tvis  |               |
| - Kit 4 pinces                                      | 195 F         |
| - Soudure 50gr                                      | +38F port     |
| - Kit 4 pinces Brucelles                            |               |
| <b>N°2 - même que N°1 avec fer<br/>WELLER SPI27</b> |               |
|   | 340,50F 295 F |
|   | +38F port     |

|   |              |
|---|--------------|
| Fer à souder éco 40W .....                      | 39 F         |
| Fer à souder ANTEX 25W .....                    | 95 F         |
| Fer à souder JBC 30S - 40S .....                | 149 F        |
| Fer à souder WELLER SPI27 - SPI40 .....         | 149 F        |
| Soudure 10/10 50gr .....                        | 9,50F        |
| Soudure 10/10 250gr .....                       | 25 F         |
| Soudure 10/10 500gr .....                       | 45 F         |
| Tresse à dessouder 1.60m .....                  | 7,50F        |
| Plaque essai type "Labtec" 730 pts .....        | 45 F         |
| Plaque étude 100x150 pastille ou bande .....    | 21 F         |
| Valise aluminium et ABS noire 46x34x16 cm ..... | 150 F        |
| <b>Outillage FACOM - SAFICO - 5% remise</b>     |              |
| <b>Composez vos lots outillage sur mesure</b>   |              |
| minimum 5 éléments .....                        | - 10% remise |

### COMPOSANTS à prix REELS

|                |                 |                     |                  |                      |                |
|----------------|-----------------|---------------------|------------------|----------------------|----------------|
| MACH130-15 ... | 165 F / 140F x5 | CD4060 .....        | 2,50 F           | SRAM 128Kx8 ...      | 75 F / 65 F x5 |
| TDA8708 .....  | 75 F / 65 F x5  | Quartz 3,2768 ..... | 3,75 F           | SRAM 32Kx8 .....     | 25 F / 20 F x5 |
| TDA8702 .....  | 28 F / 25 F x5  | Quartz 12MHz .....  | 7 F / 6 F x5     | 2N3055 .....         | 3,90 F         |
| LM1881 .....   | 29 F / 25 F x5  | Quartz 26,625 ..... | 9 F / 7 F x5     | STK7308 .....        | 39,00 F        |
| TL7705 .....   | 5 F / 4 F x5    | 27C64 .....         | 19 F / 17 F x5   | support PLCC68 ..... | 8 F / 7 F x5   |
| MJ15024 .....  | 20,00 F         | 68HC11F1 .....      | 125 F / 115 F x5 | support PLCC84 ..... | 9 F / 8 F x5   |
| MJ15025 .....  | 28,00 F         | BUT11A .....        | 4,50 F           | PIC16C84-04 .....    | 49,00 F        |
|                |                 |                     |                  | BU508A .....         | 7,50 F         |

### Programmeur MACH130

pour MACH130 et 131  
2764 à 27256  
autonome ou sur PC  
avec cordon pour PC + logiciel  
réf POK130 **890 F** + 38Fport

### Programmeur PIC16C84

sur PC  
avec cordon + logiciel  
réf POK84 **390 F**  
+38F port

# SIMCAD en kit !

OFFRE SPÉCIALE HORS-SÉRIE  
VALABLE JUSQU'AU 1<sup>ER</sup> DÉCEMBRE 1996



Lecteurs d' **ELEKTOR**  
nous avons rassemblé  
pour vous, en un kit  
complet, tous les  
composants requis  
pour réaliser la carte  
**SIMCAD** décrite  
dans le livre

**APPRENEZ À UTILISER LE  
MICROCONTRÔLEUR  
8051 ET SON ASSEMBLEUR**

Tout y est, depuis la platine, l'EPROM programmée,  
le processeur et le logiciel sur disquette, jusqu'au fil  
de câblage pour les cavaliers sur la platine, en passant  
par la vis de fixation du régulateur sur son radiateur

**au prix exceptionnel de 799 F au lieu de 850 F**

Pour l'obtenir, il suffit de retourner le bon de  
commande encarté à la fin de la revue,  
une fois rempli, sous enveloppe affranchie,  
en l'adressant avant le 1er décembre 1995 à  
PUBLITRONIC • BP 11 564 • 75395 PARIS Cedex 19  
accompagné du montant de votre commande

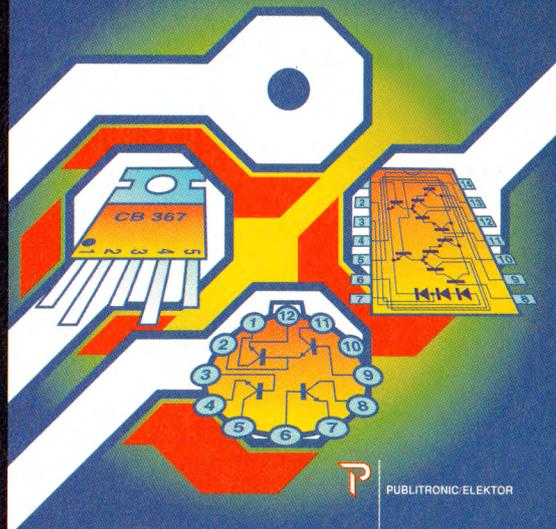
OFFRE RÉSERVÉE EXCLUSIVEMENT AUX PARTICULIERS

UN NOUVEAU LIVRE PUBLITRONIC  
À GARDER À PORTÉE DE MAIN  
ENTRE MULTIMÈTRE ET FER À SOUDER

## RÉPERTOIRE DES BROCHAGES DES COMPOSANTS ÉLECTRONIQUES

J.C. Chauveau

Circuits  
logiques et analogiques  
transistors et triacs



**2000 circuits intégrés logiques, analogiques,  
transistors et triacs les plus courants**

145 FF/870 FB + port

UTILISEZ LE BON DE COMMANDE ENCARTÉ DANS LA REVUE OU COMMANDEZ PAR MINITEL 3615 ELEKTOR 1,01 F/M

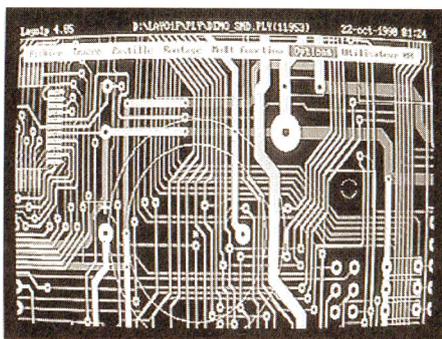
NOS OUVRAGES SONT DISPONIBLES CHEZ LES LIBRAIRES SPÉCIALISÉS ET LES REVENDEURS DE COMPOSANTS

PUBLICITE

## LAYO1

Vous avez dit CAO ! Si comme moi, vous connaissez plusieurs logiciels et que vous avez à réaliser des circuits imprimés, vous avez sûrement passé des nuits blanches. Si en plus, vous avez la responsabilité d'un bureau d'études et des achats, alors vous en avez connu d'autres. En effet, la plupart des logiciels de CAO ont la particularité de se présenter d'abord sous leur angle financier... et ce n'est souvent pas une paille... Le prix justifiant la complexité, nous passons ensuite à la formation qui outre d'être très chère, a aussi la particularité d'être très concentrée et fastidieuse. Viennent enfin la prise en main et la découverte toujours très douloureuse que le fameux logiciel qui route à cent pour cent n'est d'aucun secours dans le cas particulier qui est le nôtre. Il faut dire que nous faisons du spécifique... (c'est en tout cas ce que l'on vous répondra si vous tentez de vous rebiffer). Mais tout cela est bel et bien terminé. En effet, il existe sur le marché un logiciel LAYO1E (E pour Evaluation) qui ne coûte presque rien (195 F TTC). Il dispose de toutes les fonctionnalités qu'un professionnel de la CAO peut souhaiter et ne nécessite pas une auto-formation supplice de plus de quelques heures, un quart d'heure même

si l'on veut travailler dans son mode simple, comme une planche à coller, c'est-à-dire sans création ou importation d'une netliste. De plus, il possède un routeur pour ce mode simple et un auto-routeur programmable (oui ! oui !), simple et double face qui route comme l'éclair (en



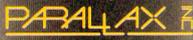
tout cas aussi simple que les autres). Mais ce routeur est surtout complètement interactif, c'est l'art du créateur qui s'exprime et c'est le logiciel qui fait le reste. On s'aperçoit tout de suite que l'ensemble est conçu par les électroniciens et non par les informaticiens. De par sa convivialité, sa simplicité (entièrement en français) et sa rapidité, c'est même sûrement le plus rapide de tous... et donc encore le plus économe. La capacité ? La version limitée

de 1000 pastilles autorise la réalisation de circuits conséquents. Je comprends parfaitement que ce routeur fasse fureur aux USA. Alors, avant de dépenser et même si vous possédez déjà un ensemble haut de gamme, renseignez-vous vite, éventuellement auprès des utilisateurs de ce fabuleux produit. Vous pouvez le tester sans véritable investissement et aucun commercial volubile ne sera là pour vous submerger de détails et de louanges sur le produit. Vous pourrez vous faire une idée par vous-même ! Finalement, c'est encore là la meilleure preuve de sérieux...

C'est seulement lorsque vous êtes complètement satisfait que vous décidez de vous procurer un upgrade correspondant à vos besoins : 2000 (Double), 4000, etc. Un regret ! Je connaissais le nom Layo1 depuis trois ans. Pourquoi ai-je continué à «travailler» avec mon programme haut de gamme si longtemps en pensant : «Que pour ce prix, ça ne pouvait pas être sérieux !»

J.-C. Charles  
Bureau d'études ILEP Lille

Distributeur :  
Layo France SARL  
Château Garamache - Sauvebonne  
83400 Hyères  
Tél. : 94 28 22 59  
Fax : 94 48 22 16  
3614 code LAYOFRANCE

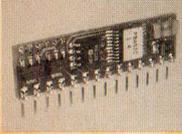
PARALLAX  PARALLAX 

## FAMILLE PIC DE MICROCHIP

### BASIC Stamp I et II

Modules à base de PIC pré-programmés en BASIC avec EEPROM et oscillateur. Les macro-instructions intégrées rendent très simples l'utilisation d'E/S complexes. (2000 à 4000 instructions par seconde).

#### BASIC Stamp 1 (BS1-IC)



EEPROM  
256 octets.  
Horloge 4 MHz.  
80 instructions  
2400 bauds  
Dim.: 40 x 12 mm.  
DIL 14

Le BS1-IC 011.2771 ~~205,00F~~ **PROMO 250,00F**

#### BASIC Stamp 2 (BS2-IC)

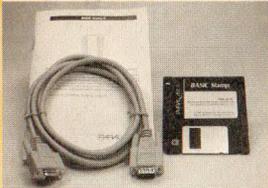


EEPROM 2048 octets + Horloge 20 MHz.  
500 instructions  
50 kbauds.  
Dim.: 31 x 15 mm.  
DIL 24

Le BS2-IC 011.2172 **450,00F**

### PROGRAMMING PACKAGE pour BASIC Stamp I et II

Tout ce qu'il vous faut pour programmer des Stamps.



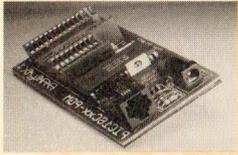
NOMBREUX ACCESSOIRES et recueil de notes d'application disponibles. (Consulter notre catalogue général)

Le PROGRAMMING PACKAGE 011.1605 **910,00F**

### OUTILS DE DEVELOPPEMENT ET DE PROGRAMMATION SUR PIC DE MICROCHIP

#### PIC 16Cxx PROGRAMMER

Programme, lit et vérifie les circuits de la famille PIC 16Cxx : PIC 16C5x, C61 (avec adaptateur), C64, C71, C74 (avec adaptateur), et C84 en boîtier DIP



011.2630 ~~4.690,00F~~ **PROMO 1.470,00F**

#### PIC 16C71/84 TRUFLIGHT

Programmeur + télé-chargeur pour PIC16C71/84 Avec effaceur rapide à U.V. pour PIC16C71.



011.3038 ~~2.450,00F~~ **PROMO 1.750,00F**

#### ClearView '5x et 'XX

Pour PIC 16C61, '64, '71, '74 et '84. Emulateurs en temps réel sur circuit. Les ClearView '5x et ClearView 'xx sont des outils de développement dédiés soit au PIC 16C5x, soit au PIC 16C61, '64, '71, '74 et '84 et qui vous permettent de tester vos programmes PIC en mode émulation.



ClearView '5x 011.3399 **2.900,00F**

ClearView 'xx 011.2932 à partir de **2.900,00F**  
N.B. : Le CLEARVIEW 'xx nécessite l'adjonction d'un module d'adaptation suivant le circuit à émuler.

#### PIC16C5x DOWNLOADER

Un émulateur de ROM pour vos micro-contrôleurs PIC16C5x



011.2702 ~~2.452,00F~~ **PROMO 1.750,00F**

#### REFLECTION 5x

Simulateur d'E/S pour la famille PIC16C5x

(Décrit dans E.R.P. n° 568)  
REFLECTION 5x se connecte en lieu et place du circuit PIC 16C5x considéré et se comporte comme une extension d'E/S de notre simulateur de logiciel.



011.2862 ~~2.205,00F~~ **PROMO 1.450,00F**

### OUTILS DE DEVELOPPEMENT

Les PICSTART sont des systèmes de développement économiques qui permettent à l'ingénieur d'applications de sinitier à moindre coût quand l'émulation temps réel n'est pas nécessaire. Il sont prévus pour se raccorder à un PC.

#### PICSTART Plus

Pour PIC 14000 et PIC 16C5x, PIC 16Cxx et PIC 17Cxx



Le PICSTART-Plus 011.7788 **1.765,00F**

#### PICSTART-16B1

Pour PIC 16C54, 54A, 55, 56, 57, 58A, PIC16C71 et PIC16C84



Le PICSTART-16B1 011.7725 **PROMO 1.390,00F**

#### PICSTART-16C

Pour PIC 16C64 et PIC 16C74  
Le PICSTART-16C permet de sinitier à moindre coût au développement sur les PIC16C64 et 74 quand l'émulation temps réel n'est pas nécessaire. Il est prévu pour se raccorder à un PC.

Le PICSTART-16C 011.7851 **PROMO 1.395,00F**

SELECTRO (1,27 F TTC par minute). Disponible sur le serveur SELECTRONIC. Tapez : 3615 BBS PARALLAX : Assembleurs, simulateurs, programmes d'application.

### Outils pour ST6 de SGS Thomson

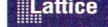
#### ST6220 Starter Kit

Un kit de base pour la programmation des micro-contrôleurs de la famille ST6210/15/20/25 de SGS-THOMSON



Le STARTER-KIT ST-6  
011.2210 ~~4.895,00F~~  
**1.690,00F**

#### SYSTEME SYNARIO ISP



Système complet de développement : entrée des données, simulation fonctionnelle, câble de téléchargement et échantillons. Système de développement pour ispLSI, pLSI, ispGDS, ispGAL et GALS de chez LATTICE. Logiciel d'entrées de données sous SYNARIO (DATA I/O). Passerelle SYNARIO / LSC.

011.2979 **2.990,00F**

#### ISP Starter Kit LATTICE

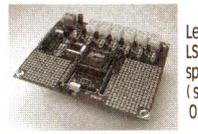
Créer soi-même ses composants par ispLSI (Voir E.R.P. n° 562 et ELEKTOR n° 198 et suivants)  
ispLSI est l'abréviation de : in system programmable LSI : Pour un faible coût, il devient en effet possible de concevoir soi-même ses propres composants et de procéder à leur programmation, à partir d'un PC.



L'ISP Starter Kit  
LATTICE  
011.2670 ~~4028,00F~~  
**970,00F**

#### KIT PLATINE D'EXPERIMENTATION pour isp1016

(Décrit dans ELEKTOR n° 198 - 11/94)  
Le complément idéal du Starter Kit LATTICE ci-dessus ! Montage expérimental à base d'ISP1016 permettant une programmation in situ de la logique programmable qu'il comporte à partir du port CENTRONICS du PC.

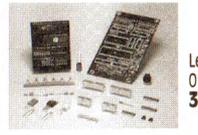


Le kit complet avec LSI1016, supports spéciaux et logiciel (sans alim.)  
011.8130 **500,00F**

### Outils pour famille Z80

#### CARTE MINI-Z80

(Décrite dans ELEKTOR n° 165)  
Système mono-carte à Z80 à câbler vous-même.



Le kit complet  
011.8576  
**340,00F**

### Outils pour 8051

#### "SIMCAD"

(Décrit dans ELEKTOR n° 154)  
Carte d'applications et de développement en kit, à câbler vous-même, pour vous apprendre à utiliser le 8051 et son assembleur



Le kit SIMCAD  
version 80 C 32 24 MHz  
011.9539 **420,00F**  
Le kit SIMCAD version  
8052 AH 12 MHz  
011.9546 **575,00F**

#### CARTE D'EXTENSION POUR "SIMCAD"

Platine multi-fonction pour expérimentations en tous genres. (Décrite dans ELEKTOR n° 162) Avec les interfaces les plus importantes permettant au micro-processeur de communiquer avec le monde extérieur.

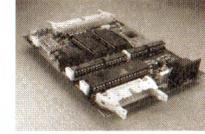


Le kit complet avec afficheur LCD 1 x 16 car.  
011.2130 **450,00F**

### Outils pour 8052

#### "SCALP" 8052 AH BASIC

(Décrit dans ELEKTOR n° 113)  
Le SCALP (Système de Conception Assisté par un Langage Populaire), est un remarquable outil de développement programmable en BASIC et conçu spécialement comme outil de saisie de données, de test d'instrumentation et de commande de processus. Avec, en plus, de très puissantes fonctions d'E/S.



Le kit complet avec alimentation, coffret pupitre, supports spéciaux, etc...  
011.7875 **925,00F**

#### "SCALP" Version OEM

La carte seule sans coffret ni alim. 011.9270 **690,00F**

#### MODULES PERIPHERIQUES POUR "SCALP"

(Décrits dans ELEKTOR n° 124)  
Si vous possédez un SCALP, ce kit vous permettra d'étoffer sérieusement ses possibilités.



Le kit de base fourni avec supports TULIPE, connecteurs PRO, etc.  
011.8560 **450,00F**

Le kit Carte E/S supplémentaire 011.9438 **120,00F**

#### CONVERTISSEUR DE FORMAT SERIEL

Pour connecter votre SCALP sur votre MINITEL.

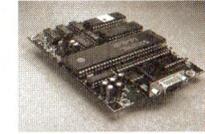


Le kit avec circuit imprimé, boîtier HEILAND, accessoires, etc...  
011.7960 **125,00F**

### Outils pour 8751

#### EMULATEUR DE 8751

(Décrit dans ELEKTOR n° 164)  
Un puissant outil de développement sous forme de carte en kit, à câbler vous-même.



Le kit complet  
011.8640 **450,00F**  
Logiciel ESS-6054 (disquette 5" + EPROM fournie)  
011.9755 **219,00F**

### Aide au développement LEAP Electronic



**PCFACE-III :**  
Interface d'extension 8/16 bits pour PC. TESTEZ ou DEPANNEZ vos cartes interfaces en toute sécurité ! Cette extension de BUS vous permet de rajouter

des cartes en toute sécurité sur votre PC, sans risquer d'endommager votre carte-mère :

Le testeur LEAPER-1 011.7485 **2.750,00F**



**LEAPER-1 :** Testeur de circuits logiques. Idéal pour le labo ou la maintenance : c'est LE système éprouvé pour tester les circuits logiques inconnus ou douteux.  
011.8718 **1.600,00F**



**LEAPER-10 :** Programmeur - testeur universel de circuits. C'est actuellement le plus petit et le plus puissant programmeur - testeur sur le marché.  
011.8884 **6.500,00F**

**Selectronic**  
L'UNIVERS ELECTRONIQUE



3615 SELECTRO  
Notre serveur minitel  
(1,27F TTC la minute)



CONDITIONS GENERALES DE VENTE : Règlement à la commande : Forfait port et emballage 28 F, FRANCO à partir de 800 F. Contre-remboursement : + 60 F (en sus).

Pour faciliter le traitement de votre commande, veuillez mentionner la REFERENCE COMPLETE des articles commandés



Catalogue  
Sécurité  
1996  
**GRATUIT**



Livraison J+1 (avant midi)  
**CHRONOPOST**

Supplément de 80F (Colis < 5 kg)  
Supplément de 80F (Envoi en C.R.B.T.)

B.P 513 59022 LILLE CEDEX  
☎ 20.52.98.52 Fax: 20.52.12.04

# **ELEKTOR, le mensuel de l'électronique qu'il vous faut! ELEKTOR A CHANGÉ!**

Elektor, le magazine mensuel européen consacré à l'électronique, au tirage le plus important et au contenu le plus complet, est devenu encore plus intéressant, plus accessible et plus facile à lire.

Elektor vous propose un choix varié de sujets, dont des projets de degrés de difficulté divers à réaliser soi-même, allant des montages domestiques aux réalisations de niveau professionnel.

En tant qu'abonné d'Elektor et adhérent à la Bibliothèque ELEKTOR d'Electronique vous bénéficierez d'une réduction attrayante sur chacun des ouvrages paraissant dans la Bibliothèque d'Electronique. Vous pouvez ainsi économiser au maximum 360 FF/2 208 FB par an.

Les abonnés d'Elektor bénéficient en outre de réductions intéressantes sur les ouvrages, l'Item Tracer et le CD-ROM.

Vous n'êtes pas encore abonné à Elektor?  
Vous désirez profiter des nombreux avantages d'un abonnement?

Un abonnement annuel à Elektor coûte 270 FF / 1 950 FB.

**Si vous décidez de prendre aujourd'hui un abonnement à Elektor nous vous faisons CADEAU DES 2 PREMIERS NUMÉROS !**

*Profitez de cette offre et remplissez le bon encarté à la fin de la revue et renvoyez-le nous rapidement!*



# **ELEKTOR**

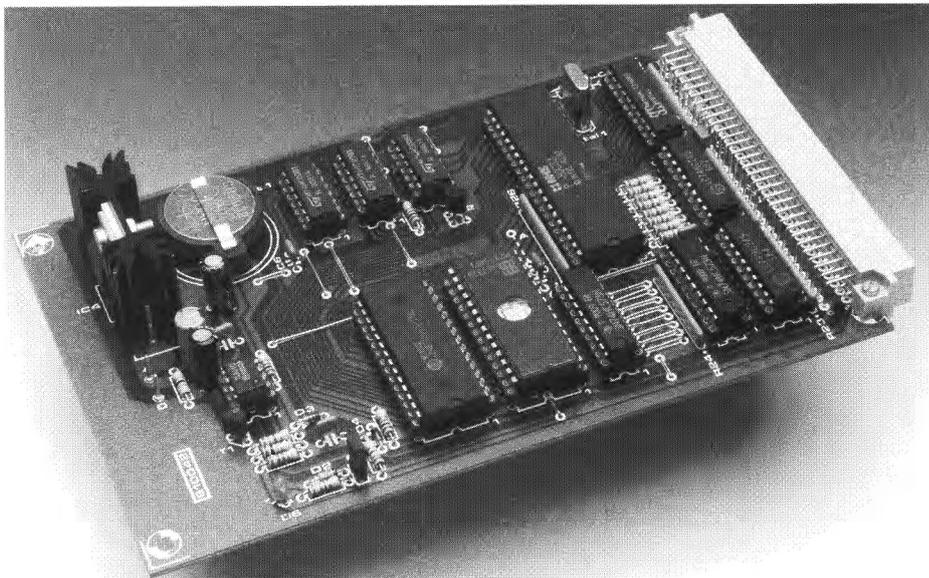
# SIMCAD

## Systeme Informatique Mono-Carte d'Application et de Développement

L'informatique est un violon d'Ingres assez coûteux, en particulier lorsqu'on envisage de réaliser soi-même son micro-ordinateur mono-carte : ou bien le processeur coûte les yeux de la tête, ou bien le logiciel est inabordable, à moins que les circuits périphériques ne soient hors de prix. SIMCAD se situe fort honorablement sur ces trois critères, son rapport performances/prix occupe un niveau meilleur que les montages du même type qui ont eu l'honneur de nos colonnes.

### Caractéristiques techniques

- Format Euro simple face
- Idéal pour développer des applications
- Programmable en assembleur et en BASIC
- Processeur : 80(C)32 ou 8052-AH-BASIC
- 32 Koctets de ROM
- 32 Koctets de RAM
- Pile de sauvegarde au lithium
- Tension d'alimentation unique
- Matériel de programmation embarqué
- Présence d'une interface V24
- Fréquence d'horloge 16 MHz (testé jusqu'à 32 MHz)
- Accès aux périphériques par connecteur DIN 41612



SIMCAD peut abriter un processeur du type 8052-AH ou un 8032, notablement moins coûteux. Quel que soit le type de processeur utilisé, il est possible de travailler en BASIC. Des programmes d'émulation de terminal, disponibles soit en Domaine Public, soit en *Shareware*, permettent la commande du SIMCAD depuis un PC IBM ou compatible, voire tout autre ordinateur doté d'une interface série.

Bien que des quantités affolantes de microcontrôleurs programmés par masque, aux prix incroyablement bas, trouvent place dans d'innombrables appareils, leur utilisation par l'amateur est souvent problématique. Deux raisons majeures en sont que primo l'on ne connaît qu'exceptionnellement le langage assembleur du processeur-objet et secundo que les cross-assembleurs et les simulateurs sont hors de portée de l'amateur, aussi bien intentionné soit-il.

Le 8052-AH-BASIC d'Intel constitue une étape fort intéressante vers la solution du problème. Sa capacité de charger, par l'intermédiaire d'une interface V24, un programme BASIC en RAM avant de le transférer en EPROM, fait qu'on se trouve, en réalité, en présence d'un système de développement complet. Nous faisons ici référence à un montage décrit dans *Elektor* voici bien longtemps (n° 113, novembre 1987 !), réalisé à des milliers d'exemplaires à travers toute l'Europe, le fameux SCALP.

Le montage décrit ici constitue, lui aussi, un système de développement, d'où le **D** à la fin de SIMCAD ; il se caractérise par une approche quelque peu différente qui apporte certaines améliorations : la platine offre place à 32 Koctets de RAM, à une taille identique de ROM et comporte une pile de sauvegarde pour conserver intact le contenu de la RAM, au prix d'un courant de repos de quelque 2  $\mu$ A seulement.

On dispose sur la platine, non seulement d'une tension régulée de +5 V, mais encore d'une tension de +12,5 V qui sera utilisée pour la programmation des EPROM. Le circuit imprimé est du type simple face et possède des pistes d'une épaisseur de 0,4 mm au moins, de sorte que sa reproduction est à la portée de tout amateur.

Chacun peut ainsi, sans le moindre problème, fabriquer soi-même la platine, approche particulièrement intéressante quand on envisage l'utilisation d'un 80C32, puisque le coût de l'ensemble sera inférieur au prix d'un circuit imprimé double face à trous métallisés.

### L'électronique

Le cœur de « SIMCAD le micro », dont on retrouve le schéma en **figure 1**, est une UC (Unité Centrale, c'est ainsi qu'on appelait, naguère, les microprocesseurs, pour contrer

le terme américain de CPU) du type 80(C)32, soit encore un 8052 AH-BASIC.

Comme les huit bits de poids faible de l'adresse sont multiplexés avec les données, il faut commencer par séparer les deux informations. Pour ce faire, le verrou IC8 charge, lors de la mise au niveau logique haut de la ligne ALE/B, les bits d'adresse. Les lignes de données arrivent directement aux circuits de RAM, IC6, de ROM, IC7, et au tampon IC9. Les huit bits de poids fort de l'adresse arrivent directement aux circuits de mémoire et aux décodeurs d'adresses IC1 à IC3, de simples portes NAND intégrées dans trois circuits du type 74HC00.

0000<sub>H</sub>...3FFF<sub>H</sub> mémoire ROM  
8000<sub>H</sub>...BFFF<sub>H</sub> mémoire ROM  
0000<sub>H</sub>...7FFF<sub>H</sub> mémoire RAM  
C000<sub>H</sub>...COFF<sub>H</sub> domaine des E/S

La cartographie des domaines de mémoire (RAM/ROM) et des Entrées/Sorties (E/S) est la suivante : le domaine de ROM va de 0000<sub>H</sub> à 8FFF<sub>H</sub> et de 8000<sub>H</sub> à BFFF<sub>H</sub>, celui de la RAM de 0000<sub>H</sub> à 7FFF<sub>H</sub>. Le domaine des E/S couvre les adresses C000<sub>H</sub> à COFF<sub>H</sub>. On retrouve en **figure 2** toutes ces informations sous la forme d'une représentation graphique.

Le pont de câblage « A » définit une partie du domaine de ROM. En cas d'implantation de ce pont, le microcontrôleur travaille avec la ROM interne placée aux adresses allant de 0000<sub>H</sub> à 1FFF<sub>H</sub>. Cette approche est nécessaire lors de l'utilisation du microprocesseur 8052-AH-BASIC. Ce n'est que quand on travaille avec de la ROM externe qu'on laissera ce pont ouvert, cas qui se présente quand on fait appel à un 80C32.

Ne faites donc pas comme sur la photographie en début d'article sur laquelle notre ingénieur venait, sur le prototype, de remplacer le 8052-AH par un 80C32 et son EPROM, sans penser à supprimer le pont de câblage « A ».

Dans le domaine d'adresses allant de 0000<sub>H</sub> à IFFF<sub>H</sub>, on assiste à un recoupement des domaines de RAM et de ROM.

C'est à l'aide du signal PSEN que le processeur fait la différence entre la mémoire de programme (ROM) et la mémoire de données (RAM). On ne fait pas appel ici à l'architecture de von Neumann, classique aujourd'hui, selon laquelle les mémoires de programme et de données sont placées l'une à la suite de l'autre dans la cartographie d'adresses.

Rassurez-vous, rien n'interdit de rétablir cette architecture si cela s'avérait nécessaire.

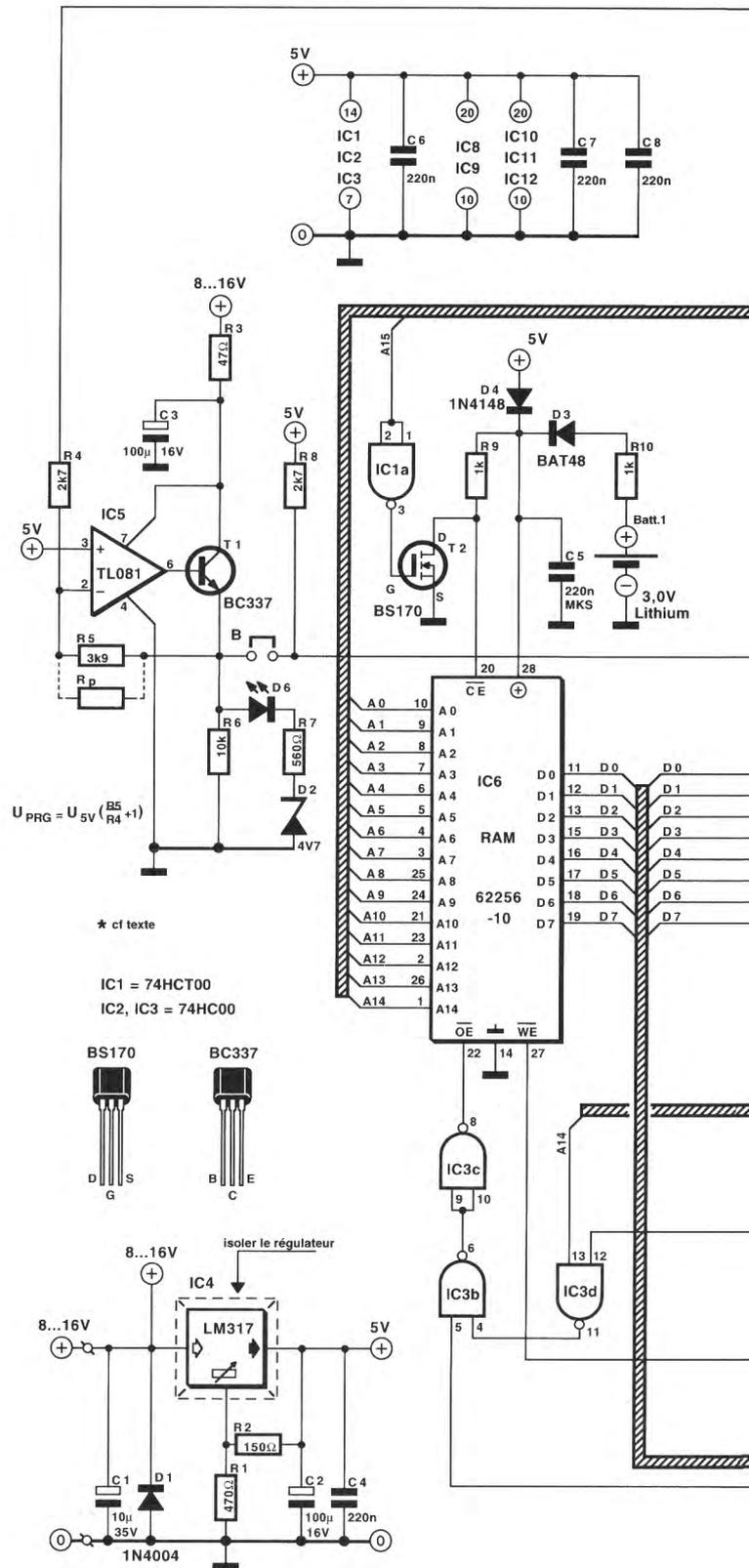
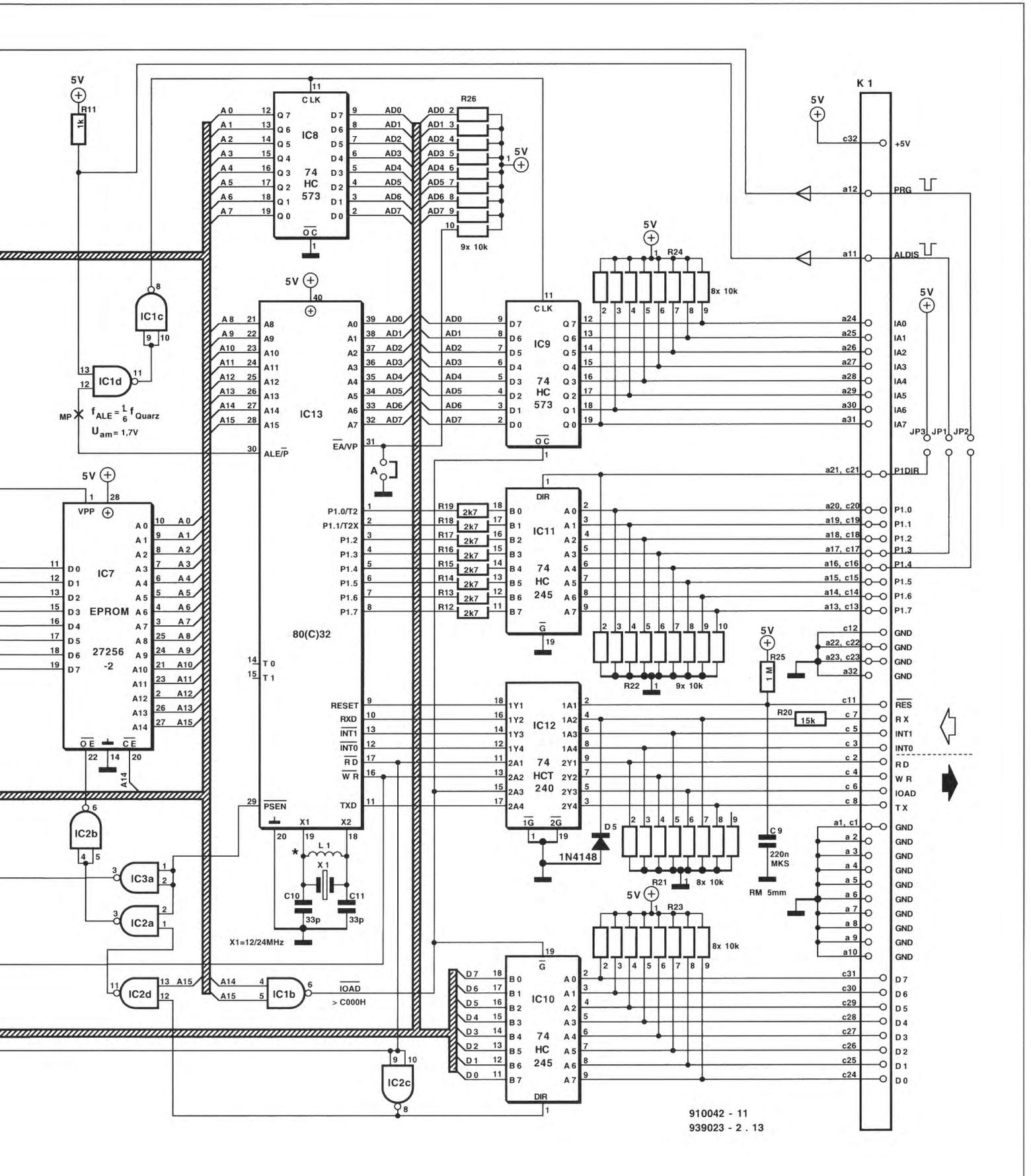


Figure 1 – Comme il se doit, au cœur de ce montage règne le microcontrôleur entouré de sa cour de tampons. La présence d'une interface série permet à cet ordinateur mono-carte de communiquer, par exemple, avec un IBM-PC ou Compatible.



Voici comment les choses se passent ici : en ROM (EPROM) un accès aux 16 Koctets inférieurs n'est autorisé que lorsque l'adresse correspondante et le signal PSEN sont présents.

Les 16 Koctets supérieurs peuvent être activés à l'aide de l'adresse correspondante et le signal *Read* (RD) ou PSEN. Il est possible ainsi d'utiliser ce domaine de mémoire soit comme mémoire de données ou de programme, ce qui peut être rendu nécessaire lors de la mémorisation de programmes BASIC. Le décodage de cette distribution est pris en compte par IC2.

Dans le domaine de RAM allant de 0000<sub>H</sub> à 7FFF<sub>H</sub>, les 16 Koctets inférieurs peuvent uniquement être utilisés comme mémoire de données, les 16 Koctets supérieurs comme mémoire de données et, parce qu'ils ne se recoupent pas avec le domaine de ROM, également comme mémoire de programme. C'est dans cette partie de la mémoire que l'on pourra stocker des programmes en langage machine pour les tester et les exécuter. Le circuit IC3 se charge du décodage d'adresses de la RAM. La porte NAND IC1b combine les lignes d'adresses A15 et A14 en un signal IOAD que l'on trouve d'ailleurs, inversé cette fois, sur la broche c8 du connecteur de sortie K1 à 64 broches. Ce

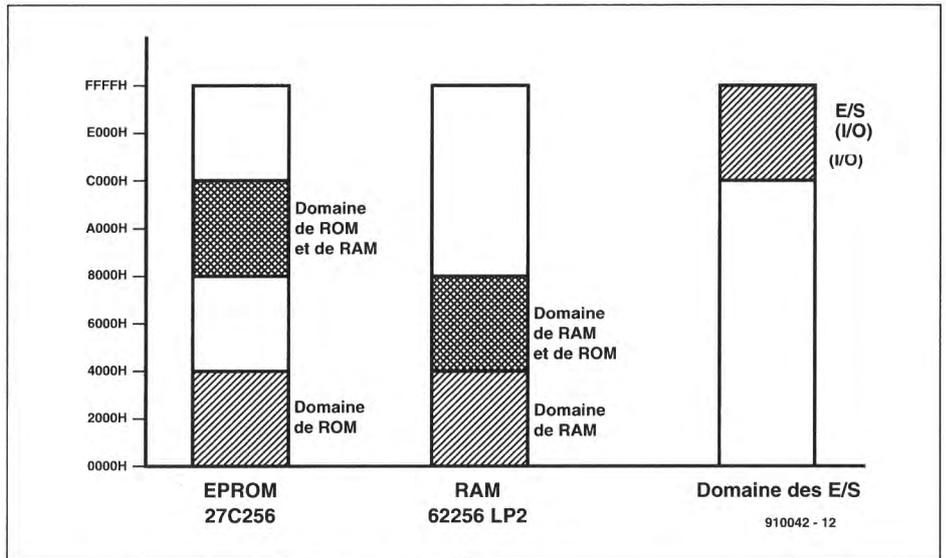


Figure 2 – La cartographie mémoire de SIMCAD. Le microcontrôleur se charge de toutes les activités d'E/S en dehors du domaine de 64 Ko. La répartition de la ROM et de la RAM dépend des exigences de l'application envisagée.

signal indique un accès dans le domaine d'adresses au-delà de C000<sub>H</sub>, c'est-à-dire dans le domaine des E/S.

L'octuple verrou non-inverseur à sorties à 3 états IC9 stocke lui aussi, à l'image de IC8, les huit bits d'adresses de poids faible, à la

différence près que l'activation du signal de validation OC (*Output Control*) est obtenue à l'aide du signal IOAD. Dans ces conditions, cette adresse de huit bits n'est communiquée à l'extérieur que lorsque le signal IOAD est actif. Sinon, les sorties inactives se trouvent au niveau haut (= 5 V via le réseau de

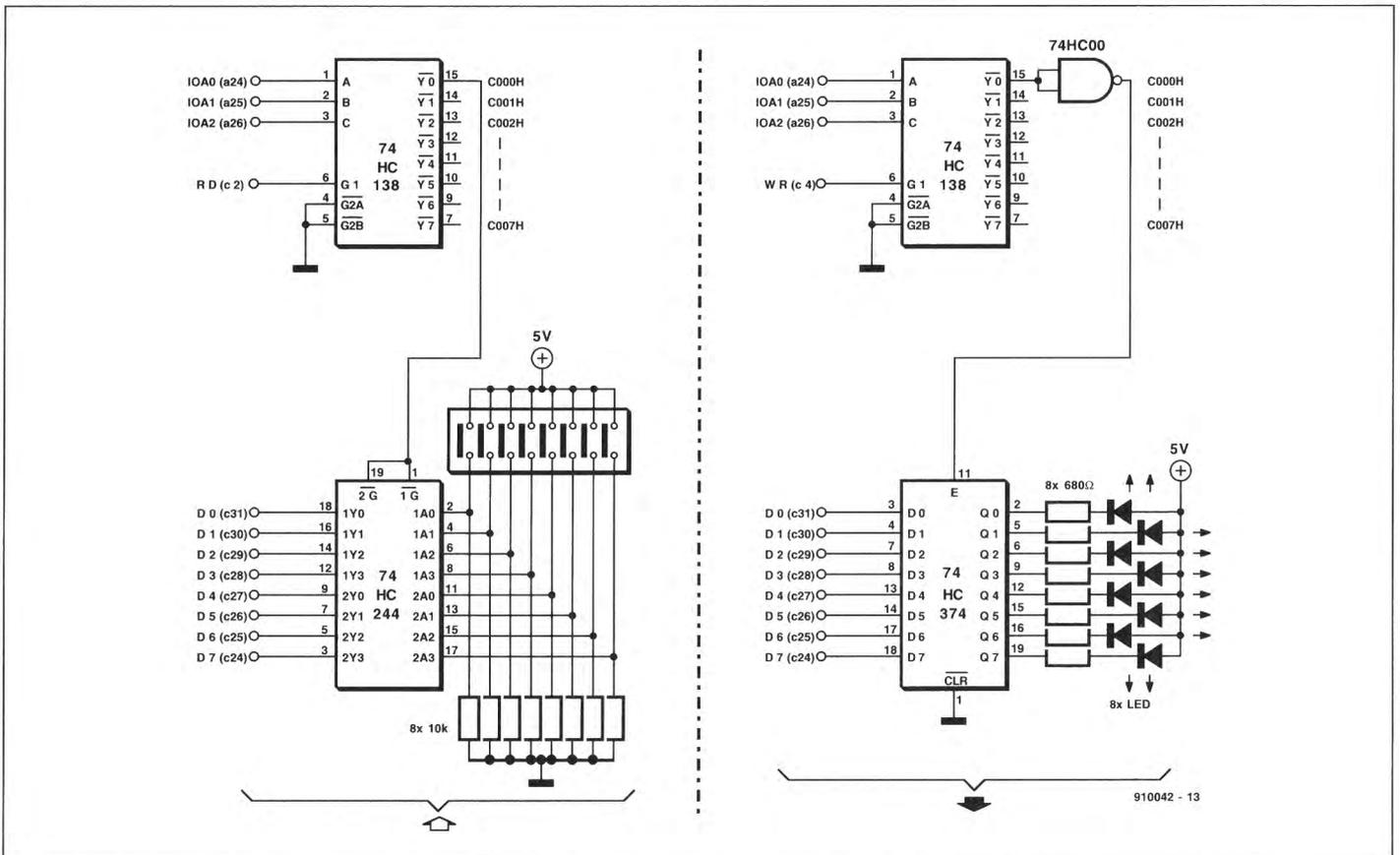


Figure 3 – L'adjonction de deux circuits supplémentaires permet de connecter des périphériques au SIMCAD. A gauche l'entrée des données et à droite leur sortie.

résistances R24) et fournissent ainsi la donnée  $FF_H$  (les amateurs du Z80 connaissent la même situation sous la fonction de IORQ, c'est-à-dire *Input/Output Request*).

L'octuple tampon de bus à sorties 3 états, IC10, tamponne les lignes d'adresses. Après inversion par la porte NAND IC2c montée en inverseur, le signal RD (*Read* = lecture) en provenance du micro-contrôleur détermine le sens de transfert des données traversant IC10 (lecture/écriture). Pour éviter de charger le bus externe avec l'ensemble du transfert de données par le processeur, les sorties de IC10, A0 à A7, ne sont validées que lors de l'application du signal IOAD à l'entrée de validation  $\overline{G}$  (broche 19).

Le port 1 encore libre convient tant pour la fourniture de données que pour leur lecture.

Un nouveau tampon de bus bidirectionnel, du type 74HC245, protège le processeur et augmente la charge que peut supporter ce port lorsqu'il est utilisé en sortie.

Le niveau appliqué aux broches P1DIR (a21 et c21 de K1) détermine le sens de transfert (*DIR*ection) des données. Lorsque P1DIR se trouve en l'air ou au niveau bas (masse) on a émission (écriture) des données vers l'extérieur ; l'activation de cette ligne (niveau haut) produit une lecture.

Les résistances de 2,7 k $\Omega$  prises entre le contrôleur et IC11, notre tampon, servent de résistances de limitation de courant au cas où l'on aurait programmé le port 1 comme sortie et qu'à la suite d'une erreur de programmation du sens de transfert des données, IC11 veuille faire part d'une information quelconque au processeur. On se trouve alors en présence d'un conflit, une sortie étant confrontée à une sortie. Le processeur n'a pas de problème à supporter le courant limité, par les résistances chutrices, à une valeur inférieure à 2 mA.

Le circuit de sauvegarde implanté à proximité de la RAM est chargé de conserver le contenu de la RAM lors d'une coupure (volontaire ou non) de la tension d'alimentation.

À travers la résistance R10 et la diode D3, notre pile au lithium de 3V fournit le courant de sauvegarde nécessaire au maintien des données par le circuit de RAM. En cas de présence de la tension d'alimentation, la diode D4 conduit, permettant l'alimentation de IC6, la diode D3 montée en sens inverse évitant une recharge, aux conséquences catastrophiques, de la pile au lithium.

Il est possible, à condition de disposer d'un multimètre sensible, de mesurer, indirectement il est vrai, la consommation de courant du circuit de RAM par mesure de la chute de

tension aux bornes de R10 : chaque mV de chute de tension correspond à une consommation de courant de 1 mA environ.

Outre la commutation automatique sur l'alimentation de sauvegarde par pile il faut également réaliser une inhibition de la RAM. C'est précisément la tâche du transistor FETMOS autobloquant, T2. Tant que la tension d'alimentation est fournie par l'alimentation secteur, on dispose d'un niveau de tension suffisant pour rendre passant le FET, qui ne prend vie que lorsque la tension de grille dépasse quelque 3 V. Cette mise en conduction de T2 provoque l'activation de la broche de sélection de la RAM ( $\overline{CE}$  = *Chip Select*) par sa mise à la masse (la barre de négation indigne que le signal est actif au niveau bas).

Si, pour une raison quelconque, la tension d'alimentation disparaît, le FET « décroche » assez rapidement, en raison de sa tension de grille relativement élevée. L'entrée de commande CE se trouve alors, à travers la résistance R9, au potentiel de la tension d'alimentation de sauvegarde de la RAM, ce qui fait passer ce circuit en mode d'attente (*Stand By*).

### Les interfaces

Il nous faut, pour la programmation en BASIC, un clavier, pour l'entrée des données, et un écran, comme organe de sortie, les visualisant. SIMCAD comporte à cet effet une interface sérielle travaillant à niveau TTL. Les deux connexions de cette interface se trouvent aux broches c7 (RX) et c8 (TX) du connecteur K1. La connexion d'un terminal RS-232 fonctionnant à 12 V ou d'un ordinateur compatible IBM avec logiciel d'émulation de terminal (ProComm, Telix, Telemate, etc.) ne devrait pas poser de problème, sachant que la majorité de ces terminaux sont en mesure, aussi, de travailler avec des niveaux TTL. Ce passage à un niveau de 5 V a pourtant comme conséquence de diminuer le rapport signal/bruit des lignes de signal, ce qui limite à quelques mètres seulement la distance maximale franchissable entre l'ordinateur et le terminal.

Ceci n'empêchera pas le terminal de continuer de travailler à 12 V. Côté récepteur, l'une des résistances de 10 k $\Omega$  du réseau de résistances R21, associé à la résistance R20, limite la tension d'entrée à un niveau TTL, la diode D5 limitant les tensions négatives. L'octuple tampon IC12 travaillant en inverseur, le signal présente de facto la bonne disposition de phase. La connexion RX (*Receive Data*) est reliée à la sortie du terminal, la broche TX (*Transmit Data*) l'étant à son entrée. Les deux entrées d'interruption  $\overline{INT0}$  (broche c3 de K1) et  $\overline{INT1}$  (broche c5 de ce

même connecteur) permet d'obtenir une réaction rapide de notre ordinateur monocarte aux événements extérieurs. Ceci explique que SIMCAD convienne tout particulièrement aux applications à base d'automatismes pilotés par microprocesseur. Une interruption logicielle produit l'exécution de la routine de traitement d'interruption correspondante. Cette routine spécifique que l'on peut (et doit) programmer selon les résultats que l'on veut obtenir, définit le comportement de SIMCAD face à des interruptions extérieures. Le connecteur K1 met également à disposition de l'utilisateur une ligne de remise à zéro du processeur :  $\overline{RES}$  (*RES*et, broche c11 de ce connecteur).

On génère une interruption par l'application d'un niveau logique haut à la broche c3 ou c5 de K1, une remise à zéro du processeur faisant, elle, appel à un niveau bas appliqué à la broche c11 de K1 évoquée quelques lignes plus haut. Par leur inversion produite par IC12, les signaux WR, RD, IOAD sont disponibles à un niveau positif. On pourra les utiliser, par une combinaison externe des adresses d'E/S et des signaux de lecture/écriture, pour la commande de périphériques. La figure 3 vous propose un exemple de technique, d'une part de prise en compte de données et de l'autre de fourniture de données, accompagnés des décodages d'adresses correspondants.

### Programmer des EPROM

À quoi peut bien servir le meilleur programme du monde si, après coupure de l'alimentation, il n'en reste trace ? Le 8052-AH-BASIC d'Intel peut, à l'aide des instructions BASIC qu'il possède, placer un programme dans une EPROM à partir de l'adresse 8000 $_H$ , si tant est qu'il ait à sa disposition le matériel nécessaire à la programmation (lire la tension convenable).

Nous avons prévu ce cas, ce qui explique la présence ici de l'amplificateur opérationnel IC5 et du transistor T1 associés aux résistances et condensateurs connexes.

L'entrée non-inverseuse de IC5 se trouve au +5 V fourni par le régulateur, l'entrée inverseuse étant reliée, elle, à travers R4, une résistance de 2,2 k $\Omega$ , à la broche a12 (PRG = *PRoGram*) de K1.

L'application d'un niveau logique bas à la broche PRG rend l'amplificateur opérationnel passant ; on dispose alors, par l'intermédiaire du transistor T1, d'une tension de quelque 12,5 V à la broche convenable de l'EPROM IC7 (broche 1). Si la broche PRG se trouve à +5 V (niveau haut) cette même broche 1 de IC7 se trouve alors à +5 V. Il faut, au cours de la programmation, inhiber

le signal ALE, ce que l'on obtient si l'on met la broche ALDIS de K1 (a11) à 0 V.

Le processeur génère lui-même, au cours de la programmation, les signaux PRG et ALDIS. Si l'on veut obtenir la programmation d'une EPROM, il faut que la broche PRG soit reliée à la connexion P1.4 du processeur et que la broche ALDIS le soit à sa connexion P1.3. La connexion P1DIR reste en l'air. En d'autres termes, côté connecteur K1, on interconnecte les broches a11 et c17 d'une part et a12 et c16 de l'autre. Pour éviter une programmation intempestive de l'EPROM, voire sa destruction, il est recommandé, en mode d'utilisation normal de SIMCAD, de ne pas laisser le cavalier « B » en place sur la carte.

La LED D6, protégée par la résistance R7 et prise entre l'émetteur de T1 et la masse, sert d'indicateur optique. La diode zener D2 sert à faire en sorte que la LED ne s'allume qu'en cas de présence réelle de la tension de programmation. Tant que la tension présente à l'émetteur de T1 est inférieure à quelque 6,5 V, la LED reste éteinte. On a ainsi un contrôle visuel du déroulement du processus.

Remarquons en passant qu'il ne faudra mettre en place le cavalier « B » que si la LED D6 est éteinte.

### Que choisir ?

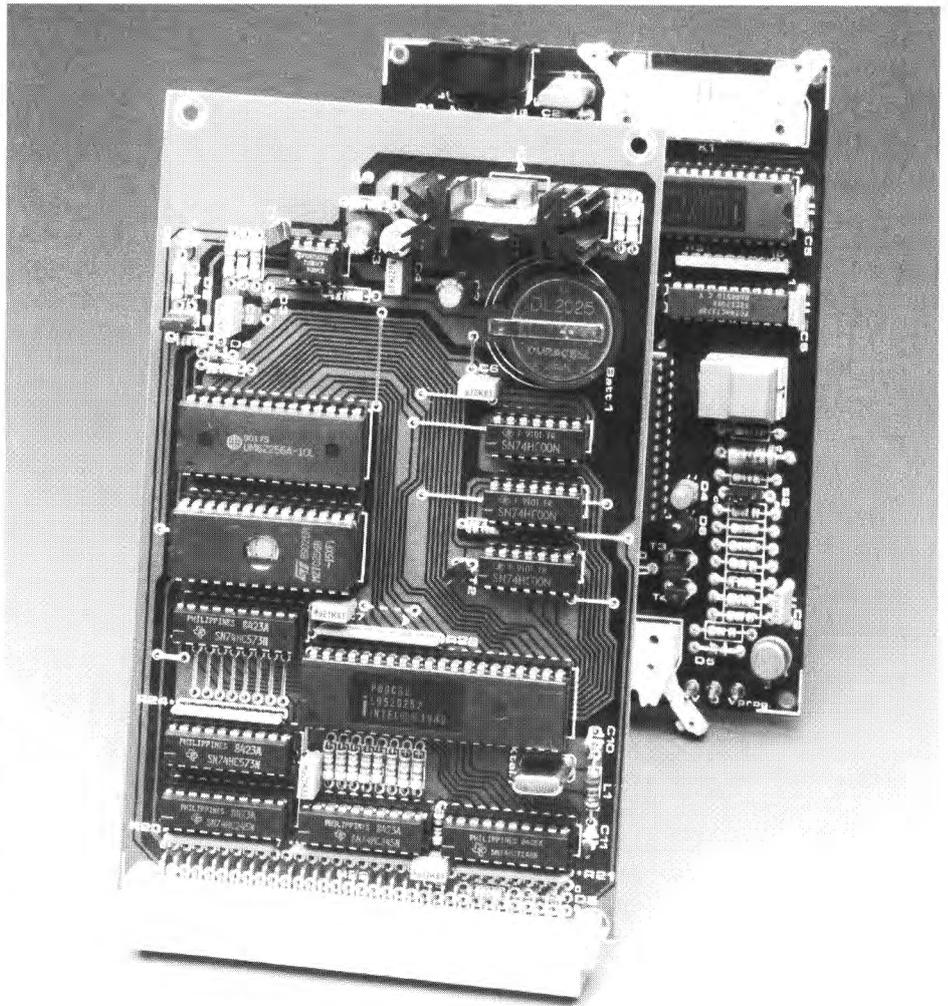
Comme nous le disions dans l'introduction, SIMCAD peut s'accommoder de 2 types de processeurs de la famille MCS-51 d'Intel, le 8052-AH BASIC ou encore le 8032.

Ce second type de micro-contrôleur coûte sensiblement moins cher mais ne permet pas, sans plus, la programmation en BASIC. Il est heureusement possible de transférer l'interpréteur du 8052 dans une EPROM que l'on implante alors dans la platine à l'emplacement prévu pour IC7. Le 8032 est alors en état de faire une programmation en BASIC.

Nous avons déjà décrit la procédure à suivre pour réaliser cette « adaptation » (Elektor n° 139, janvier 1990, « SCALP en CMOS »).

Le programme en BASIC de la **figure 5** permet le transfert dans une EPROM de l'interpréteur BASIC intégré dans un 8052-AH-BASIC.

Cette approche présente un autre avantage : celui d'une vitesse supérieure : en effet, selon son fabricant, un 80C32 peut fonctionner à une fréquence d'horloge de 16 MHz. Un certain nombre de tests nous ont appris qu'il n'est pas exclu, loin de là, qu'il travaille encore parfaitement à 24 MHz. Nous avons



même trouvé des exemplaires remplissant leur tâche à 32 MHz. Dans le cas de la version 12 MHz du 8052-AH-BASIC fabriqué en technologie HMOS, une fréquence d'horloge de 15 MHz constitue sans doute l'ultime limite.

### L'alimentation

On pourra, en mode d'utilisation normal, adopter pour l'alimentation n'importe quelle tension comprise entre 8 et 12 V, sachant qu'il ne saurait être question de tomber en dessous de la première valeur si l'on ne veut pas risquer un mauvais fonctionnement du régulateur intégré IC4.

Si l'on prévoit l'éventualité de la programmation d'une EPROM, il faut disposer de 16 V au minimum de façon à ce que le circuit basé sur IC5 et T1 puisse fournir la tension de programmation de 12,5 V. À condition de doter le régulateur d'un radiateur, solution que nous adoptée nous-mêmes, on peut envisager d'alimenter SIMCAD en permanence sous 16 V. Il suffit pour cela de disposer d'un transformateur de 12 V, d'un pont de redressement et d'un condensateur de 1000 µF. La consommation

de courant dépend du type et du nombre de circuits implantés sur la carte. La version CMOS (80C32) consomme entre 50 et 150 mA ; si l'on opte pour la version à processeur HMOS (8052-AH-BASIC), l'alimentation doit pouvoir fournir un courant de 300 mA au minimum. Selon le type d'EPROM utilisé (CMOS ou  $\overline{\text{CMOS}}$ ), il faudra compter 100 mA supplémentaires dans le second cas.

### La réalisation

Ce n'est sans doute pas la construction proprement dite de ce montage qui devrait poser problème, à condition de savoir ce que l'on fait.

Avant de vous lancer dans la mise en place et la soudure du connecteur sur la platine, dont on retrouve la sérigraphie des composants en figure 4, il faudra implanter la diode et la résistance placées entre ses deux rangées de connexions. Un oubli pourrait être délicat à réparer (on pourrait alors, en désespoir de cause, envisager de placer ces composants côté pistes de la platine). On poursuivra par l'implantation des composants à développement vertical faible, ponts de câblage (*straps*),

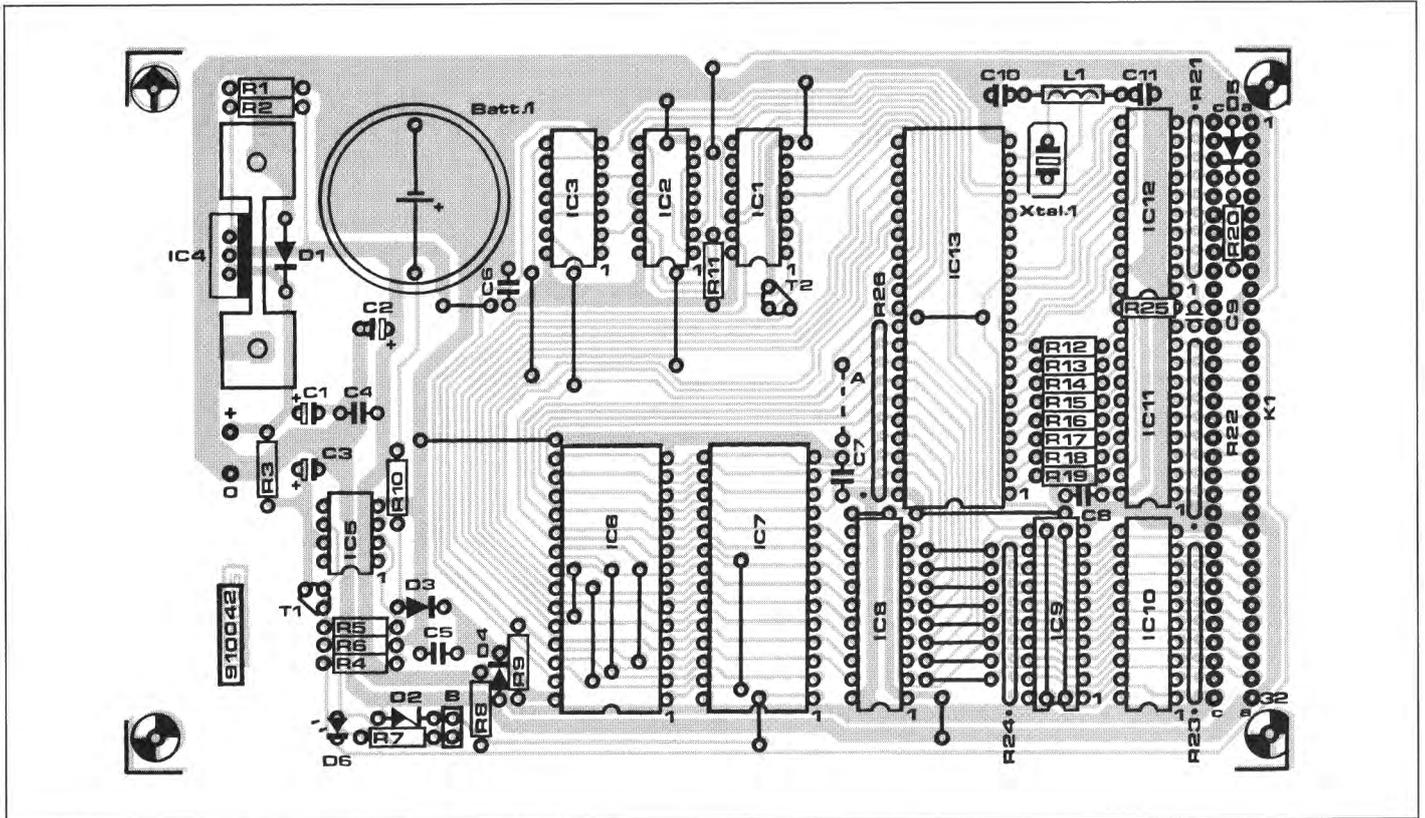


Figure 4 – Disposition des composants de SIMCAD. Nous avons choisi de laisser largement l'espace nécessaire à chaque composant. Le fait qu'il s'agisse d'une platine à simple face – les amateurs de réalisations personnelles peuvent s'en donner à cœur joie – explique la présence d'un certain nombre de ponts de câblage.

#### Résistances :

R1 = 470  $\Omega$   
 R2 = 150  $\Omega$   
 R3 = 47  $\Omega$   
 R4 = 2,2 k $\Omega$   
 R5, R8, R12 à R19 = 10 x 2,7 k $\Omega$   
 R6 = 10 k $\Omega$   
 R7 = 560  $\Omega$   
 R9 à R11 = 3 x 1 k $\Omega$   
 R20 = 15 k $\Omega$   
 R21, R22, R26 = 3 x réseau de 9 x 10 k $\Omega$   
 R23, R24 = 2 x réseau de 8 x 10 k $\Omega$   
 R25 = 1 M $\Omega$

#### Condensateurs :

C1 = 10  $\mu$ F/35 V radial  
 C2, C3 = 2 x 100  $\mu$ F/16 V radial  
 C4 à C9 = 6 x 220 nF  
 C10, C11 = 2 x 33 pF céramique

#### Semi-conducteurs :

D1 = 1N4001  
 D2 = zener 4V7/400 mW  
 D3 à D5 = 3 x 1N4148  
 D6 = LED verte

T1 = BC337

T2 = BS170

IC1 à IC3 = 3 x 74HCT00

IC4 = LM317

IC5 = TL081

IC6 = 62256-LP2

IC7 = 27C256-2

IC8, IC9 = 2 x 74HCT573

IC10, IC11 = 2 x 74HCT245

IC12 = 74HCT240

IC13 = 80(C)32 ou 8052-AH-BASIC

IC1 à IC3 et IC8 à IC12 doivent être du type HCT lorsqu'on les utilise avec un 8031 ou 8052-AH-BASIC (les versions NMOS).

#### Divers :

L1 = 1,5  $\mu$ H

K1 = connecteur DIN à 64 broches ac

X1 = quartz 12 ou 16 MHz

Bat1 = pile de 3 V au lithium,  $\varnothing$  23 mm

Support de pile pour dito radiateur SK129/25,4

platine (EPS 910042)

Les composants du SIMCAD.

attention il y en a un certain nombre sous les supports qui prendront de ce fait, de préférence, la forme de barrettes de contacts tulipe autosécables pour les composants à grand nombre de broches. Attention, lors de l'implantation des réseaux de résistances intégrés, à bien identifier leur broche 1, normalement marquée d'un point (ce point est également marqué sur la sérigraphie de la platine). L'implantation des composants est plutôt dense à proximité immédiate du connecteur.

Pour le pont « B » on pourrait envisager d'utiliser un « CLICK IT » de Cambion, petit interrupteur à un contact au pas de 2,54 mm. C'est très pratique mais attention à ne pas vous tromper de position en cours d'utilisation.

Comme l'illustrent les différentes photographies consacrées à ce montage, il existe des radiateurs qui semblent tout spécialement faits pour cette réalisation. La batterie Batt1 est du type 3 V de tension au lithium ; il ne s'agit pas d'un accu au CdNi !!!

Comme nous l'avons mentionné plus haut, l'implantation ou non du *strap* « A » est fonction du type de processeur utilisé : « A » est implanté avec un 8052-AH-BASIC, et ne le sera pas avec un 80(C)32. Avant d'implanter les composants « onéreux » – mais peut-on encore qualifier ainsi le processeur et la RAM – on vérifiera que la tension fournie par le régulateur est bien de +5 V. Attention, il s'agit d'un LM317 dont le brochage diffère de celui d'un régulateur +5 V classique, la sortie se trouve ici sur la broche centrale.

Ceci fait, on pourra implanter les circuits intégrés dans les supports prévus à l'intention de chacun d'entre eux. Si vous avez une certaine expérience, vous pourrez envisager de souder la plupart d'entre eux directement à leur place, exception faite du processeur, de la RAM et de l'EPROM, sauf bien entendu s'il s'agit d'une application définitive pour laquelle il n'est plus question de modifier le contenu de l'EPROM.

### Mise en œuvre

Le processeur produit le signal d'horloge nécessaire à l'aide de son générateur interne. Tant que le quartz utilisé travaille à sa fréquence fondamentale – la majorité des quartz jusqu'à 20 MHz environ – on pourra ne pas implanter la self L1. C'est le cas pour la version à 8052-AH-BASIC de SIMCAD. Si l'on applique une fréquence d'horloge de 24 MHz à un 80C32, il est probable que le quartz se mette à osciller à 8 MHz seulement (qui est sans doute, dans le cas présent, sa fondamentale). Pour le forcer à travailler à 24 MHz, il suffira de donner à la self L1,

```

1 FOR I=1 TO 8191: XBY(I+8192)=CBY(I): NEXT I
10 PRINT "UNIVERSAL PROM PROGRAMMER" : PRINT "WHAT TYPE OF DEVICE ?"
20 PRINT : PRINT "1 = EEPROM" : PRINT "2 = INTELLIGENT EPROM"
30 PRINT : PRINT "3 = NORMAL (50 MS) EPROM":PRINT : INPUT "TYPE"(1,2,3)?",T
40 ON (T?1) GOSUB 340,350,360
50 REM this sets up intelligent programming if needed
60 IF W=.001 THEN DBY(26)=DBY(26).OR.8 ELSE DBY (26)=DBY(26).AND.OF7H
70 REM calculate pulse width and save it
80 PUSH (65536?(W*XTAL/12)) : GOSUB 380
90 POP G1 : DBY(40H)=G1 : POP G1 : DBY(41H)=G1 : PRINT
100 INPUT " STARTING DATA ADDRESS ? ",S : IF S<512.OR.S>OFFFHH THEN 100
110 PRINT : INPUT " ENDING DATA ADDRESS ? ",E
120 IF E<S.OR.E>OFFFHH THEN 110
130 PRINT : INPUT "PROM ADDRESS ? ",P : IF P<8000H.OR.P>OFFFHH THEN 130
140 REM calculate the number of bytes to program
150 PUSH (E?S)+1 : GOSUB 380 : POP G1 : DBY(31)=G1 : POP G1 :DBY(30)=G1
160 REM set up the eprom address
170 PUSH(P?1) : GOSUB 380 : POP G1 : DBY(26)=G1 : POP G1 : DBY(24)=G1
180 REM setup the source address
190 PUSH S : GOSUB 380 : POP G1 : DBY(27)=G1 : POP G1 : DBY(25)=G1
200 PRINT : PRINT "TYPE A 'CR' ON THE KEYBOARD WHEN READY TO PROGRAM"
210 REM wait for a 'cr' then program the eprom
220 X=GET : IF X<>ODH THEN 220
230 REM program the eprom
240 PGM
250 REM see if any errors
260 IF (DBY(30).OR.DBY(31))=0 THEN PRINT "PROGRAMMING COMPLETE" : END
270 PRINT : PRINT "****ERROR****ERROR****ERROR****" : PRINT
280 REM these routines calculate the address of the source and
290 REM eprom location that failed to program
300 S1=DBY(25)+256*DBY(27) : S1=S1?1 : D1=DBY(24)+256*DBY(26)
310 PH0. "THE VALUE ",XBY(S1), : PH1. "WAS READ AT LOCATION ",S1 : PRINT
320 PH0. "THE EPROM READ ", XBY(D1), : PH1. "AT LOCATION", D1 : END
330 REM these subroutines set up the pulse width
340 W=.0005 : RETURN
350 W=.001 : RETURN
360 W=.05 : RETURN
370 REM this routine takes the top of stack and returns high, low bytes
380 POP G1 : PUSH (G1.AND.OFFH) : PUSH (INT(G1/256)) : RETURN

```

STARTING DATA-ADDRESS (première adresse de données) = 8192  
STARTING PROM-ADDRESS (première adresse de PROM) = 32768

Figure 5 – Exemple de logiciel qui permet la programmation d'une (E)EPROM adressée au-delà de 8000<sub>H</sub>. (source Intel)

**Note :** Les valeurs de durée des impulsions mentionnées dans le programme de la figure 5 sont basées sur une horloge de 11,0592 MHz.

montée en parallèle sur le quartz, une valeur de 1,5 µH.

Si, en dépit d'une réalisation parfaitement correcte (et vérifiée), le quartz ne voulait pas démarrer à la première mise sous tension, on pourra envisager de faire passer de 220 nF à 4,7 µF (tantale) la valeur du condensateur de remise à zéro C9. Cela peut être nécessaire, en particulier, lorsque la tension d'alimentation n'augmente que très progressivement après la mise sous tension.

La programmation et l'utilisation en mode terminal exigent bien entendu un minimum de logiciel. L'éventail des possibilités va de l'assembleur le plus rustique que l'on utilise pour écrire les programmes, mémorisés ensuite comme fichiers, aux cross-assembleurs les plus sophistiqués. Mais ne rêvons pas trop, nous avons ici affaire à des amateurs de niveau professionnel.

Grâce au programme d'exploitation d'un programmeur d'EPROM, on « grille » ce fichier dans une EPROM que l'on implante

dans le SIMCAD où son fonctionnement correct pourra être testé.

Au cas où le programme ne fonctionnerait pas du premier coup (ce qu'il faut toujours envisager quand on travaille en langage machine) on devra reprendre au vol la succession d'étapes classique, à savoir test du programme, extension de ses possibilités, voire correction des erreurs, « grillage » d'une nouvelle EPROM... et recommencer.

Nombre d'entre nos lecteurs connaissent le confort d'utilisation des cross-assembleurs évoqués plus haut, permettant l'écriture et le test d'un programme sur un ordinateur quelconque. Un cross-assembleur simule, sur l'ordinateur sur lequel il tourne et par rapport au programme en cours de création, le type de CPU qu'utilise l'ordinateur d'application – on pourrait presque dire, comme plus haut, l'ordinateur-objet, une mono-carte bien souvent.

Il n'est pas exclu que l'on rencontre des problèmes lorsque l'ordinateur-objet comporte

des périphériques spécifiques que le cross-assembleur tournant sur l'ordinateur de simulation est incapable d'émuler.

Le cross-assembleur fournit, lui aussi, un fichier qu'il faudra « griller » dans l'EPROM du SIMCAD. La technique de programmation la plus confortable consiste à faire appel à une combinaison de cross-assembleur et de programme de simulation de terminal. Grâce à cette approche, le programme, écrit sur l'ordinateur de programmation, est transféré dans l'ordinateur-objet à travers une interface quelconque, sérieuse dans la plupart des cas, où il est testé ; lorsque tout fonctionne sans la moindre anicroche le fichier correspondant est « grillé » dans l'EPROM.

Il existe plusieurs logiciels capables de remplir les fonctions évoquées plus haut, travaillant sur différentes familles d'ordinateurs, dont les plus importantes sont bien évidemment, et cela en dépit des grincements de dents de certains, les IBM-PC et Compatibles et les Atari. Les prix de ces logiciels sont très variables, allant d'une centaine à plusieurs milliers de francs. Il faudra compiler les listes de programmes proposés dans les publicités de nos confrères consacrés spécifiquement à la micro-informatique (lire

MicroSystème ou l'Ordinateur Individuel) ou encore se procurer un modem et aller faire un tour dans l'un ou l'autre serveur micro (BBS = *Bulletin Board System*). Croyez-nous, le détour en vaut la peine, la version *Shareware* de ProComm est très abordable.

Une dernière remarque : si l'on veut vérifier que la batterie de sauvegarde remplit bien sa fonction et conserve intactes les données, ceci n'est pas possible, sans plus, en faisant appel à l'interpréteur BASIC. La raison en est simple. Après sa mise en fonction, l'interpréteur efface, lors du test de la mémoire, tous les emplacements de mémoire. Lors de l'implantation du programme dans une EPROM, le mode de programmation PROG3 permet à l'interpréteur d'effacer la mémoire jusqu'à la valeur MTOP (*Memory TOP*) seulement. Tous les emplacements de mémoire situés au-delà de MTOP ne sont pas effacés.

#### Littérature :

**SCALP: un Système de Conception Assisté par un Langage Populaire,**  
Elektor n° 113 et 114, nov. et déc. 1987  
(faire appel au Copie Service)

**SCALP en CMOS,**  
Elektor n° 139, janvier 1990.

**Microcontroller Handbook,**  
Intel 1984 (anglais)

#### Ouvrages publiés par Publitronic :

**Apprenez à utiliser le microcontrôleur 8051 et son assembleur,**

Initiation et remise à niveau, 160 pages illustrées (Le livre de la carte SIMCAD !)

**Automates programmables en BASIC avec le 8052AH et le SCALP d'Elektor,**  
250 pages illustrées – avec disquette

**Electronique et programmation pour débutants,**

Initiation aux microcontrôleurs et aux systèmes monocarte, 140 pages illustrées

**Le manuel des microcontrôleurs 8032, 8051 & 80535,**

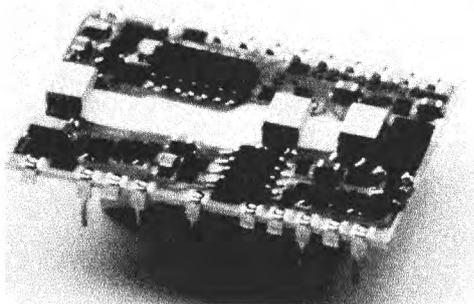
272 pages illustrées – avec disquette

**Le manuel du bus I<sup>2</sup>C,**

Théorie et pratique avec des applications d'Elektor, Schémas et fiches de caractéristiques en français, 344 pages – disquette gratuite incluse (avec des logiciels d'une valeur de plus de 200 F)

## NOUVEAU !!! Interface de ligne téléphonique prête à l'emploi.

- Réaliser vous-même vos propres montages télécom sans vous soucier de la partie téléphonique.
- Pouvant être pilotée par TOUT type de microcontrôleurs ou microprocesseurs.
- Type d'applications : *transmetteur d'alarme, circuit de commande à distance, téléphone, carte messagerie vocale, répondeur, système de surveillance, écoute à distance ...*



- Alimentation unique en + 5 Volts !
- Un seul fil de commande (Raccrocher - Décrocher).
- Entrée Audio et Sortie Audio indépendante.
- Signalisation des appels arrivés.
- Composants externes : 3 résistances, 2 condensateurs.
- Interface utilisée par des constructeurs télécom.
- Taille réduite : 36 mm x 24mm.
- Module hybride Format DIP 28 large ( 11 broches utilisées).
- Data sheet complet (Français & Anglais) + exemple de câblage.

**195 Frs TTC** Réf: MT-422 (remise par quantité)

\*Divers (autres composants nous consulter, vente par quantité) :

|                                    |   |
|------------------------------------|---|
| - Décodeur DTMF CMS : 25 Frs TTC.  | - LM 358 CMS les 10 : 44,00 Frs TTC.                          |
| fournis avec data sheet.           | - Régulateurs 7805 les 10 : 34,00 Frs TTC.                    |
| - Max 232 CMS les 5 : 50 Frs TTC.  | - Plug 6 plots 4 conduc. ligne téléphonique : 5,50 Frs TTC.   |
| - CD 4066 CMS les 10 : 38 Frs TTC. | - Plug 4 plots 4 conduc. combiné téléphonique : 5,50 Frs TTC. |
| - 2N2222 CMS les 50 : 32 Frs TTC.  | - Connecteur Subd 9 pts femelle pour CI : 4,90 Frs TTC.       |
| - 2N2907 CMS les 50 : 32 Frs TTC.  | - Quartz 4 Mhz les 10 : 38,00 Frs TTC.                        |
| - 1N4148 CMS les 100 : 32 Frs TTC. | - Selfs 10 µH les 10 : 12,00 Frs TTC.                         |

Minimum de commande 150 Frs TTC. Règlement par chèque ou mandat à la commande. Frais de port 30 Frs (envoi en recommandé).

**ISM Ingénierie System Micro - BP 8 - 94344 Joinville-Le-Pont Cedex**  
**Tél : (1) 49.76.07.57 Fax : (1) 49.76.90.27 (à partir du 19.10.1996 tél : 01.49.76.07.57)**

09\_96

# Jeu de construction à microcontrôleur

La plupart des microcontrôleurs sont montés dans des appareils dont l'usage final est défini d'avance. Quand l'appareil n'a qu'une seule fonction, c'est certainement une solution logique. Que faire si on veut étudier un circuit soi-même, et éventuellement le modifier ou l'étendre par la suite ? Dans le cas d'une monocarte, il faut tout recommencer depuis le début. Ne vaudrait-il pas mieux porter son choix sur un système modulaire, avec une carte processeur, une ou plusieurs cartes d'entrées/sorties et des cartes spécialisées reliées par un bus ? Le jeu de construction à microcontrôleur est un système extensible conçu suivant ce principe.

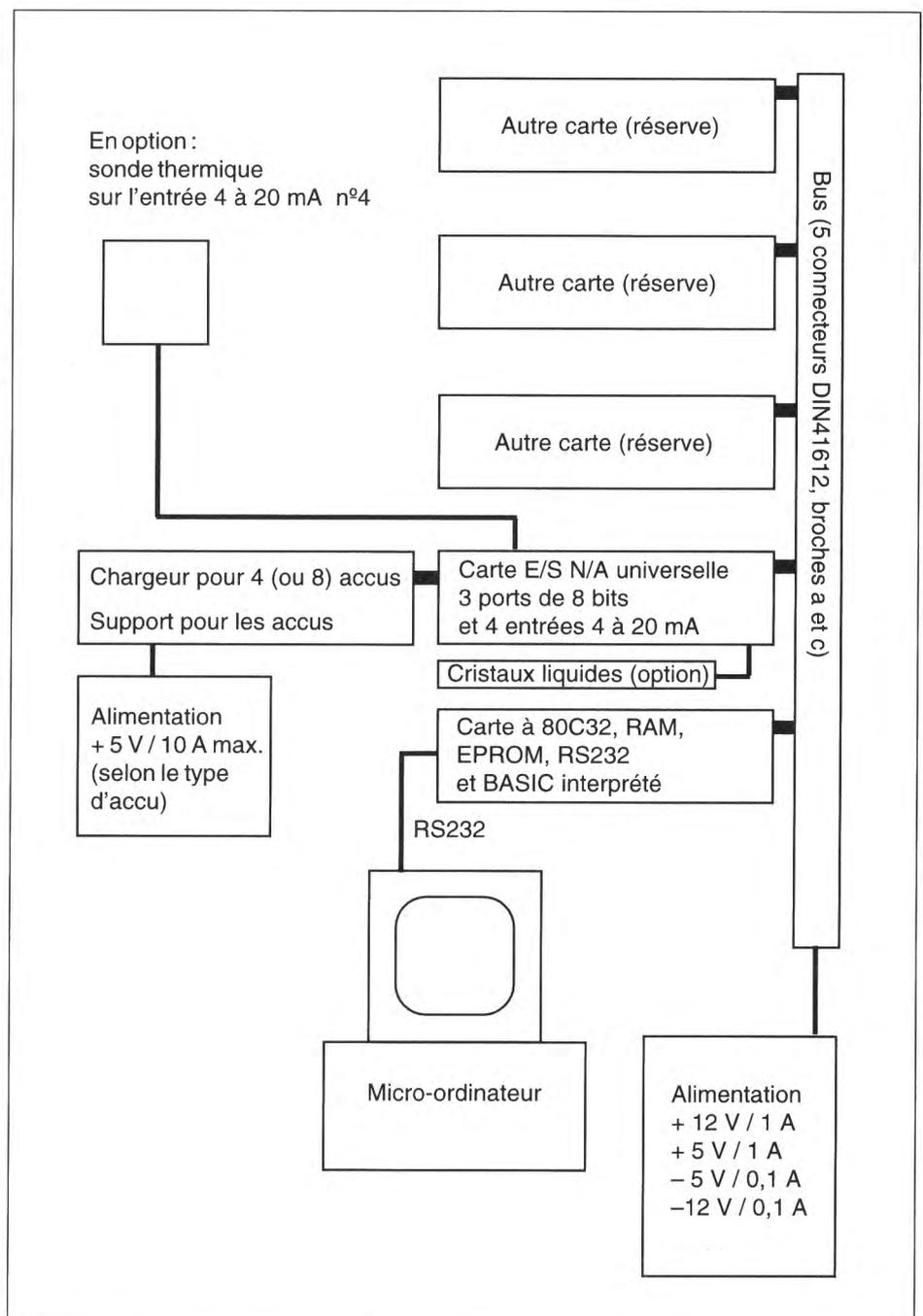
## Introduction

Voyons de quels modules est constitué le système. Ils peuvent être classés en deux groupes : d'abord les éléments essentiels, carte processeur, cartes d'entrées/sorties, alimentation et bus ; ensuite les cartes spéciales, propres à une application, comme le chargeur d'accumulateurs détaillé ici.

Le système de base (voir le schéma synoptique ci-dessous) est conçu de façon à laisser la plus grande place à l'expérimentation. Toutes les platines sont à simple face, pour faciliter la fabrication. Les dessins de circuits sont représentés au milieu du magazine.

Les composants du système sont les suivants :

- Un alimentation universelle (+5 V/1 A, -5 V/0,1 A, +12 V/1 A, -12 V/0,1 A). L'alimentation n'est pas décrite dans ce numéro.
- Une carte de bus à cinq emplacements, pour une carte processeur et un maximum de quatre cartes périphériques (également en simple face).
- Une carte processeur conçue pour fonctionner sur le bus avec une interface RS232 (prise SubD-9 pour raccordement à un PC). Le port 1 du processeur 8032 est disponible sur la carte de bus pour de petites applications. Quatre espaces de mémoire sont attribués aux cartes périphériques (\$C000-C03F, \$C040-C07F, \$C080-C0BF, \$C0C0-C0FF).
- Une carte d'interface universelle (afficheur à cristaux liquides, convertisseur analogique-numérique à 10 bits et quatre interfaces 4-20 mA). Cette carte peut être adaptée à d'autres applications par une modification du décodage d'adresses et des tampons de bus de données.



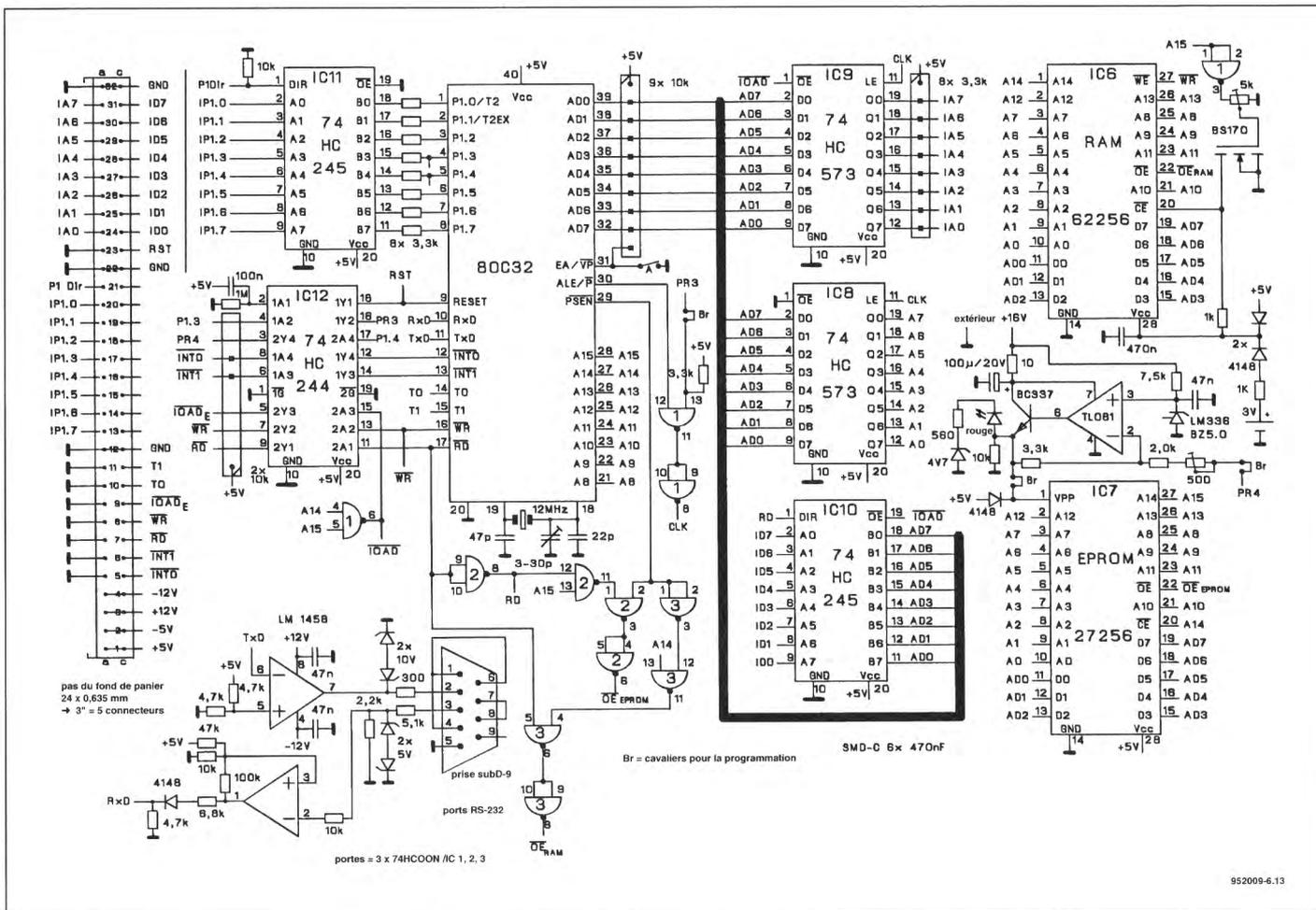


Figure 1 - La carte processeur correspond à la configuration standard, telle qu'on la trouve dans de nombreuses applications.

Suivant les applications, il est possible d'ajouter d'autres cartes sur le bus ou de s'en tenir à la carte d'entrées/sorties universelle. La première extension présentée ici sera :

- Un chargeur d'accumulateur universel piloté par l'interface numérique et le convertisseur analogique-numérique.

Parmi les autres réalisations, en projet ou déjà dans les tiroirs, citons un inductance-mètre-capacimètre universel, une carte à mémoire RAM sauvegardée par batterie et, pour l'interface 4-20 mA de la carte d'interface universelle, un quadruple capteur de température.

**Carte de bus**

Nous ne gaspillerons pas beaucoup d'encre pour la description de la carte de bus. Elle ne comporte que cinq connecteurs, où s'enfichent les cartes, et quelques bornes, où se raccordera l'alimentation. Il reste à préciser qu'une rangée de cavaliers permet d'appliquer les tensions d'alimentation à différentes broches des connecteurs. De même, une zone pastillée peut être utilisée pour des

modifications. Le dessin est proposé au milieu du magazine.

**Carte processeur**

La carte à microcontrôleur (figure 1) est de conception classique, avec un octuple verrou d'adresses, RAM, EPROM, interface RS232 et quelques tampons qui assurent un pilotage du bus sans friction. La conception doit être suffisamment connue par d'autres applications déjà publiées.

L'adaptation des niveaux de l'interface série est réalisée par un amplificateur opérationnel.

Le port 1, qui reste libre, est utilisable aussi bien pour la lecture que pour la sortie de données. Le tampon bidirectionnel installé entre les broches de raccordement et le processeur remplit deux fonctions : il protège le processeur des agressions extérieures et il augmente la charge acceptable en sortie. Le signal extérieur P1 DIR fixe la direction des échanges de données (bas = écriture vers l'extérieur, haut = lecture). Les résistances de 3,3 kΩ en série servent à limiter l'intensité. Si le port 1 est programmé en sortie alors que

la broche P1 DIR se trouve malencontreusement au niveau haut, les tensions présentes en entrée ne feront pas de dégâts sur le microcontrôleur.

La ligne de remise à zéro est amenée aussi sur le connecteur extérieur (broche 23c). La remise à zéro est active au niveau bas. De même, les signaux T1, T0, IOAD $\bar{E}$ , WR, RD, INT1, INT0 sont accessibles de l'extérieur. Ils permettent, combinés avec les lignes d'adresses et données, le pilotage de composants périphériques.

**Carte d'interface universelle**

La carte d'interface universelle regroupe cinq fonctions :

1. Interface numérique avec le bus.
2. Connexion de l'afficheur à cristaux liquides.
3. Référence de tension.
4. Quadruple convertisseur analogique-numérique à 10 bits.
5. Convertisseur 4-20 mA/0-2,5 V.
6. Interface parallèle 8255.

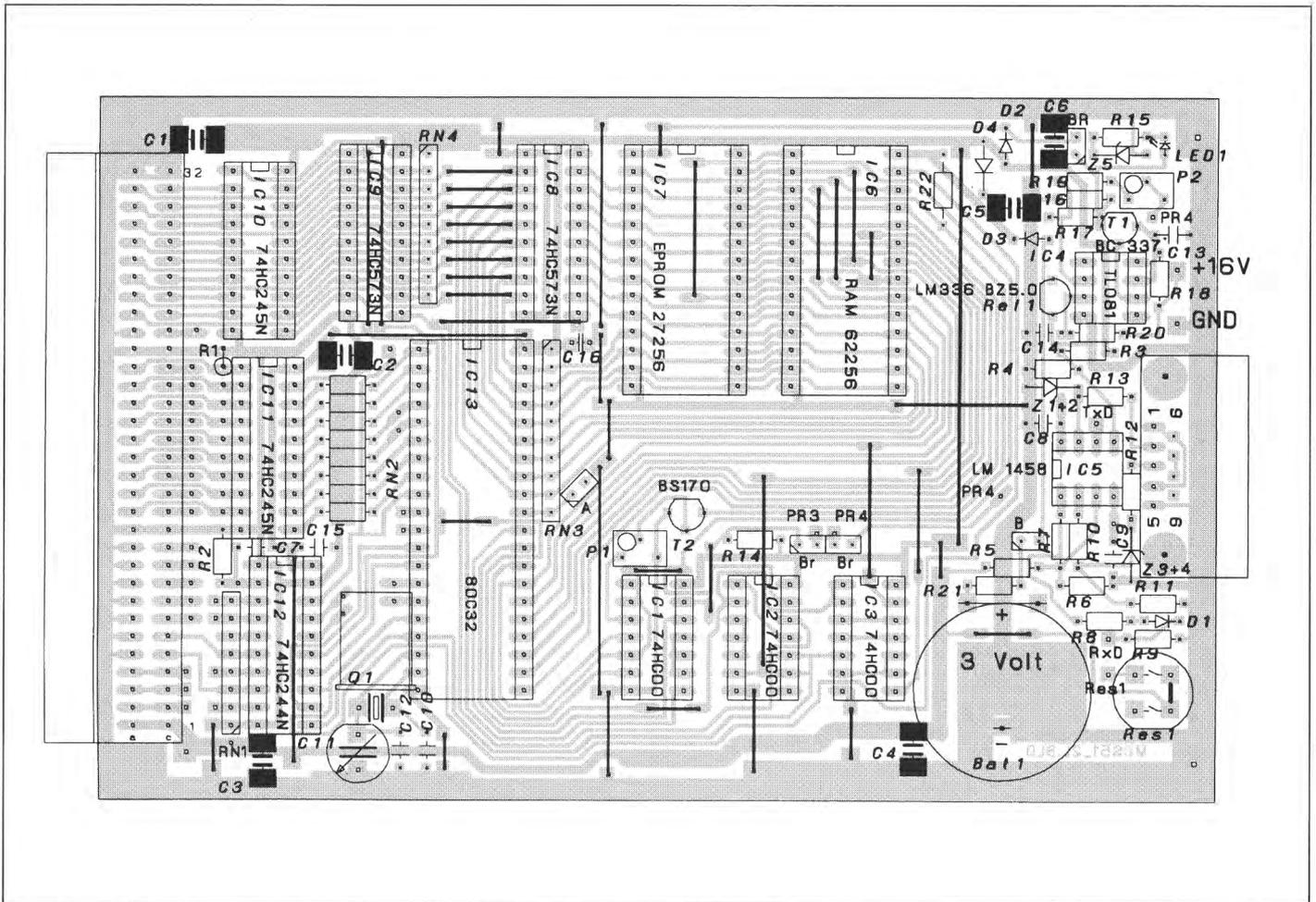


Figure 2 - Plan d'implantation de la carte processeur. Les quelques ponts en fils permettent la réalisation en simple face. Attention, certains se croisent et doivent être isolés.

Interface numérique avec le bus

L'espace de mémoire disponible pour les quatre cartes d'extension est théoriquement compris entre \$C000 et \$FFFF. L'accès à cet espace est déterminé par la ligne IOADE (*In Out Address Enable*). Cependant, comme seules les lignes d'adresse IA0 à IA7 sont amenées à l'extérieur, un segment de 256 octets se répète plusieurs fois. L'ensemble de l'espace adressable est accessible sur la carte processeur, donc un espace de 256 octets est suffisant pour les entrées/sorties. Pour permettre l'utilisation de quatre cartes, différentes ou identiques, l'espace total est subdivisé en quatre plages de 64 octets. Une des moitiés du décodeur d'adresses 74ALS139 est connectée de façon à permettre la sélection de l'un des quatre blocs par un cavalier : \$C000-C03F, \$C040-C07F, \$C080-C0BF, \$C0C0-C0FF. La deuxième moitié subdivisée encore chaque bloc en quatre blocs de 16 octets, ce qui laisse un espace suffisant pour toutes les applications (par exemple de \$C000 à C00F). Le tampon de bus 74HCT245 n'est activé que pour les adresses du quart choisi, ce qui permet la cohabitation pacifique de quatre cartes.

Connecteur de l'afficheur à cristaux liquides

Quelques composants suffisent à réaliser l'interface pour le plus répandu des afficheurs à cristaux liquides. Il est installé aux adresses \$C010-\$C01F. Le signal de validation *enable* résulte de la combinaison des signaux d'adresses et de lecture-écriture du processeur. Le signal  $\bar{R}/W$  à la mode Motorola est remplacé par le signal  $\bar{W}R$  inversé. La sélection de registres est activée par la ligne d'adresse IA0. Tous les signaux sont disponibles sur un connecteur DIL à quatorze points, pour être amenés à l'afficheur.

Tension de référence

Une résolution de 2,5 mV par pas correspond à une tension de référence de 2,56 V sur la broche du convertisseur analogique/numérique. Comme la référence de tension présente sa plus faible dérive en température pour une tension de 2,49 V, un amplificateur opérationnel amplifie la tension et sert de tampon.

Quadruple convertisseur analogique/numérique à 10 bits

Le convertisseur universel utilisé est du type AD10464 de National Semiconductor. La conversion s'effectue en trois étapes :

```

1000 FOR L=0 TO 3 STEP 1           : REM Canal 1 à 3
1010 VALU=XB Y(0C030H+L)         : REM Départ
1020 LO=X B Y(0C020H)             : REM Bits 0 à 7
1030 HI=XBY(0C030H+L) .AND. 03H  : REM Récupérer les bits 8 et 9
1040 VA(L)=(LO+256*HI)           : REM Assembler
1050 NEXT L
    
```

Listing 1 – Programme BASIC pour la lecture des quatre canaux du convertisseur analogique/numérique.



1. Sélection de l'entrée et départ de la conversion : lecture de l'adresse \$C03Z (Z représente l'entrée, de 0 à 3).
2. Lecture des bits 0 à 7 : adresse \$C020 (les bits 8 et 9 sont stockés temporairement dans le 74HCT574).
3. Lecture des bits 8 et 9 : adresse \$C03Z (position des bits en 0 et 1) ; sélection de l'entrée. Les entrées E2 à E7 sont disponibles pour la lecture de touches, par exemple.

Une exemple de lecture des quatre canaux est donné par le listing 1. Les variables VA(0) à VA(3) contiennent la valeur mesurée sous la forme d'un nombre compris entre 0 et 1023. La conversion dure moins de 1,5 ms. Si ce délai est trop long, il est possible de recourir à une routine en langage machine.

Les quatre entrées analogiques V0 à V3 sont très sensibles aux tensions supérieures à la tension d'alimentation. Si ce risque existe, il convient de les protéger par des diodes Schottky.

## Convertisseur 4-20 mA/2,5 V

Cette interface est destinée à des mesures à distance. Une tension de 12 V est appliquée à un capteur distant, lequel consomme un courant proportionnel à la grandeur à mesurer. Ce procédé, universellement employé dans l'industrie, rend la mesure indépendante de la longueur et de la résistance des lignes. Le courant de l'un des capteurs est dirigé vers le convertisseur par un opto-coupleur à transistor MOS ( $R_{on} = 20 \Omega$ , comme pour le LH1540 d'AT&T utilisé ici). Il provoque aux bornes d'une résistance de  $50 \Omega$

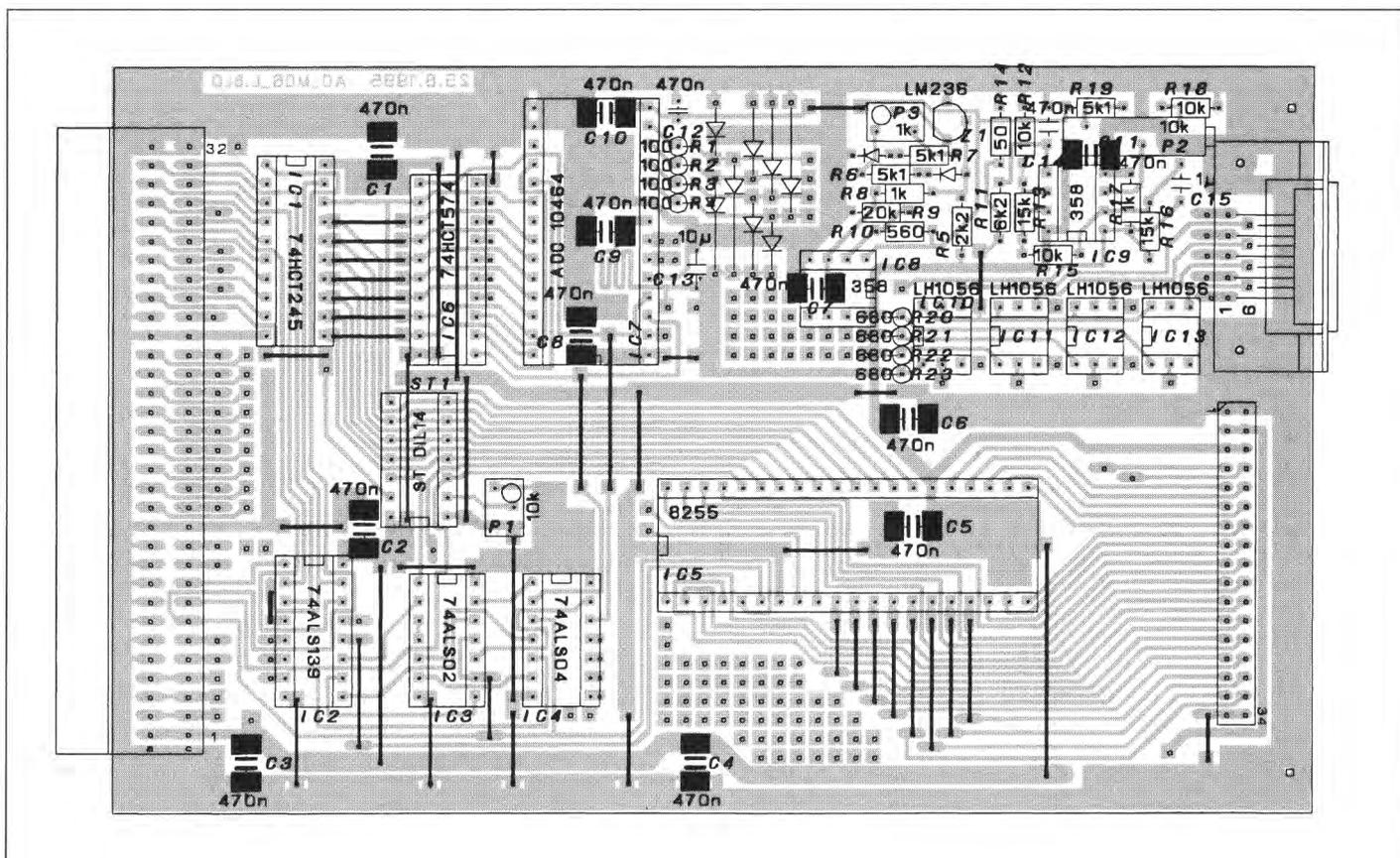


Figure 5 – Plan d'implantation de la carte d'entrées/sorties universelle. Le dessin des pistes se trouve à la fin du magazine.

### Résistances :

- R1 à R4 = 100  $\Omega$
- R5 = 2,2 k $\Omega$
- R6,R7,R19 = 5,1 k $\Omega$
- R8,R17 = 1 k $\Omega$
- R9 = 20 k $\Omega$
- R10 = 560  $\Omega$
- R11 = 6,2 k $\Omega$
- R12,R15,R18 = 10 k $\Omega$
- R13,R16 = 15 k $\Omega$
- R14 = 50  $\Omega$
- R20,R21,R22,R23 = 680  $\Omega$

- P1,P2, = 10 k $\Omega$
- P3 = 1 k $\Omega$

### Condensateurs :

- C1 à C12,C14 = 470 nF
- C13 = 10  $\mu$ F/16V radial
- C15 = 1  $\mu$ F/16V radial

### Semi-conducteurs :

- IC1 = 74HCT245
- IC2 = 74ALS139
- IC3 = 74ALS02
- IC4 = 74ALS04

- IC5 = 8255
- IC6 = 74HCT574
- IC7 = ADC10464
- IC8,IC9 = 358
- IC10 à IC13 = H1056
- Z1 = LM236

### Divers :

- Prise SubD-9 pour CI
- ST1 = DIL14
- HE10 mâle 34 points

Liste des composants de la carte d'entrées/sorties universelle.

une chute de tension qui est amplifiée 1,5 fois par le premier amplificateur opérationnel. Le deuxième amplificateur soustrait le décalage et transmet le signal à l'un des canaux du convertisseur analogique/numérique.

**Interface parallèle 8255**

Le composant essentiel de l'interface parallèle est le 8255AC-2 (NEC) bien connu, disponible et bon marché. Il dispose de trois ports de huit lignes, utilisables en entrées ou en sorties. Ici, les 24 lignes sont amenées à un connecteur HE10 à 34 points. Les adresses sont \$C000 pour le port A, \$C001 pour le port B, \$C002 pour le port C et \$C003 pour le registre de commande. Lors de la mise sous tension, toutes les broches sont configurées en entrées et leur niveau est bas.

**Circuits d'application**

Venons-en aux parties du montage qui sont connectées en dehors de la carte d'entrées/sorties universelle.

**Chargeur d'accumulateur universel**

Le matériel décrit ci-dessous visait à réaliser un appareil aussi universel que possible pour charger, décharger et tester un maximum de huit accumulateurs. Pour faciliter la construction par l'amateur, les cartes ont été dessinées en simple face également. Elles sont représentées dans les pages du milieu du magazine.

La charge optimale des accumulateurs n'est possible qu'individuellement, pour tenir compte des différences de charge entre les éléments. Le procédé de charge utilisé n'est pas fixé par le matériel, il dépend entièrement du logiciel. Le matériel met simplement à disposition les ressources nécessaires, en huit exemplaires :

- source de courant de charge constant, réglable de 0,2 à 1,2 A, par pas de 0,1 A ;
- courant de décharge réglable entre 0,5 et 3 A, par pas de 0,25 A ;
- multiplexeur à commutation numérique pour la mesure de tension des huit éléments.

L'ensemble du circuit exécute quatre fonctions distinctes :

**1. Source de courant de charge**

Le courant de charge indépendant de l'état des accumulateurs et de la source d'alimentation (environ 5 V/9,6 A, non stabilisée) est fourni par des sources de courant constant. La source de courant est constituée d'un Darlington PNP et d'un quart de l'amplificateur opérationnel LM324. L'entrée non inverseuse de l'amplificateur est soumise à une tension stable et réglable par pas, dérivée de +U1. L'amplificateur opérationnel s'emploie à maintenir constante la tension aux bornes de la résistance d'émetteur, donc le courant de charge constant. La source de courant est commutable par l'intermédiaire d'une diode connectée à l'entrée inverseuse ; si un niveau bas est appliqué à l'entrée, la sortie de l'amplificateur prend sa valeur maximale et le Darlington est bloqué.

**2. Source de courant de décharge**

La forte tension de déchet des transistors bipolaires ne permet pas de décharger les

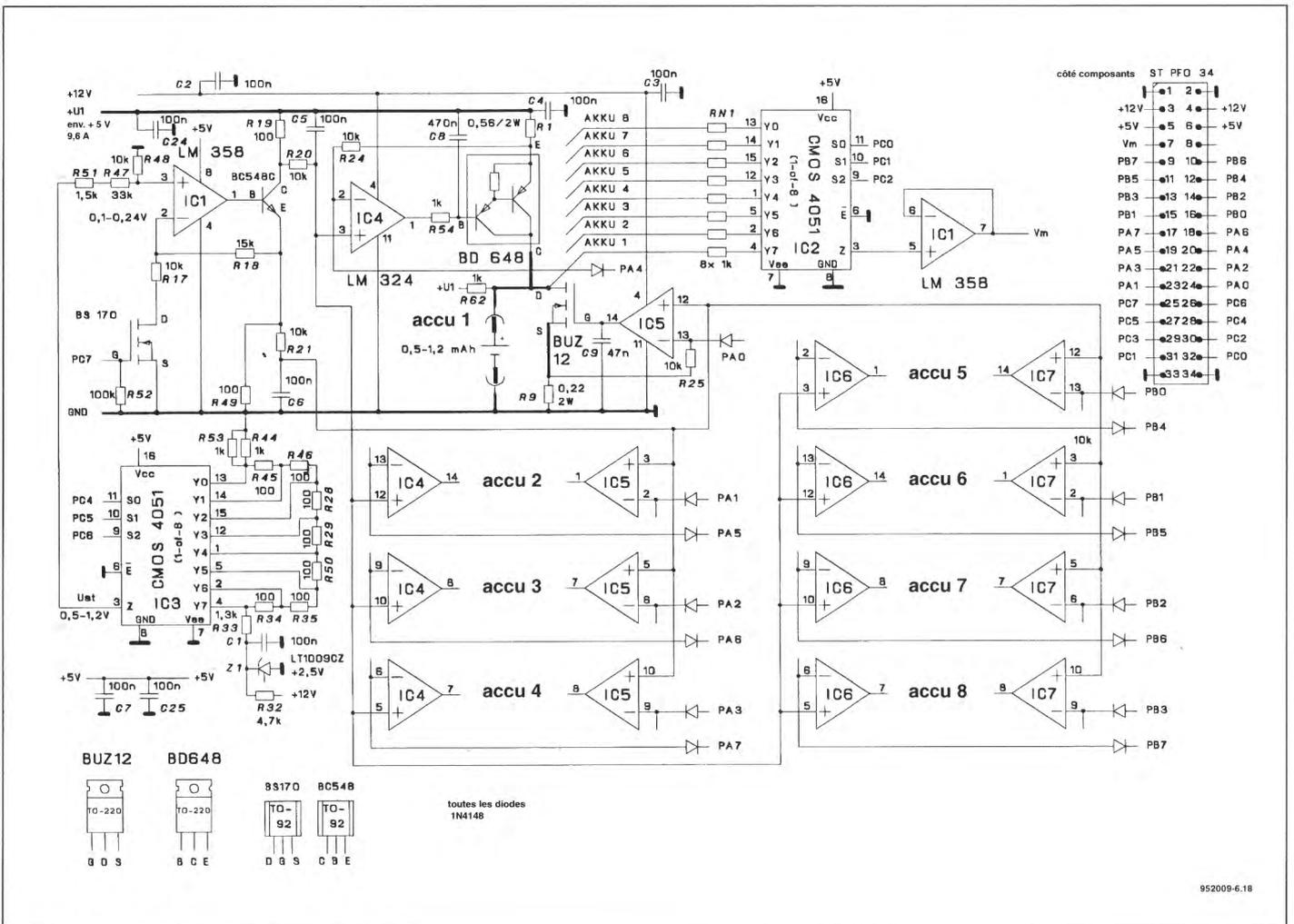


Figure 6 – Carte chargeur d'accumulateurs.

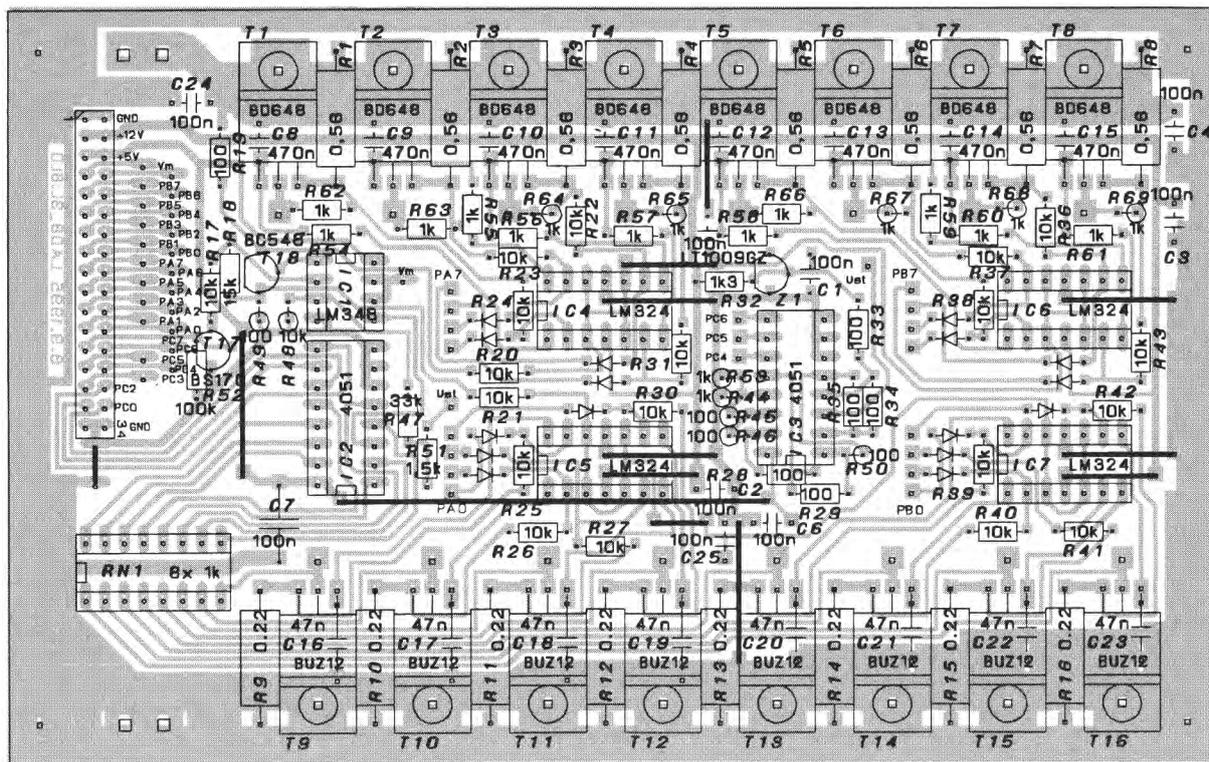


Figure 7 – Implantation des composants de la carte chargeur d'accumulateurs.

**Résistances :**

- R1 à R8 = 0,56 Ω
- R9 à R16 = 0,22 Ω
- R17, R20 à R27, R30, R31, R36 à R43, R48 = 10 kΩ
- R18 = 15 kΩ
- R19, R28, R29, R33 à R35, R45, R46, R49, R50 = 100 Ω
- R32 = 1,3 kΩ
- R44, R53 = 1 kΩ
- R47 = 33 kΩ
- R51 = 1,5 kΩ
- R52 = 100 kΩ
- RN1 = réseau résistif 8 x 1 kΩ

**Condensateurs :**

- C1 à C7, C24, C25 = 100 nF
- C8 à C15 = 22 nF
- C16 à C23 = 47 nF

**Semi-conducteurs :**

- IC1 = LM348
- IC2, IC3 = 4051
- IC4 à IC7 = LM324
- T1 à T8 = BD648
- T9 à T16 = BUZ12
- T17 = BS170
- T18 = BC548
- Z1 = LT1009GZ

**Divers :**

- Dissipateur : tube carré aluminium environ 20 x 20 x 1,5 mm, longueur suivant la platine
- HE10 mâle 34 points
- platine chargeur d'accus
- platine support accus

**Liste des composants du chargeur d'accus.**

accumulateurs jusqu'à 1 V avec un courant de 3 A. C'est pourquoi nous utilisons des transistors MOS à canal N dont la résistance (Ron) tombe en-dessous de 100 mΩ. Le principe du circuit est le même que pour la source de courant de charge, à ceci près que la tension de commande et la résistance de mesure sont référencées par rapport à la masse. Les transistors sont totalement saturés pour une tension de commande de 10 V. C'est pourquoi, de façon à travailler sur toute la plage de U1, l'alimentation de IC4 à IC7 utilise la tension de +12 V. Le blocage

est effectué ici par un niveau haut sur les diodes.

**3. Source de tension de référence réglable**

Le point de départ est une référence quelconque de 2,5 V. La tension est d'abord ramenée à 1,2 V, puis divisée par un réseau de résistances en pas de 100 mV. Un multiplexeur analogique permet d'appliquer au choix chacune de ces tensions à IC1. Le diviseur de tension d'entrée ramène la tension à une valeur comprise entre 0,1 V et 24 V. Le

transistor BC548 produit alors deux tensions stables : l'une par rapport à la masse, l'autre par rapport à la tension d'alimentation positive. Quand le BS170 est bloqué, le courant de charge est compris entre 0,2 A et 0,48 A, le courant de décharge est compris entre 0,5 et 1,2 A ; quand le BS170 est conducteur, les plages sont de 0,5 A à 1,2 A pour la charge, de 1,25 A à 3 A pour la décharge. La valeur précise de R1 et R9, 0,22 Ω et 0,56 Ω, n'est pas critique. Il est plus important de monter huit résistances de valeur identique. Le réglage précis des

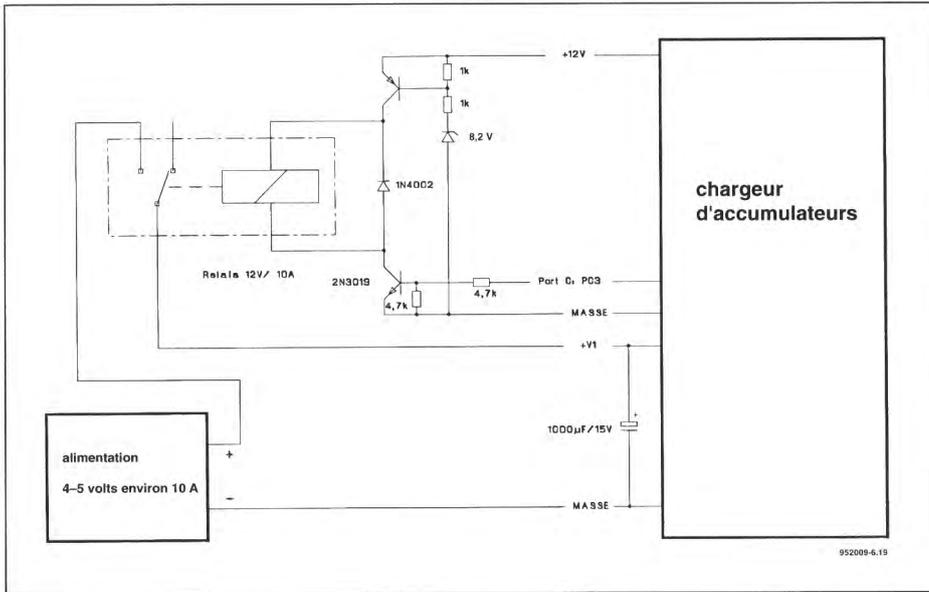


Figure 8

intensités peut alors se faire par une modification de la valeur de R19, R49 et R51.

#### 4. Multiplexeur

Une charge intelligente des accumulateurs suppose une mesure de la tension de chaque élément pendant la charge. Pour l'effectuer, le multiplexeur analogique IC2 sélectionne un accumulateur, en fonction des entrées S0 à S2, et le connecte à l'entrée non inverseuse de l'amplificateur opérationnel IC1, utilisé comme tampon pour le convertisseur analogique/numérique.

Les procédés de charge rendus possibles par le matériel décrit ici sont au nombre de quatre :

1. Décharge jusqu'à 1 V, charge avec un courant constant pulsé I1, rapport cyclique 1:10.
2. Décharge jusqu'à 1 V, charge à courant constant de 200 mA pendant trois heures (accu Varta de 750 mAh).
3. Décharge jusqu'à 1 V, charge avec le courant pulsé I1, décharge de 5 s une fois par seconde sous un courant de 2,5 fois I1 (principe de la charge reflex sans mesure).
4. Charge reflex sans décharge préalable, mesure et évaluation de la charge de l'élément à vide.

Suivant l'application choisie, plusieurs variantes sont possibles :

1. Équipement complet.
2. Équipement partiel pour quatre accumulateurs seulement.

3. Équipement partiel pour quatre accumulateurs et division par deux des résistances d'émetteur et de source pour des courants de charge et de décharge doubles.

**Important :** pour éviter un fonctionnement aléatoire, la tension d'alimentation du chargeur (+U1) ne doit être appliquée par un contact de relais que si la tension d'alimentation de +12 V est présente.

Toutes les sources de courant sont déconnectées quand la valeur hexadécimale des ports A et B est de \$0F.

#### Construction

Les accumulateurs seront installés sur une platine séparée, montée au-dessus du montage proprement dit. Le dessin de cette platine est présenté avec les autres.

Le refroidissement des seize transistors est assuré par un tube carré en aluminium (20 x 20 mm, épaisseur 1,5 mm). Les transistors y sont fixés par une vis et isolés. Si un refroidissement supplémentaire est nécessaire, un ventilateur miniature peut être installé de façon à souffler à travers le tube.

#### Circuit auxiliaire

Pour éviter une surcharge incontrôlée des accus, et leur explosion, en cas d'arrêt du calculateur, un circuit auxiliaire comme celui de la figure 8 peut être câblé sur une carte pastillée. Ce circuit ne supprime pas les risques en cas de « plantage » du microcontrôleur. Si vous laissez le montage en marche un certain temps sans surveillance, un « chien de garde » est nécessaire : un monostable

(74HCT13) de 4 s de durée sera redéclenché toutes les 3 s par PC3.

#### Fonction du circuit auxiliaire

La tension de charge U1 n'est appliquée que si la tension d'alimentation de 12 V (10 V au minimum) est présente sur le LM324. De plus, la broche de port PC3 doit être mise au niveau haut par le programme, ce qui suppose la présence de la tension de +5 V. Lors de la mise sous tension, la broche PC3 est au niveau bas et le relais au repos. Le condensateur électro-chimique de 1000 µF, branché directement à l'entrée du chargeur, stabilise la tension et empêche les oscillations. Le raccordement du circuit auxiliaire est représenté par la figure 8.

#### Logiciel

Le programme AKKULOAD V3.37 (sur la disquette d'accompagnement) est écrit en BASIC-52 ; il permet la charge de quatre accumulateurs de 500 mAh à 1,2 Ah. Les quatre éléments sont traités individuellement, c'est-à-dire déchargés sous un courant défini (réglable entre 0,5 et 1,2 Ah en mode L et entre 1,25 et 3 A en mode H), puis rechargés aussitôt (0,2 à 0,48 A en mode L et 0,5 à 1,2 A en mode H). La charge cesse quand la tension de fin de charge est atteinte (ici 1,6 V) ou à 120% de la capacité choisie (72 mn en mode H ou 3 h en mode L). Pendant la décharge et la charge, la tension est mesurée à vide et mémorisée. Les instants de mesure sont choisis de telle façon que 100% correspondent toujours à 40 mesures. La mémoire enregistre cependant 49 mesures (120%) qui peuvent être consultées et traitées sur un PC avec un programme de terminal.

Le programme utilise la carte processeur, la carte d'interface universelle et la carte chargeur proprement dite. L'avantage de cette solution logicielle par rapport aux circuits intégrés spécialisés est que le programme peut être modifié facilement, puisque tous les temps, les niveaux et le processus en général sont déterminés par un programme en BASIC.

#### Conception du programme

Le programme travaille sur deux plans :

- Le processus de décharge-charge est traité toutes les trois secondes par une interruption qui se charge aussi de mémoriser les valeurs mesurées et de les présenter sur l'afficheur à cristaux liquides.

- La surveillance de la ligne sérielle est effectuée en avant-plan, de même que l'émission, le cas échéant, des valeurs mesurées vers un terminal.

L'analyse du programme est facilitée par la référence aux numéros de lignes.

### Initialisation des lignes 10 à 310

Définition des chaînes, tableaux, variables et paramètres. La ligne 122 appelle un sous-programme pour l'entrée du type d'accumulateur et le choix entre courant fort et courant faible. Les lignes 85, 90, 100 et 170 sont importantes. C'est là que se trouvent les adresses choisies sur la carte. Après l'initialisation de l'interface parallèle, le relais de la tension de charge U1 est excité. Les lignes 145, 150 contiennent les valeurs limites des accumulateurs ; la ligne 160 contient le temps de charge maximal.

### Programme principal

Le programme principal se déroule entre les lignes 315 et 380 ; il attend les entrées s'il n'y a pas d'interruption à traiter. L'arrêt du pro-

gramme ou toute autre action s'effectue par une pression sur une touche dans le programme principal. L'arrêt du programme par la touche Q supprime par le relais la tension U1.

- La touche espace affiche sur le terminal la capacité déjà mesurée (lignes 340 à 375).
- Les touches 1, 2, 3, 4 affichent la valeur instantanée de la tension mesurée (lignes 1400 à 1510).
- La touche D efface un des jeux de données (1800 à 1880).

### Routine d'interruption

Toutes les trois secondes, le programme saute à la ligne 400 et exécute le sous-programme suivant.

*Lignes 1050 à 1130*: coupure du courant de charge ou de décharge de tous les accumulateurs. Après 55 ms, mesure de la tension à vide de chaque accumulateur grâce au multiplexeur. Les lignes 1054, 1056, 1123 peuvent éventuellement être réactivées pour les mesures de temps. La ligne 1065 est double, pour rendre chaque mesure indépendante

des précédentes. Après le calcul et la mémorisation des valeurs à 10 bits, les sources de courant sont remises dans leur état antérieur.

*Lignes 900 à 1400*: suivant l'état du processus de charge, soit affichage de la capacité calculée après décharge, soit affichage sur la deuxième ligne de l'afficheur à cristaux liquides de la tension instantanée de l'accumulateur.

*Lignes 500 à 690*: quatre compteurs ST(L) sont disponibles pour suivre individuellement le processus - attente d'un accu, décharge, charge. Quand les conditions sont remplies, les commutations nécessaires sont effectuées et le compteur est incrémenté de 1. Lors de l'interruption suivante, le saut se fait à l'état suivant. Les valeurs signifient : ST(L) = 0 attente d'un accumulateur ; ST(L) = 1 décharge ; ST(L) = 2 charge ; ST(L) = 3 attente du retrait de l'accumulateur, après quoi ST(L) = 0.

*Lignes 1260 à 1315*: mise à l'heure de l'horloge et préparation de la chaîne pour l'afficheur à cristaux liquides.

Toute une famille de **COMPOSANTS, CARTES** et **OUTILS** pour résoudre vos applications avec **MICROCONTROLEURS**.

### OUTILS DE DEVELOPPEMENT

#### *Famille PIC de Microchip*

**PARALLAX**    Emulateur temps réel  
à partir de 26.800,-BEF/4480,-FRF

**CCS**            Compilateur C  
à partir de 4580,-BEF / 765,-FRF

#### *Famille Z80 de ZILOG*

**DECISION**    Compilateur C

### MICROCONTROLEUR ET CARTE AVEC INTERPRETEUR INTEGRE

**PARALLAX**    Basic Stamp 1 et 2  
à partir de 1500,-BEF/250,-FRF

**G.S.E.**            MicroCAT - module avec liaison RS485  
pour DOMOTIQUE -  
à partir de 2600,-BEF/420,-FRF

**MICROMINT**    80C52 BASIC  
à partir de 720,-BEF/120,-FRF

**DECISION**    ICP avec interfaces séries RTC, LCD  
à partir de 5620,-BEF/940,-FRF

Et toujours notre gamme de produits d' **Acquisition, Contrôle et Régulation** pour applications sur **PC Industriels : ADVANTECH - DECISION - ICP.**

**G.S.E. sprl INDUSTRIAL PC & DATA ACQUISITION SYSTEMS**

Avenue de la Résistance, 228 - 4630 SOUMAGNE (BELGIQUE)

**Tél. : (32) 4.377.51.51    Fax : (32) 4.377.53.53**

# Gradateur programmable pour huit lampes halogènes

Andreas Lauk

Il s'agit d'une application du SIMCAD réalisée sur une simple carte Euro. Elle s'accommode de différentes configurations : autonome, avec RAM et interface RS-232 ou en combinaison avec le SIMCAD. Le montage permet la commande de huit lampes de 200 W éventuellement suivant un scénario pré-établi. On peut ainsi lui demander de façonner un éclairage adapté à la lecture ou un autre plus propice à regarder la télévision. En outre, le montage facilite grandement la commande des lampes et permet de réaliser des effets spéciaux de lumière, comme mettre en évidence certaines particularités de la pièce. Comme pour les autres projets de ce numéro hors-série, le logiciel correspondant est fourni sur une disquette séparée.

## Le matériel

L'architecture du gradateur se compose de trois parties : le microprocesseur, la commande de puissance et le clavier ; elle accepte, suivant les besoins, d'autres composants tels que RAM ou interface RS-232. La platine prévue pour le SIMCAD convient parfaitement à la construction de ce projet : il ne faut y rajouter qu'une toute petite platine très simple. C'est une des nombreuses manières de parvenir à une construction aisée du gradateur halogène à huit canaux.

- Microcontrôleur 80C32.
- Huit lampes à commande indépendante.
- Mémorisation et reproduction de huit scénarios lumineux différents.
- Réglages de puissance jusqu'à 16 A par triac.
- Montage universel adaptable à la demande :
  - système autonome
  - système avec RAM et RS-232
  - combinable avec le SIMCAD.

## Le microcontrôleur

Le montage du microprocesseur est très simple et peu coûteux. Il exige cependant l'utilisation d'un 80C32 du fait que son « petit frère » 80C31 ne possède pas les mémoires internes requises pour cette application. Il ne dispose effectivement que de 128 octets de RAM alors que le 80C32 en possède 248. Comme le programme utilise des adresses de mémoire supérieures à 80<sub>H</sub>, on est obligé de faire appel au grand frère 80C32.

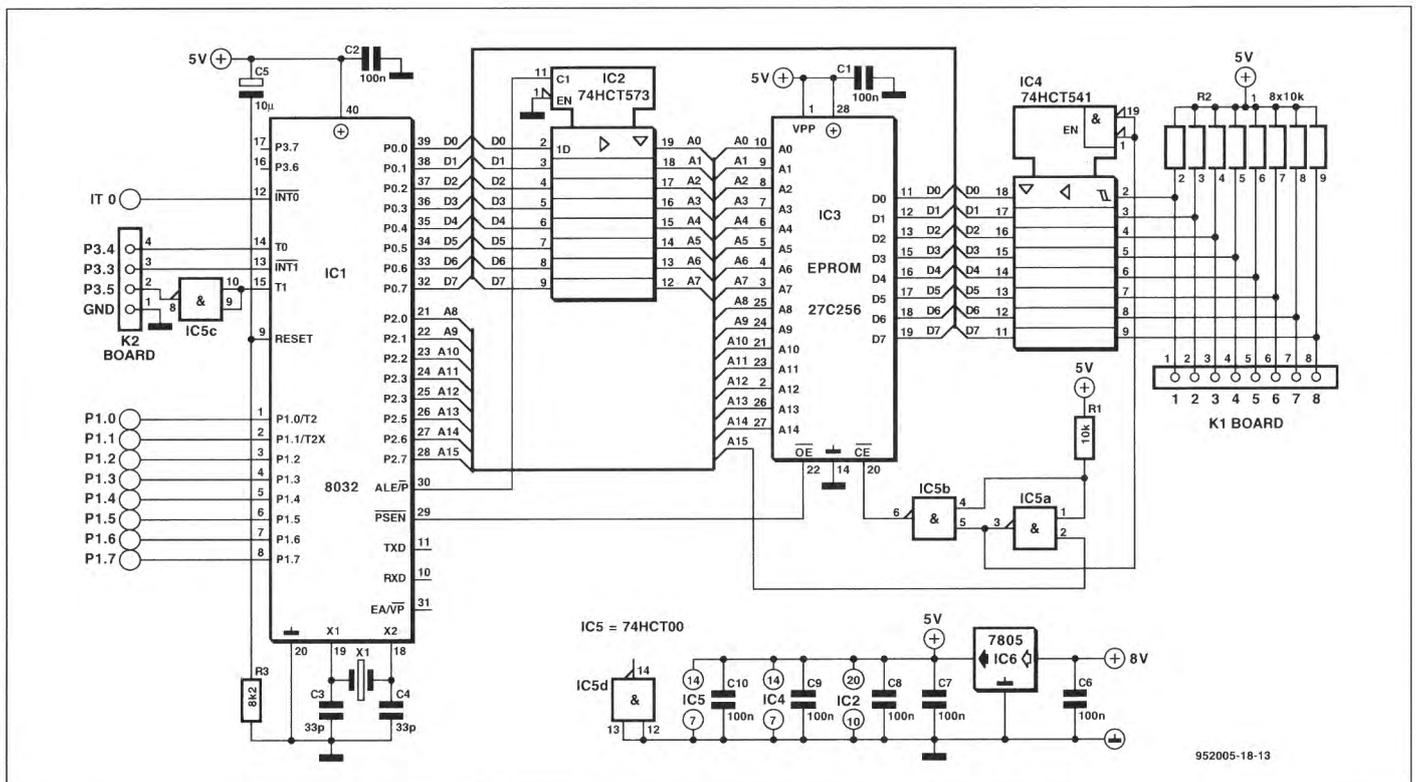


Figure 1 – La monocarte du microcontrôleur.

Pour répondre au mieux aux spécificités demandées, le système s'articule autour d'un microprocesseur, représenté à la **figure 1**, des étages de puissance (figure 2), d'une claviers (figure 3) et d'une alimentation, un transformateur de 12 V pour les lampes halogènes et une petite alimentation continue pour la logique. Cette configuration fonctionne de manière autonome, donc sans recours à un PC et peut commander jusqu'à huit lampes halogènes de 12 V.

La partie logique est tout à fait classique, avec son microprocesseur IC1, le verrou d'adresse IC2, l'EPROM IC3 et le réseau R3C5 pour la mise à zéro lors de l'initialisation. Les huit broches P1.0 à P1.7 du port de sortie commandent, via des photocoupleurs qui assurent l'isolation galvanique, les étages de puissance à commande de phase. L'entrée INT0 du processeur reçoit, à travers le réseau D1, D2, D3 et R6 représenté à la figure 2, un signal de référence au moment du passage par zéro de la tension secteur. Les connecteurs K1BOARD et K2BOARD permettent de connecter le clavier. Celui-ci comprend les deux touches qui déterminent l'intensité lumineuse et qui sont reliées directement aux broches T0 et INT1. En revanche, les touches de sélection des lampes traversent IC4, un

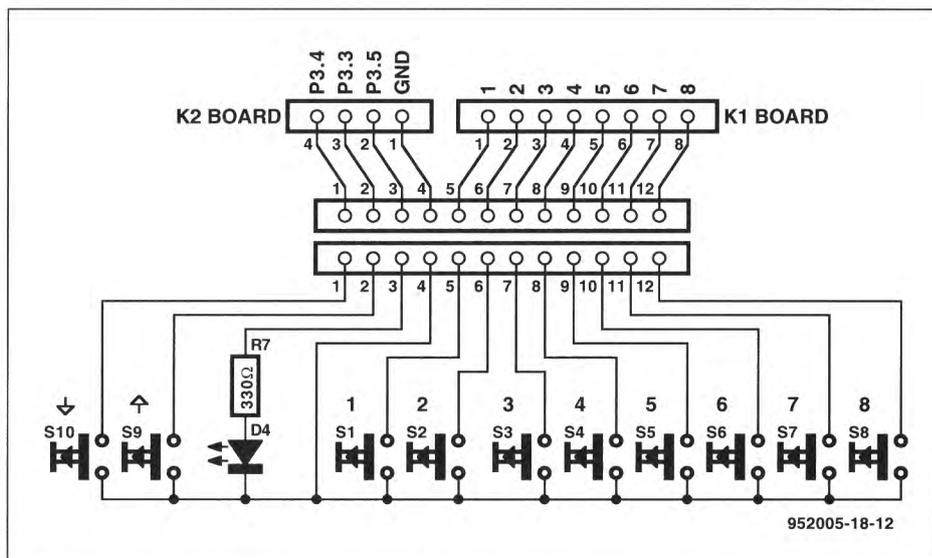


Figure 3 – Le clavier et les connecteurs K1 et K2.

port additionnel au microcontrôleur. Le registre à décalage (IC4), interrogé à intervalles réguliers, permet de mémoriser la touche qui a été enfoncée en dernier lieu. C'est un petit montage combinatoire autour de IC5 qui opère la répartition suivante : L'EPROM entre les adresses 0000<sub>H</sub> et 7FFF<sub>H</sub>, les adresses du verrou entre 8000<sub>H</sub> et FFFF<sub>H</sub>. Quant à la LED D4, qui donne l'indication du mode de programmation, elle se relie à travers une porte ET (IC5c) commandée par la broche T1 du microcontrôleur.

verse. C'est le cas en particulier de tous les fils qui alimentent les lampes.

La détection du passage par zéro constitue une partie importante du gradateur. Le microcontrôleur reçoit un signal (IT0) à 50 Hz limité en amplitude, synchrone avec la tension d'alimentation des lampes. C'est lui qui permet au processeur de déterminer le moment propice à l'attaque des triacs, raison pour laquelle on prélève la référence directement aux bornes de raccordement des lampes. La diode D1 et D2 l'amènent au niveau souhaité. Le condensateur C2, associé à la résistance de limitation R6, empêche que d'éventuels parasites n'en dérangent le fonctionnement.

## La commande de puissance

Le gradateur (**figure 2**) fonctionne en découpage de phase. Les signaux en provenance du port P1, amplifiés par le transistor (TRI1), sont appliqués au triac (TRI1). Pour autant qu'on utilise les lampes halogènes de 12 V habituelles d'une puissance de 20 à 50 W, le triac TIC246D, capable de commuter 16 A, laisse une bonne marge de sécurité.

En ce qui concerne le câblage, il faudra veiller à ce que la section des conducteurs soit en rapport avec l'intensité qui les tra-

## Le clavier

On commande le montage par un clavier muni d'une indication à LED et qui permet de sélectionner séparément chacune des lampes (**figure 3**). Il compte dix touches et deux d'entre elles (S9 et S10) ont une double fonction. La première est de régler la luminosité (plus forte avec S9, plus faible avec S10). Actionner les deux touches simultanément permet d'enregistrer un scénario lumineux pour le rappeler ultérieurement. Les huit derniers boutons permettent de sélectionner une lampe ou un scénario enregistré, suivant l'état de programmation choisi, qui est rappelé par la LED intégrée au clavier. Celui-ci se relie à la platine du contrôleur au moyen d'un câble à 12 conducteurs. Les pushsoirs S9 et S10, la masse et la LED sont connectés à K2, les autres touches passent par le connecteur K1. L'usage d'un câble faradisé souple permet de réaliser une commande à distance pratique et un réglage simple du fonctionnement des lampes.

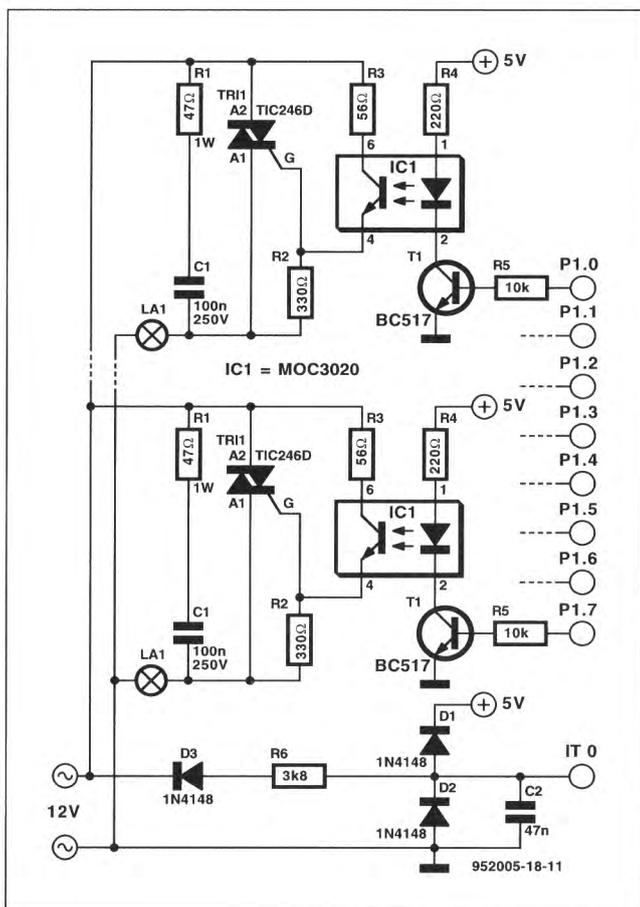


Figure 2 – Les étages de puissance du gradateur pour lampes halogènes.

L'alimentation

On peut réaliser l'alimentation de différentes manières. Pour le prototype, nous avons choisi un bloc d'alimentation secteur de 8 V continu et un transformateur de 12 V pour les lampes. Ce transformateur de 12 V doit disposer de la puissance nécessaire pour alimenter toutes les lampes. Avec huit lampes halogènes de 12 V/20 W, une puissance de 160 VA est en principe suffisante. Il est malgré tout préférable d'arrondir vers le haut de manière à disposer d'une légère réserve de puissance. En tous cas, il ne faut pas dépasser une puissance totale de 300 W pour l'éclairage. Un autre problème survient si le transformateur choisi consomme un courant transitoire trop élevé au moment de la mise sous tension. C'est un cas qui se présente régulièrement avec les transformateurs toriques d'une puissance supérieure à 150 VA. Mieux vaut opter pour un transformateur muni d'une limitation du courant d'enclenchement. Mais on peut très bien l'en équiper soi-même en intercalant une résistance en série qui limite ce transitoire. Après une brève période, un relais ou un triac court-circuite cette résistance. De tels dispositifs sont aussi disponibles dans le commerce.

Si vous souhaitez faire l'économie du bloc d'alimentation secteur, vous pouvez naturellement prélever l'alimentation sur le transformateur de 12 V. Attention toutefois de ne pas perturber le fonctionnement du détecteur de passage par zéro, qui relie la masse à l'une des sorties du secondaire du transformateur de 12 V. On pourrait utiliser un transformateur d'isolement, mais on peut se tirer d'affaire élégamment au moyen d'un redressement à simple alternance auquel on ajoute un condensateur électrolytique réservoir pour alimenter le régulateur de tension IC6. Dans ce cas, il faudra le munir d'un radiateur.

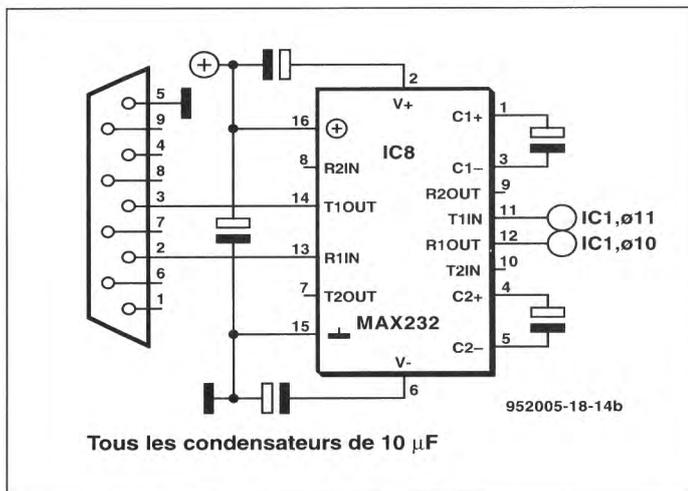


Figure 5 – Le module de transmission RS232.

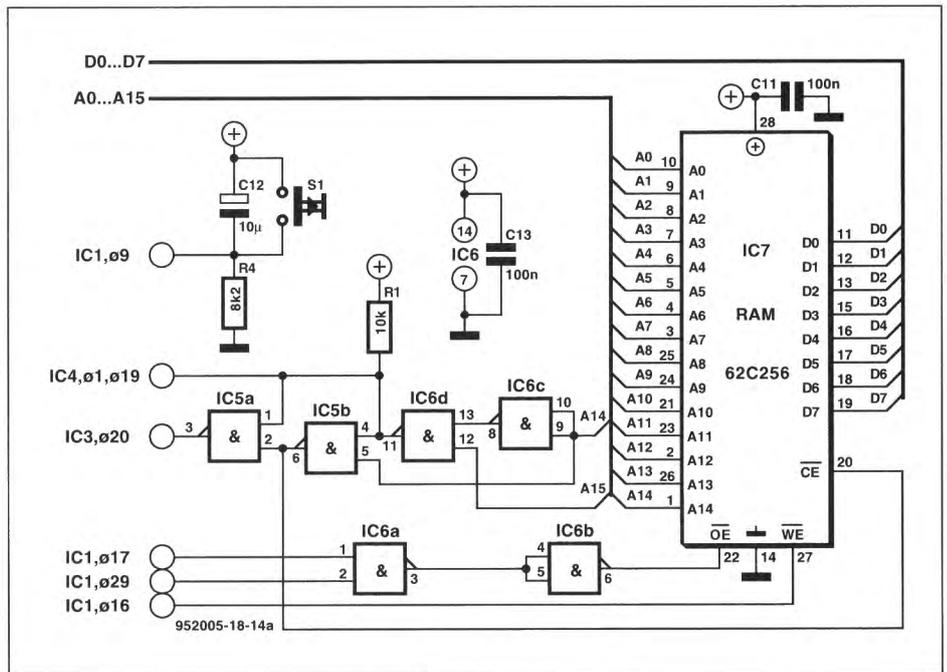


Figure 4 – Extension de mémoire RAM et son décodage d'adresse.

Extension de mémoire RAM et interface RS 232

Il est possible d'ajouter au système minimum décrit à la figure 1 une extension de mémoire RAM et une interface RS-232 de manière à installer le moniteur EMON51 (cf. encadré EMON) et ainsi, d'avoir accès au programme pour y apporter toute modification souhaitée. En outre, cette extension permet de commander le système par ordinateur via une liaison RS-232. Voilà qui laisse tout loisir d'adapter les caractéristiques des gradateurs et celles du montage à divers modèles ou puissances de lampes.

L'extension de mémoire se compose d'une RAM (IC7) de type 62256 et de quelques portes (IC5 et IC6) pour le décodage (cf. figure 4) ; dans ce cas, le circuit IC5 de la figure 1 disparaît. Et il ne faut pas oublier de réserver la porte IC5C à la commande de la LED qui vient se raccorder à la broche 2 du connecteur K2. Un circuit MAX232 (IC8) vient encore s'y ajouter (figure 5) qui, avec le concours de cinq condensateurs électrolytiques de 10 µF, assure la conversion de niveau dans les deux sens, TTL à V24, au profit de l'interface série.

L'extension de mémoire modifie d'office le décodage d'adresses de la RAM et de l'EPROM pour l'adapter aux besoins de la monocarte système.

Il en résulte que le 74HCT541 est activé à partir de l'adresse 8000<sub>H</sub> tandis que la RAM et l'EPROM n'ont plus accès à ce domaine. La mémoire RAM est reliée directement au bus d'adresses (A0 à A15) et au bus de données (D0 à D7).

L'extension de mémoire se voit doter d'un poussoir de remise à zéro (S1) qui peut s'avérer bien utile dans le cas où le processeur serait dans un état indéterminé.

Côté TTL du MAX232, T1<sub>IN</sub> est à relier TxD (Transmitted Data) et R1<sub>OUT</sub> à RxD (Received Data) du microprocesseur. Côté PC, on utilise un connecteur SUB-D à 9 broches, raccordé suivant la norme en vigueur.

Extension du SIMCAD

Dans le cas du SIMCAD, nul besoin d'ajouter de la mémoire. En revanche, il lui faudra les composants repris à la figure 6, reliés par l'intermédiaire de son connecteur DIN 41612. À noter que ce numéro hors série reprend la description complète du SIMCAD qui constitue la base de différents montages proposés.

Tout comme sur le circuit décrit précédemment, le gradateur dispose d'une interface RS-232 et est programmable au moyen de EMON. Rien n'interdit non plus d'intercaler le montage de la figure 5 pour disposer

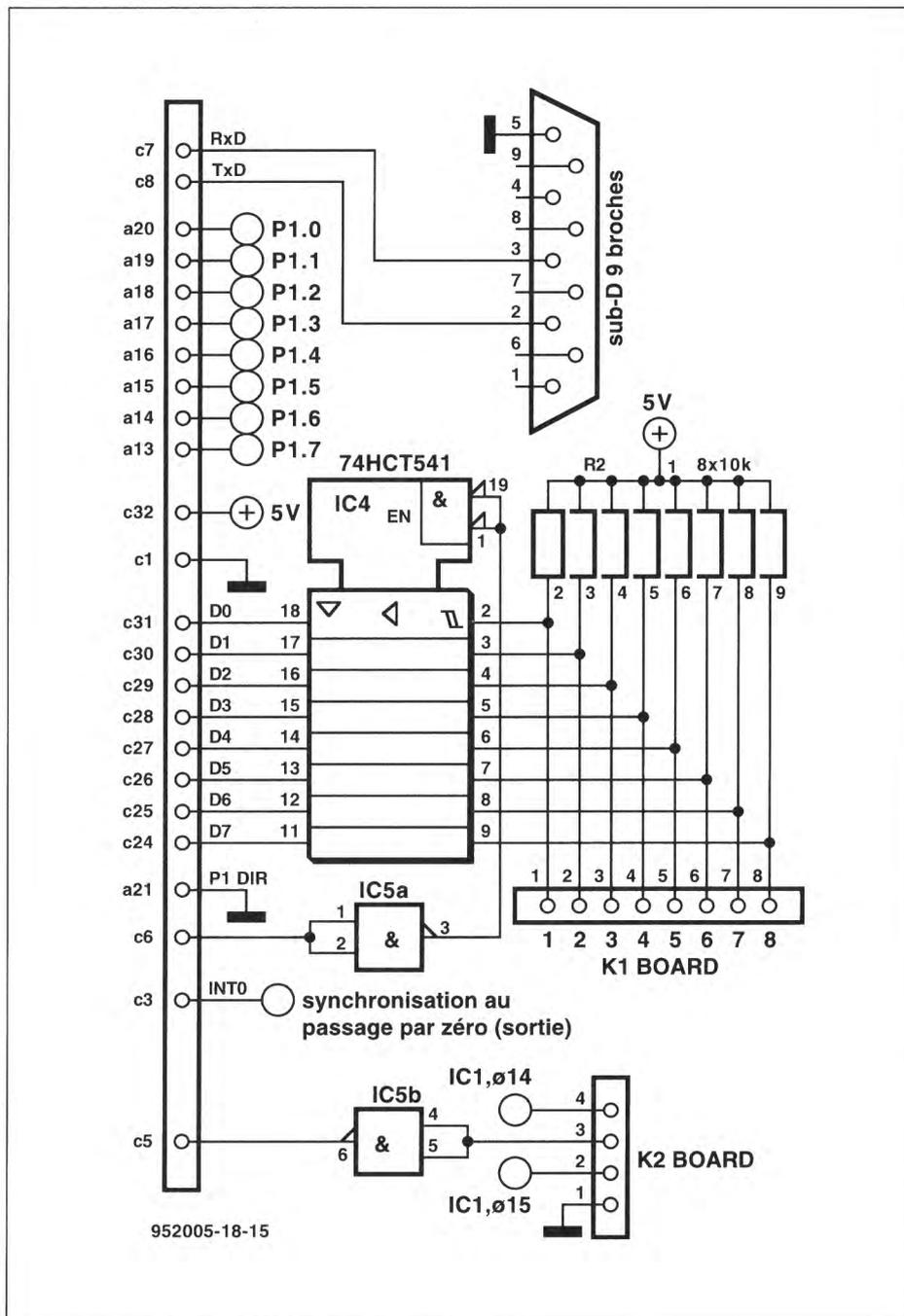


Figure 6 – Extensions au SIMCAD.

d'une vraie interface RS-232. Tout ce matériel est facile à installer sur une platine et, pourquoi pas, une autre carte de 10 cm sur 16 cm, question de rester européen.

Les broches a13...a20 du connecteur véhiculent le courant de base des transistors des étages de puissance. Un niveau bas sur la broche a21 (P1DIR) de IC11 (un tampon de bus bidirectionnel) du SIMCAD le commute en sortie. Le port d'extension construit à partir d'un circuit intégré 74HCT541, utilisé pour le clavier, est relié aux lignes de données D0 à D7 par l'intermédiaire des broches c24 à c31 du connecteur. Le signal  $\overline{IOAD}$ ,

après inversion, active ce composant à partir de l'adresse C000<sub>H</sub>. La synchronisation au passage par zéro de l'onde secteur est appliqué au SIMCAD par la broche c3 de son connecteur tandis que c7 et c8 véhiculent les données sérielles pour le connecteur SUB-D à 9 broches. L'alimentation de la carte d'extension peut être prélevée sur c1 (masse) et c32 (+5 V).

Inutile de se voiler la face, la dernière modification tient un peu du bricolage mais rien n'était prévu sur le SIMCAD pour utiliser les entrées des temporisateurs T0 et T1. Il faudra donc se résoudre à câbler en fils volants

les broches 14 et 15 du processeur jusqu'aux bornes 4 et 2 du connecteur K2 (BOARD). Les puristes préféreront peut-être découpler de la masse deux broches du grand connecteur DIN pour les convertir en relais et éviter ainsi ces disgracieux « fils à la patte ».

LE LOGICIEL

Le programme dont nous allons parler se rapporte à la version équipée de RAM. Quelques petites modifications permettent de l'adapter à celle qui en est dépourvue, nous y reviendrons ultérieurement.

Le programme débute à l'adresse 4100<sub>H</sub>.

Copie des données

Il convient tout d'abord de copier le tableau SCENEAB en mémoire RAM à partir de l'adresse 80<sub>H</sub>. Ce tableau contient les informations de contrôle et les scénarios lumineux enregistrés et modifiables à volonté, puisque placés en mémoire externe. Au départ de l'adresse 43A8<sub>H</sub>, on trouve huit valeurs temporaires utilisées pendant le démarrage. À la suite, les pointeurs vers les huit scénarios se placent à partir de 43B0<sub>H</sub>.

La deuxième étape consiste à transférer le tableau POTTAB en RAM interne ; il donne les différentes valeurs de gradation.

Drapeaux et compteurs

Les adresses des pointeurs de pile se placent en partie haute de la mémoire interne, à la suite des données. Il s'agit maintenant de fixer les différents bits d'état. Le bit IT0 est mis en déclencheur de niveau, la LED est éteinte et le mode de linéarisation activé. C'est lui qui fournit les corrections nécessaires à une gradation lumineuse progressive, compte tenu du comportement particulier des lampes à cet égard. Comme les valeurs sont placées en RAM externe, il est aisé de les modifier et même de produire une variation

|                       |                   |                |
|-----------------------|-------------------|----------------|
| 43A8 <sub>H</sub> ... | 43AF <sub>H</sub> | : Lampes 0 à 7 |
| 43B0 <sub>H</sub> ... | 43B7 <sub>H</sub> | : Scénario 1   |
| 43B8 <sub>H</sub> ... | 43BF <sub>H</sub> | : Scénario 2   |
| 43C0 <sub>H</sub> ... | 43C7 <sub>H</sub> | : Scénario 3   |
| 43C8 <sub>H</sub> ... | 43CF <sub>H</sub> | : Scénario 4   |
| 43D0 <sub>H</sub> ... | 43D7 <sub>H</sub> | : Scénario 5   |
| 43D8 <sub>H</sub> ... | 43DF <sub>H</sub> | : Scénario 6   |
| 43E0 <sub>H</sub> ... | 43E7 <sub>H</sub> | : Scénario 7   |
| 43E8 <sub>H</sub> ... | 43EF <sub>H</sub> | : Scénario 8   |

Tableau 1 – Les adresses des valeurs par défaut.

volontairement non linéaire pour accentuer telle ou telle plage de luminosité. Ce tableau s'appelle SINTAB et commence à l'adresse 4300<sub>H</sub>. Il comporte 160 entrées qui déterminent la progression entre la pleine puissance et l'extinction. Ses échelons correspondent donc à la variation lumineuse.

#### • La routine principale

La routine de base commence par appeler le bit IE0. S'il est à 1, c'est qu'on est en début de phase. C'est précisément vers la routine PHASE que l'on se tourne immédiatement, après quoi, si nécessaire, on effectue la linéarisation. Ensuite, on passe en revue le clavier et on mémorise l'état de chaque touche pour en rendre disponibles les informations à la demande. Puis le cycle se répète inlassablement en repassant par l'examen du bit IE0.

#### • La routine PHASE

Elle comporte un compteur, lancé par le signal IT0 au moment du passage par zéro de la tension de 12 V du transformateur. C'est aussi l'instant où tous les triacs désamorcent. Lorsque le compteur atteint la valeur du seuil fixé pour une des lampes, le triac correspondant est enclenché. Le même processus se répète pour chacun des canaux, puis la commande est rétrocédée à la routine principale.

#### • La routine TAWERT

C'est elle qui positionne les indicateurs du clavier, de la LED et du mode de programmation et effectue les transferts aux sous-routines correspondantes.

#### • SCESTOR

Cette routine mémorise les scénarios lumineux. Elle détermine quelle touche a été actionnée et sélectionne l'adresse appropriée du tableau.

#### • LEDBLINK

Elle fait émettre un train d'impulsions tant que le contrôleur est en mode de programmation.

#### • SCENE

Grâce à elle, on peut rappeler un des scénarios enregistrés. Cette routine-ci aussi identifie la touche enfoncée et dirige vers l'adresse appropriée dans le tableau. Ensuite, la valeur sélectionnée est copiée dans le scénario actif.

#### • LAMPTEST

Si l'on pousse simultanément sur S1 et S2, toutes les lampes s'éteignent. Elles se rallument quand on appuie ensuite sur l'une quelconque des touches. Si l'on pousse ensemble sur l'un des poussoirs de gradation et l'une des touches de sélection de lampe, on en fait varier l'intensité.

#### • La routine TATEST

Cette routine surveille les touches de gradation et positionne le drapeau d'état en conséquence. Elle lit l'information transmise et la mémorise. Finalement, elle lève le drapeau d'état dès que l'une des touches de sélection est enfoncée.

#### • La routine REGULAT

C'est elle qui, en se servant de la table SINTAB, assure la linéarisation de l'intensité lumineuse.

#### • La routine WAIT

Elle fournit une temporisation à l'enclenchement de manière à ce qu'un parasite du secteur ne puisse pas dérégler la bonne marche des opérations.

#### Modifications du logiciel suivant la configuration

Aux différentes configurations du matériel s'appliquent des logiciels adaptés.

Pour un contrôleur isolé, le logiciel doit tenir dans le domaine d'EPROM. Il peut alors commencer en 0000<sub>H</sub>, mais attention, le code machine des routines DATEN-DOWNLOAD et REGULATE doivent subir une transformation du fait que les tables sont à présent situées en EPROM.

Sur l'extension pour SIMCAD, le 74HCT541 est activé à l'adresse C000<sub>H</sub>. En conséquence, le port doit se définir par PORT EQU C000<sub>H</sub>. Sur le SIMCAD, INT0 et INT1 sont inversés. Pour INT0, il suffit d'inverser le bit d'interrogation. Aussi, la routine LOOP commence-t-elle par l'instruction :

```
JB IE0, PHASE
```

Il n'est malheureusement pas possible de faire pareil pour INT1, il faut intervenir sur le matériel pour réaliser l'inversion.

On charge le logiciel EMON51 à l'adresse 4100<sub>H</sub> et on le fait démarrer. Un coup sur le bouton de mise à zéro, on se retrouve dans

EMON, d'où l'on a tout loisir de changer le contenu des tableaux et les réglages.

#### L'utilisation

Une fois le montage terminé et le programme chargé, plus rien n'empêche de brancher le gradateur. Au démarrage, les valeurs par défaut sont chargées et les lampes s'allument à l'intensité prévue. On peut la modifier pour chaque lampe en poussant simultanément sur sa touche de sélection et une de gradation. On peut aussi rappeler un scénario lumineux enregistré en appuyant de concert sur l'une des touches de sélection et les deux touches de gradation. Si les poussoirs S1 et S2 restent enfoncés, le système éteint toutes les lampes. L'action sur l'une quelconque des touches ranime le scénario immédiatement antérieur.

#### Le programme moniteur EMON

Le moniteur EMON est disponible sous forme d'EPROM ou de fichier sur disquette. Tout utilisateur équipé d'un programmeur d'EPROM peut ainsi transcrire lui-même le vidage hexadécimal EMON51.HEX en EPROM. Le logiciel contient quantité d'aides à la programmation et de routines qui simplifient la vie du programmeur.

#### Aides à la programmation :

- téléchargement du programme
- copie du contenu de la RAM et de l'EPROM
- modification des registres

#### Routines :

- sous-routines d'entrée/sortie
- routines arithmétiques

#### Pour commander :

La disquette comportant le moniteur est disponible sous le numéro :

ESS 1662 (version pour PC) ou  
ESS 1682 (version pour Atari)

Le moniteur en EPROM (disponible exclusivement accompagné de la disquette et après expédition d'une EPROM 27256) sous le numéro  
ESS 6062 (pour PC) ou  
ESS 6092 (Pour Atari)

# Jeu d'orgue à ordinateur monocarte

Stefan Seidenberg

Un ordinateur monocarte (équipé ici d'un processeur 8031), dans le rôle de centrale de commande d'un jeu d'orgue lumineux de haut niveau aux multiples fonctions, voilà un exemple classique de l'art de comprimer le matériel et donc les dépenses, par la mise en œuvre d'un microprocesseur capable de réaliser des tâches relativement complexes. Contrairement aux réalisations d'antan qui ressemblaient rapidement à un « cimetière de circuits intégrés », cette approche conduit à confier au logiciel la plus grosse partie du travail pour limiter le déploiement de matériel. En outre, ce genre de montage s'accommode d'une foule d'applications différentes. Il n'y a qu'à donner libre cours à son imagination.

## L'ordinateur en commande

Le but ultime de ce projet était de construire un ordinateur monocarte bon marché, fonctionnel et facile à fabriquer. À côté de nombreuses lignes d'entrée/sortie simples à définir, il dispose de la capacité de simuler une EPROM pour un développement rapide du logiciel. C'est pourquoi, au-delà du jeu d'orgue, cet ordinateur monocarte ne manque pas d'intérêt pour les applications personnelles et les expériences.

Le tableau 1 synthétise les caractéristiques et données techniques de l'ordinateur.

## Description du matériel

L'ordinateur monocarte (figure 1) se compose du processeur 8031, d'un circuit d'entrée/sortie 8255, de la logique de sélection (74138, 7408) et des circuits de mémoire (EPROM 27128 de 16 K et RAM 62256 de 32 K)

La répartition de mémoire (tableau 1) a été volontairement rationalisée. Pour pouvoir émuler une EPROM dans le domaine  $8000_H$  à  $FFFF_H$ , on a combiné dans une porte ET les signaux  $\overline{PSEN}$  et  $\overline{RD}$ . Il en résulte un domaine commun de ROM et de RAM (une architecture de von Neumann). On retrouve une architecture de Harvard (ROM et RAM séparées) dans le domaine de l'EPROM et des accès extérieurs ( $0000_H$  à  $7FFF_H$ ). Ici, le domaine d'entrée/sortie commence en  $4000_H$ . Une superposition de l'adressage est toujours possible (en utilisant pour la ROM et le circuit d'entrée/sortie la même broche du décodeur d'adresses, on obtient ainsi 32 K d'EPROM et 32 K de lignes d'entrée/sortie à partir de l'adresse  $0000_H$ , si l'on prend la sortie 0). Le décodeur répartit le domaine de mémoire en blocs de 16 K. Les diodes D9 et D10 forment une porte OU

### Caractéristiques :

- Construction aisée sur platine à simple face et peu de ponts de câblage
- Vérification rapide de logiciels grâce à l'émulateur d'EPROM
- Programmation via l'interface Centronics
- 40 lignes d'E/S (y compris le port à fonctions multiples du 8031)

### Adressage :

- 64 K de domaine adressable, architecture de Harvard et de von Neumann (mêlées)
- $0000_H$ – $3FFF_H$ : 16 K EPROM pour le programme de démarrage
- $4000_H$ – $7FFF_H$ : 16 K E/S (adresses du 8255:  $4000_H$ – $4002_H$ )
- $8000_H$ – $FFFF_H$ : 32 K RAM (émulateur d'EPROM et données)

### Fiche technique :

- microprocesseur 8031 à 16 MHz
- Tension d'alimentation : 9 V<sub>±</sub> non stabilisé ou 5 V<sub>±</sub> stabilisé
- Consommation : < 300 mA

Tableau 1 – Caractéristiques et domaine d'adressage de la monocarte.

qui assemble deux blocs de 16 K pour former les 32 K de RAM.

Les LED disposées sur le port B ne servent qu'à afficher certaines commandes ou l'état des ports. Elles seront utiles lors des essais du logiciel à un stade ultérieur. Le bouton de mise à zéro S4 est bien sûr indispensable. L'alimentation peut provenir d'un module non stabilisé qui délivre une tension lissée de

9 V ou d'un stabilisateur de 5 V. Auquel cas, le régulateur de tension 7805 est superflu. On le remplace alors par un pont qui relie l'entrée à la sortie du régulateur.

## Le logiciel de la monocarte

Une remarque, tout d'abord : pour dégager ce numéro hors-série d'encombrants logiciels listés et surtout vous éviter le travail peu gratifiant de saisir de nouveau d'interminables suites d'instructions, en les émaillant vraisemblablement de quelques fautes de frappe, nous les avons regroupés sur une disquette gratuite que vous pouvez commander chez l'éditeur (bon encarté à la fin de revue).

## Le programme de démarrage « ROM\_V1 »

La routine « ROM\_V1 » utilise les signaux  $\overline{STROBE}$ ,  $\overline{BUSY}$  et les huit lignes de données de l'interface Centronics en réception. La liste du programme en assembleur est bien documentée et donc facile à comprendre.

Pour utiliser sans ennui l'émulation d'EPROM, il faut être attentif à ceci : les interruptions peuvent avoir lieu normalement dans le programme en RAM parce qu'elles sont détournées depuis  $00XX_H$  vers  $80XX_H$  au moyen d'une instruction « LJMP  $80XX_H$  ». Le retard entraîné par ce transfert supplémentaire est négligeable. Les programmes développés en RAM doivent commencer à l'adresse  $8000_H$  pour l'assembleur. Mais avant de les écrire en EPROM, il faut les réassembler de manière à ce qu'ils débutent à l'adresse  $0000_H$  ! Une action sur le poussoir de remise à zéro appelle la routine de *RESET* du programme de démarrage « ROM\_V1 » en EPROM. On peut à présent, mais ce n'est pas indispensable,

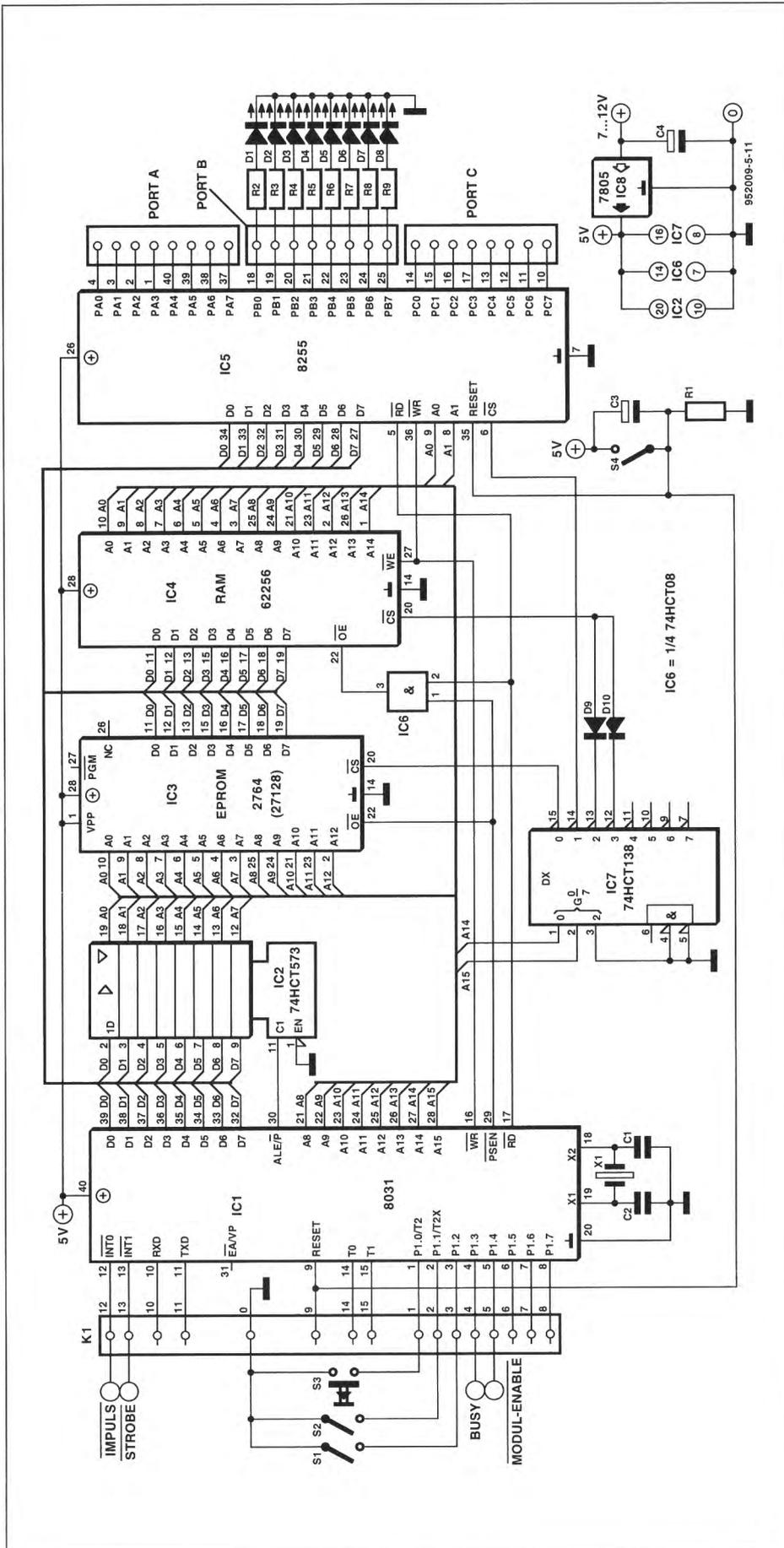


Figure 1 – Le schéma de la monocarte.

transférer les données de son propre programme. Une action sur S3 provoque un saut du processeur à l'adresse 8000<sub>H</sub> et fait démarrer le programme qui y est inscrit en RAM.

**Installation des composants et mise en service**

On peut se servir de la figure 2 pour l'installation des composants sur la monocarte du processeur. On commence par les ponts de câblage et les composants de faible épaisseur et on termine par les plus hauts. Le tracé du cuivre de cette platine figure dans les pages spéciales. On veillera comme d'habitude à respecter la polarité des diodes et des condensateurs électrolytiques, ensuite au sens dans lequel il faut implanter les circuits intégrés car il n'est pas le même pour tous (repérez la broche 1). Une fois la routine « ROM\_V1 » transférée à partir de l'adresse 0000<sub>H</sub> dans l'EPROM, on peut la monter sur la platine et faire les premiers essais. On met sous tension et on appuie sur le poussoir S4 de mise à zéro. La LED 0 sur le port B du 8255 doit clignoter plusieurs fois. Si tout va bien, on peut établir la liaison entre la monocarte et un PC, un ATARI, un C-64 etc. par interface Centronics. Il faut pour cela un câble approprié mais les indications du tableau 2 et des figures 1 et 2 ne devraient laisser planer aucun doute à ce sujet.

On réalise la liaison entre l'ordinateur hôte et la monocarte, on met les deux sous tension et on appuie sur le poussoir de mise à zéro S4 de la monocarte. La LED 0 doit maintenant clignoter. C'est que la monocarte est en mesure de recevoir les données. Un logiciel comme « TRANSFER » (voir disquette) permet de transférer les données par l'interface Centronics. On en profite pour passer un exemple de logiciel « RAMTEST » (aussi sur disquette). Le transfert terminé, S3 dirige l'exécution du programme à partir de l'adresse 8000<sub>H</sub>. Le logiciel « RAMTEST » fait s'allumer toutes les LED. Si d'autres données sont envoyées à la monocarte, les LED affichent leur passage. Ultérieurement, on chargera ses propres logiciels sur la monocarte à la place de « RAMTEST ».

**Le jeu d'orgue**

Une application parmi d'autres de l'ordinateur monocarte que nous venons de voir est ce jeu d'orgue à côté duquel les modèles du commerce prennent un coup de vieux. Ses caractéristiques sont données au tableau 3.

Il lui faut au moins un module de commande (huit canaux). La monocarte en question (d'autres monocartes pourraient,

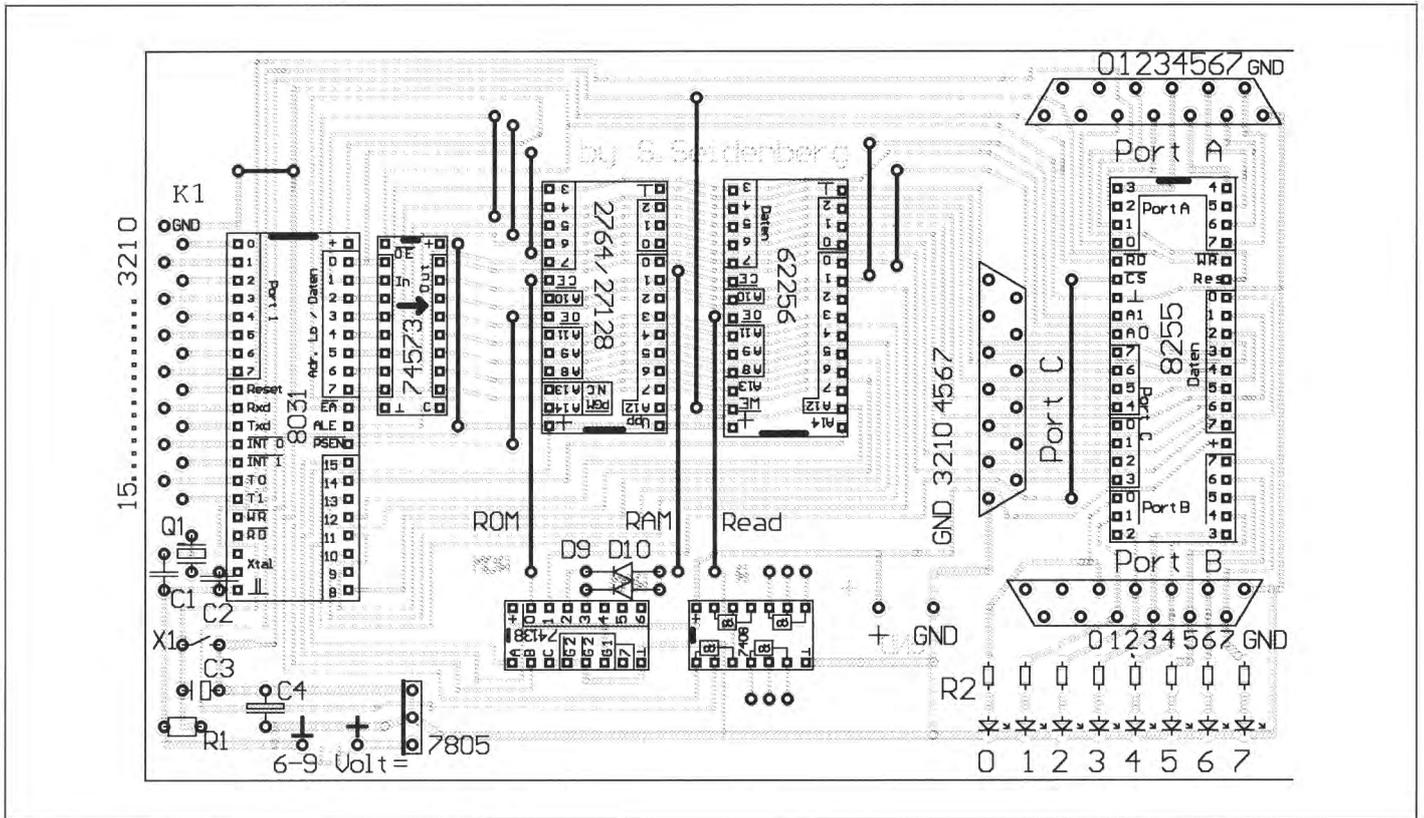


Figure 2 – La topographie des composants de la monocarte.

**Résistances :**

- R1 = 10 kΩ
- R2 = 8 x 180 Ω

**Condensateurs :**

- C1, C2 = 27 pF
- C3 = 10 μF/16 V
- C4 = 100 μF/16 V

**Semi-conducteurs :**

- IC1 = microprocesseur 8031 16 MHz
- IC2 = 27C128 EPROM de 16K
- IC3 = 62256 RAM statique de 32K
- IC4 = 8255 I/O, 2 MHz
- IC5 = 74HC573 verrou à 8 bits
- IC6 = 74LS138 décodeur 3 vers 8

- IC7 = 74LS08 AND
- IC8 = 7805 régulateur 5 V
- D1 à D8 = LED
- D9, D10 = 1N4148 ou équivalent

**Divers :**

- Q1 = Quartz 16 MHz
- S1 = poussoir 1 circuit
- S2 = poussoir 1 circuit
- S3 = poussoir démarrage
- S4 = poussoir r à z
- Supports CI : 2 x 40, 2 x 28, 1 x 20, 1 x 16, 1 x 14 broches
- Cosses à souder
- Câble en nappe de minimum 11 conducteurs

Connecteur DB-25 pour Centronics (PC, Atari) avec capot ou port utilisateur pour C-64, éventuellement 3 connecteurs norme DIN 41617

Platine (carte euro vierge à simple face)

Alimentation 6 à 9 V, 9 VA

Pour le développement du logiciel :

1. Assembleur pour 8031
2. Programme de démarrage pour « ROM\_V1 » en EPROM
3. Programme de test « RAMTEST »
4. Éventuellement logiciel d'application pour imprimante (dans le cas de l'Atari ou du C-64 uniquement)

**Composants de la monocarte.**

moyennant quelques aménagements, servir à commander le jeu d'orgue) et un ordinateur PC, ATARI, C-64 ou autre, pour le développement du logiciel et éventuellement la commande en ligne.

**Le matériel du module de puissance**

Un signal MODUL-ENABLE issu de la monocarte active le décodeur d'adresses 74238 (figure 3). Il vérifie que les données

transmises par le port C de la monocarte sont bien destinées à ce module en particulier. L'adresse est fournie par le port B de la monocarte (les bits 0 à 2 correspondent aux adresses 0 à 7). S'il y a correspondance, les données sont mémorisées dans le verrou 74573 qui commande, via T1, le photocoupleur et une LED de contrôle. Elle reste allumée tant que le triac correspondant reçoit une impulsion de déclenchement. Dans la partie du montage reliée au secteur, c'est le

transistor T2, commandé par le photocoupleur qui attaque le triac. Le réseau C5 et R7 de même que la bobine assure le déparasitage et protège le triac des pics de tension.

L'alimentation (figure 4) fait appel à un transformateur de deux fois 6 V ou deux fois 9 V. Il est **indispensable** que les deux secondaires soient totalement distincts ! L'alimentation pour la commande des triacs délivre du 9 V continu non stabilisé. Le fil de masse

**PC, Atari : Centronics** → **monocarte**  
 D0 à D7 (broches 2 à 9)  
 STROBE (broche 1)  
 BUSY (broche 11)  
 GND (broche 25)

bits 0 à 7, port A (8255)  
 Int1 broche 13 du 8031  
 (connecteur 1, broche 13)  
 connecteur 1, broche 4  
 connecteur 1, broche 0

**C-64 : port utilisateur** → **monocarte**  
 PB0 à PB7 (broches C à M)  
 PC2 (broche 8 = STROBE)  
 Flag2 (broche B = BUSY)  
 GND (broche N)

bits 0 à 7, port A  
 connecteur 1, broche 13  
 connecteur 1, broche 4  
 connecteur 1, broche 0

**Autres ordinateurs sans Centronics :**

1. L'ordinateur attend que BUSY descende.
2. Transmet les bits D0 à D7 (niveau TTL).
3. Fournit l'impulsion de STROBE (flanc descendant, puis flanc montant).
4. L'octet est passé, recommencer en 1.

- Peut commander jusqu'à 64 lampes (8 par module de puissance)
- Chaque lampe est réglable séparément par petits échelons.
- La puissance commutée ne dépend que des triacs mis en jeu.
- Découpage de phase exempt de perturbations et de scintillement.
- Commande directe sans difficulté, même par ordinateurs lents (par exemple C-64 sous BASIC).
- Les niveaux sont programmables à partir d'un PC. Le système passe ensuite en mode autonome, uniquement sur l'EPROM de la monocarte.
- Particulièrement bon marché (1 module de puissance + la monocarte coûtent moins de 550 FF).

Tableau 2 – Connexion de la monocarte via Centronics (PC, Atari) et port utilisateur (C-64) et le cas des autres ordinateurs.

Tableau 3 – Les caractéristiques du jeu d'orgue.

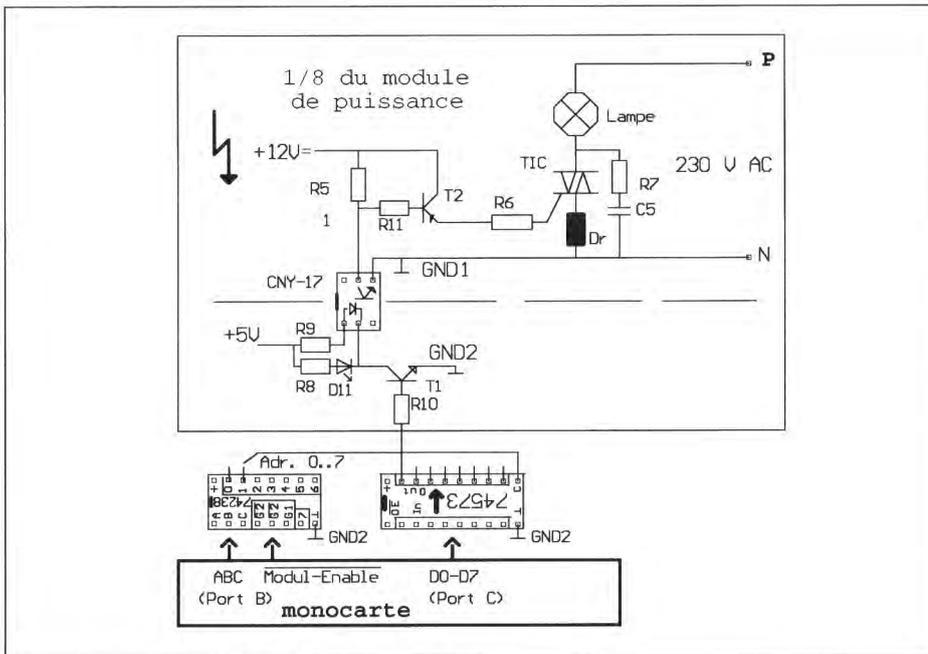


Figure 3 – Le schéma théorique d'un module de puissance.

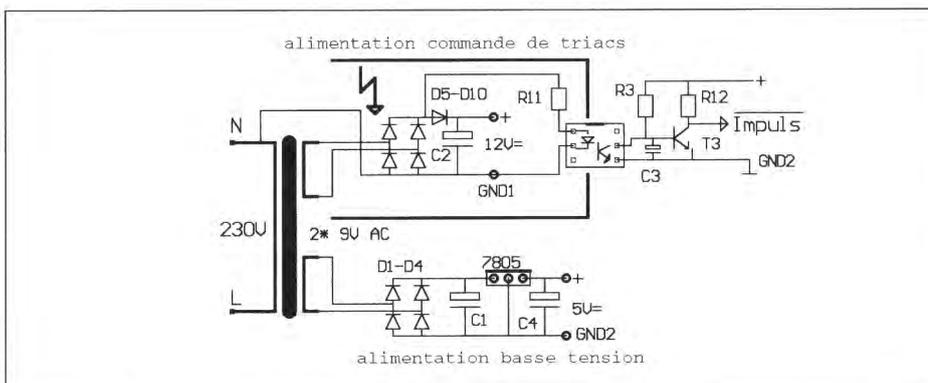


Figure 4 – L'alimentation secteur pour le jeu d'orgue.

(GND 1) est connecté au neutre du secteur de manière à fournir un potentiel de référence pour le déclenchement des triacs.

**Attention ! danger de mort !** Il faut absolument veiller à ce que la phase du secteur ne soit pas reliée à la masse de l'appareil. On utilise pour cela un testeur de phase. En outre, le jeu d'orgue doit être enfermé dans un boîtier plastique de manière à ce qu'aucune partie métallique ne soit accessible.

Une diode supplémentaire derrière le pont redresseur permet de préserver la tension pulsée à 100 Hz, qui est alors appliquée via R4 à un photocoupleur logé dans le boîtier d'alimentation. Ces impulsions à présent isolées de toute tension dangereuse sont mises en formes par C3 et T3 et servent de synchronisation pour le découpage de phase. C'est l'affaire du microprocesseur, qui prend en compte la synchronisation sur son entrée INT0. Si l'on utilise plusieurs modules de puissance, une seule ligne de synchronisation est nécessaire, bien entendu. L'alimentation à basse tension provient de l'autre secondaire du transformateur. Elle est stabilisée à 5 V par un 7805.

**Construction de la platine de puissance.**

On soude tous les composants de la manière déjà décrite. La figure 5 indique leurs emplacements. Si l'on utilise plusieurs modules de puissance, on n'installera les composants du système de synchronisation que sur la dernière. Toutes les autres peuvent donc se passer de R3, R4, R12, C3, T3 et du

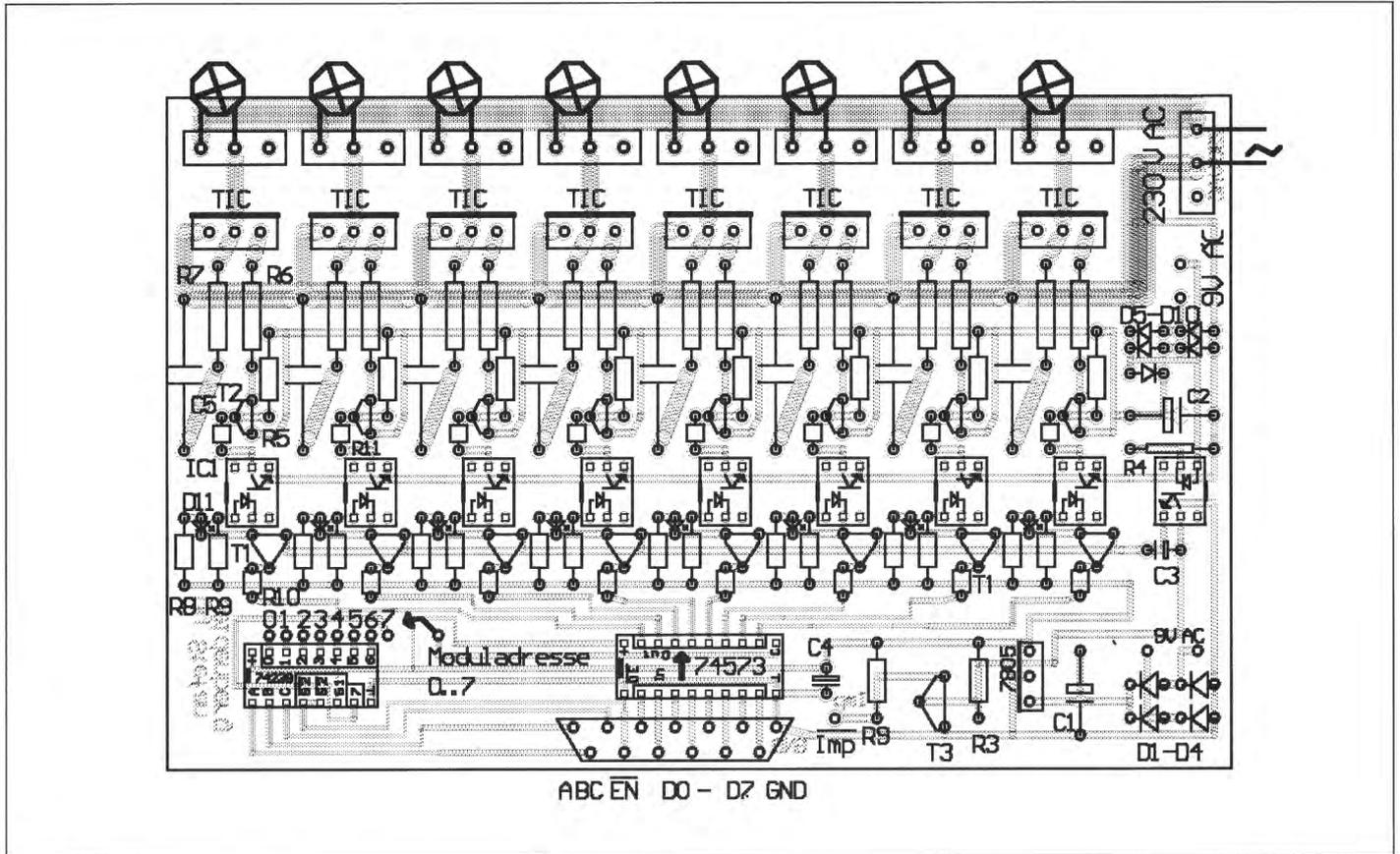


Figure 5 – La disposition répétitive des composants du module de puissance. Pour le tracé de la platine, reportez-vous aux pages spéciales qui y sont consacrées.

**Résistances :**

- R3 = 2,2 k $\Omega$
- R4, R6 = 9 x 330  $\Omega$
- R5 = 8 x 1,2 k $\Omega$
- R7 = 8 x 220  $\Omega$
- R8 = 8 x 150  $\Omega$
- R9 = 8 x 220  $\Omega$
- R10 = 8 x 470  $\Omega$
- R11 = 8 x 470  $\Omega$
- R12 = 1,2 k $\Omega$

**Condensateurs :**

- C1 = 470  $\mu$ F/25 V, vertical
- C2 = 2200  $\mu$ F/25 V, vertical
- C3 = 2,2  $\mu$ F/16 V
- C4 = 100  $\mu$ F/16 V
- C5 = 8 x 0,1  $\mu$ F/630 V<sub>~</sub>

**Semi-conducteurs :**

- IC1 = 7805 régulateur 5 V
- IC2 = 74LS238 décodeur de 3 vers 8
- IC3 = 74HC573 verrou à huit bits
- D1 à D9 = 1N4001
- D11 = 8 x LED

T1 = 8 x BC546

T2 = 8 x BC556

T3 = BC546

OPT = 9 x photocouleur (p. ex. CNY17)

TIC = 8 x triac TIC226M (8 A)

**Divers :**

- cosses à souder
- bornier encartable à 9 x 2 ou 3 pôles
- supports de CI à 16 et 20 broches
- transformateur 2 x 9 V, au moins 9 VA
- 8 bobines de déparasitage, cf. texte (bobine annulaire de 50  $\mu$ H, courant admissible fonction des triacs et lampes utilisés)

**Composants des modules de puissance (pour huit modules).**

photocouleur. Attention, le photocouleur pour la synchronisation est monté dans le sens inverse des autres !

Comme on peut raccorder jusqu'à huit modules de puissance à la monocarte, chacun des modules doit porter une adresse différente comprise entre 0 et 7. On soude à cet effet un pont de câblage jusqu'à la sortie

correspondante du 74238 (sortie 0 à 7). Le microprocesseur considère que le premier module porte le numéro zéro.

Il faut renforcer les deux larges pistes du circuit imprimé qui seront raccordées au secteur en y soudant un fil de 1,5 mm<sup>2</sup> de section. Si l'on se limite à des lampes de basse puissance (80 W), on peut souder les triacs

directement sur la platine ; une bobine n'est pas indispensable. Pour de plus fortes puissances, les bobines sont nécessaires et les triacs ne viendront plus sur la platine mais seront montés, isolés, sur un radiateur.

Pour un premier test, on installe tous les composants à l'exception du verrou 74573 et on n'effectue pas encore la liaison à la

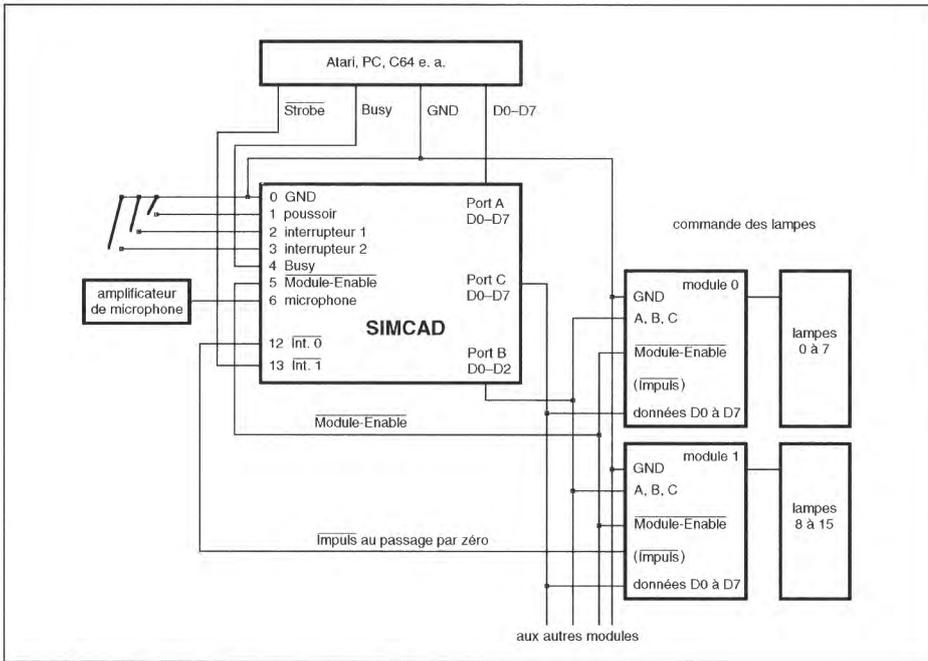


Figure 6 – Le plan de raccordement de l'ordinateur à la monocarte.

monocarte. On branche le transformateur et on vérifie qu'aucune des lampes ne s'allume. Le point «IMP» doit fournir un signal impulsionnel de 100 Hz. Si les essais sont concluants, on peut insérer le verrou et rétablir la liaison au module de commande à monocarte.

**Raccordement au processeur monocarte**

Entre le port C du 8255 (attention à l'ordre des bits de données D0 à D7 du port C!) et l'entrée du verrou sur le module de puissance, on tire un câble en nappe (cf. figures 1 et 6). Ensuite, on place les connections d'adresse A, B, C vers le port B (0 à 2). Le fil de validation (ENABLE) à la broche 5 (connecteur 1) et la masse. À ce connecteur 1, il faut encore ajouter deux interrupteurs :

- Interrupteur 1 entre broches 2 et 0 (masse)
- Interrupteur 2 entre broches 3 et 0 (masse).

**Mise en service**

Pour son fonctionnement, le module de puissance a besoin du logiciel en assembleur « STEUERPROG » en EPROM. Les explications à propos de son fonctionnement seront données dans le paragraphe « Logiciel du jeu d'orgue ».

**L'amplificateur microphonique**

Si l'on veut se servir de cette commande lumineuse comme jeu d'orgue, il semble élémentaire de lui faire goûter, d'une façon ou d'une autre, la musique à accompagner, plutôt que de le laisser jouer tout seul dans son coin !

L'amplitude instantanée du son peut constituer une représentation très valable du rythme musical. Nous avons essayé d'intercaler un filtre passe-bas pour renforcer le poids des graves dans la balance rythmique,

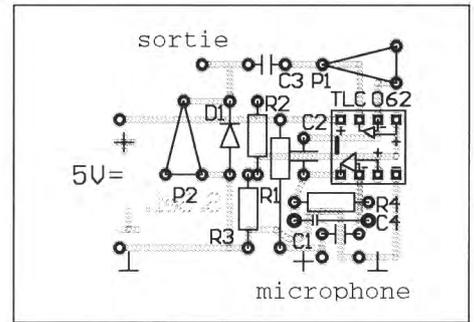


Figure 8 – La disposition des composants de l'amplificateur pour microphone.

**Résistances :**

- R1, R2, R3 = 2,2 kΩ
- R4 = 100 kΩ
- P1 = 100 kΩ (potentiomètre horizontal)
- P2 = 10 kΩ (potentiomètre horizontal)

**Condensateurs :**

- C1, C2, C3 = 470 nF
- C4 = 10 nF

**Semi-conducteurs:**

- IC1 = amplificateur opérationnel double, comme le TLC062
- D1 = 1N4148

**Divers :**

- 1 microphone à électret
- Support pour CI à 8 broches

**Composants de l'amplificateur microphonique.**

mais les pauvres résultats obtenus nous ont incités à en faire l'économie et à investiguer plutôt du côté du logiciel.

L'amplificateur microphonique (figures 7 et 8) compte deux étages équipés d'amplificateurs opérationnels (TLC062). Le potentiomètre P1 permet de régler le gain du deuxième étage, tandis que P2 fixe le niveau appliqué à l'entrée de la monocarte pour que le logiciel soit à même de suivre le rythme musical. L'expérience nous a montré que P2 devait se régler tout près de la position médiane. Suivant la distance du microphone à la source sonore, on règle P1 pour obtenir le gain approprié.

La construction n'est pas compliquée. La masse et le +5 V sont prélevés sur la monocarte, il y a une prise prévue à côté du 74LS08. La sortie de l'amplificateur microphonique se branche à la broche 6 du connecteur 1, où le logiciel viendra en prendre connaissance.

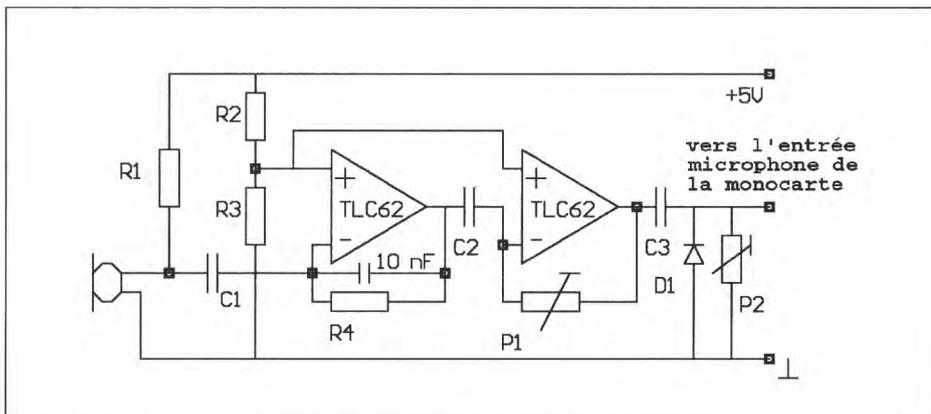


Figure 7 – Le schéma de principe de l'amplificateur pour microphone.

## Le logiciel du jeu d'orgue

Le programme de commande « *Steuerprog* » (sur la disquette) s'étend sur 1 Ko de langage machine, il est donc d'une certaine complexité. Ce qu'il fait en détail, les commentaires vous le révèlent clairement.

Nous allons plutôt nous consacrer à expliquer un peu plus avant les algorithmes utilisés et la fonction des sous-routines.

## Réalisation de la commande de phase

Les lampes sont alimentées par un système qui découpe chaque alternance de la tension. Après le passage par zéro du secteur, notifié par le signal IMPULS, le logiciel fixe un certain délai avant d'allumer les lampes. Plus ce retard est long, moins la lampe brillera. Suivant la résolution de l'intensité, le contrôleur dispose de 103 cycles machine (cas de huit modules) à 255 cycles (dans le cas d'un seul module) pour déclencher l'allumage, gérer les données du port Centronics et exécuter le programme principal. Malgré l'efficacité (la vitesse) des algorithmes, la monocarte est poussée dans ses derniers retranchements ! Raison pour laquelle il convient d'adapter à la configuration employée les trois premiers paramètres repris dans le code assembleur de manière à en tirer le meilleur parti. On dispose donc d'une plus vaste gamme d'échelons de luminosité avec un seul module qu'avec un nombre plus élevé. La version pour EPROM du logiciel est assemblée pour deux modules.

Le tableau 4 fournit les paramètres nécessaires pour assurer dans chaque cas la meilleure résolution possible.

On peut accélérer le débit de données sur le port Centronics en réduisant le nombre d'échelons de gradation et les temporisations en concordance. Il en résulte un temps de calcul moindre lors de l'exécution de la routine d'interruption relative à la commande des modules.x

| Nombre de modules | Nombre d'échelons | Temporisation   |
|-------------------|-------------------|-----------------|
| 1                 | 69 <sub>H</sub>   | 98 <sub>H</sub> |
| 2                 | 5A <sub>H</sub>   | 88 <sub>H</sub> |
| 3                 | 4B <sub>H</sub>   | 70 <sub>H</sub> |
| 4                 | 40 <sub>H</sub>   | 58 <sub>H</sub> |
| 5                 | 3A <sub>H</sub>   | 48 <sub>H</sub> |
| 6                 | 32 <sub>H</sub>   | 28 <sub>H</sub> |
| 7                 | 2D <sub>H</sub>   | 10 <sub>H</sub> |
| 8                 | 29 <sub>H</sub>   | 00 <sub>H</sub> |

N.B. Dans le listage en assembleur, ces variables s'appellent : *Anzahl\_Module*, *Anzahl\_Stufen* et *Zeit\_Timer*.

Tableau 4 – Paramètres de temporisation.

## Exemple

(cas d'un seul module, *Anzahl\_Module* = 1) : prenons comme nombre d'échelons : *Anzahl\_Stufen* = 40<sub>H</sub> (au lieu de 69<sub>H</sub>) ; on choisit alors : *Zeit\_Timer* = 58<sub>H</sub> (au lieu de 98<sub>H</sub>).

## Les sous-routines

### Routine de mise à zéro (*Resetroutine*) :

- Effacer toutes les adresses de mémoire où le programme de commande stocke les données.
- Initialiser le circuit d'entrée/sortie 8255 : port A en entrée, ports B et C en sortie.
- Sélectionner un à un chaque module et éteindre les lampes. Examiner l'état des interrupteurs 1 et 2 : attaquer le programme en ROM ou en RAM ? Pas de programme d'éclairage ? Lire le programme de la monocarte ? (la suite des données dans les présélections du programme principal).
- Autoriser les interruptions et fixer les priorités. En résumé :
  - première priorité : temporisateur 0 (timer0), passage par zéro de la tension (interruption externe Int0 qui remémore chaque changement de luminosité) ;
  - priorité intermédiaire : interface Centronics (interruption externe Int1) ;
  - dernière priorité : programme principal.
- Réception des données sur l'interface Centronics.
- Saut vers le programme principal.

### Programme principal (*Hauptprogramm*) :

- accepte toutes les interruptions.
- attend le code de démarrage à chaud via l'interface Centronics.
- en cas de fonctionnement autonome, lit les données de conduite des lampes dans la ROM ou la RAM (*Softstart=1*).
- interprète les données et les répartit vers les lampes correspondantes ; il vérifie si elles doivent suivre le rythme musical (microphone) ou travailler à retard constant.
- est en mesure à tout moment de s'arrêter s'il en reçoit l'ordre par Centronics (*Softstart=0*).

## Passage par zéro (*Nulldurchgang*), correspondant à INTO :

Il s'agit de la routine appelée lors du passage par zéro de l'onde secteur. Elle a priorité sur l'interruption 1 externe (le port Centronics), et le programme principal.

- Sauvegarder certains registres utilisés ici. R0 et R2 sont des exceptions, on ne les sauve pas par souci de rapidité. Dans tout le logiciel assemblé, seul « *timer0* » peut encore les utiliser.
- Débrancher le temporisateur 0 et le reprogrammer.
- Effacer tous les masques et éteindre toutes les lampes.
- Allumer celles qui brillent le plus intensément (appel de l'allumage : « *Einschalten* »).

## Timer0 (interruption du temporisateur 0) :

La routine est appelée après un certain nombre de cycles-machine (selon la valeur du retard *Zeit\_Timer*). Chaque intervention conduit à une nouvelle valeur de gradation. La routine a priorité sur le port Centronics (interruption 1) et le programme principal.

Toutes les lampes qui subissent une gradation intermédiaire s'allument à présent sous l'action de *einschalten*.

## Allumage (*Einschalten*) :

Les données de gradation dans l'état actuel proviennent de la table des lampes (figure 9). Un masque de sélection constitué d'une fonction OU (*OR*) filtre, si nécessaire, le motif binaire des lampes en question. Cette information est alors transmise au module de commande de lampe intéressé. Un 1 enclenche le triac correspondant. Le même cycle se répète pour chaque module de puissance. Nous sommes ici en présence d'une routine particulièrement sensible à la chronométrie, parce qu'elle doit absolument avoir fini son travail avant que ne survienne l'interruption 0 suivante !

## Centronics :

Son but : traiter les données issues de l'interface Centronics.

Si par exemple c'est un octet de mise à zéro qui arrive, la monocarte doit effectuer un démarrage à chaud.

## Tri (*Einsortieren*) :

L'opération consiste à placer les données relatives à une lampe en cours de gradation dans une mémoire intermédiaire. L'ancien contenu est écrasé par les nouvelles valeurs.

La table intermédiaire permet de changer les données de toutes les lampes d'un seul coup. De cette façon, même un processeur lent peut exécuter le programme sans provoquer de scintillement.

**Copie (Umkopieren) :**

Toutes les données de la mémoire intermédiaire sont copiées dans la table de commande des lampes.

Pour s'y retrouver dans cette table, lors de l'exécution des routines « *umkopieren* », « *einsortieren* », etc. la figure 9 en expose l'architecture.

**Code machine (Machinencode) :**

Cette routine n'est autre que le programme « *ROM\_VI* » évoqué lors de la description de la monocarte. Développer un logiciel propre pour le jeu d'orgue est également envisageable, à loger à partir de l'adresse 8000<sub>H</sub>. Après mise à zéro (S4/X1), on transfère en fonction de la position de l'interrupteur. Le poussoir S3/X2 permet de relancer le programme depuis l'adresse 8000<sub>H</sub>.

**Utilisation du logiciel de commande**

Il faut avant tout relier la monocarte, le module de puissance et l'ordinateur suivant la représentation de la figure 6. Le programme de commande se trouve en RAM ou en EPROM. Les interrupteurs 1 et 2 (tableau 5) permettent d'initialiser différentes fonctions sur la monocarte.

**Pilotage de la monocarte**

Parlons à présent des ordres qui indiquent à la monocarte comment il lui faut commander les lampes, par exemple « régler la lampe 1 sur l'intensité 30 ». Quelques autres ordres d'usage fréquent sont développés séparément, comme ceux pour l'allumage et l'extinction de toutes les lampes. On peut très facilement en programmer d'autres ultérieurement pour s'adapter aux nécessités rencontrées dans la pratique. Le tableau 6 en donne un aperçu.

La séquence des données n'est impérative que pour les informations relatives aux lampes et le paramètre de vitesse « *Set\_Speed* », les autres peuvent intervenir dans n'importe quel ordre.

« *Reset* » initialise le processeur et la puce d'E/S, le 8255. En outre, toutes les lampes s'éteignent et les variables passent à zéro (démarrage à chaud).

« *Ein* » et « *Aus* » servent à allumer et à éteindre toutes les lampes.

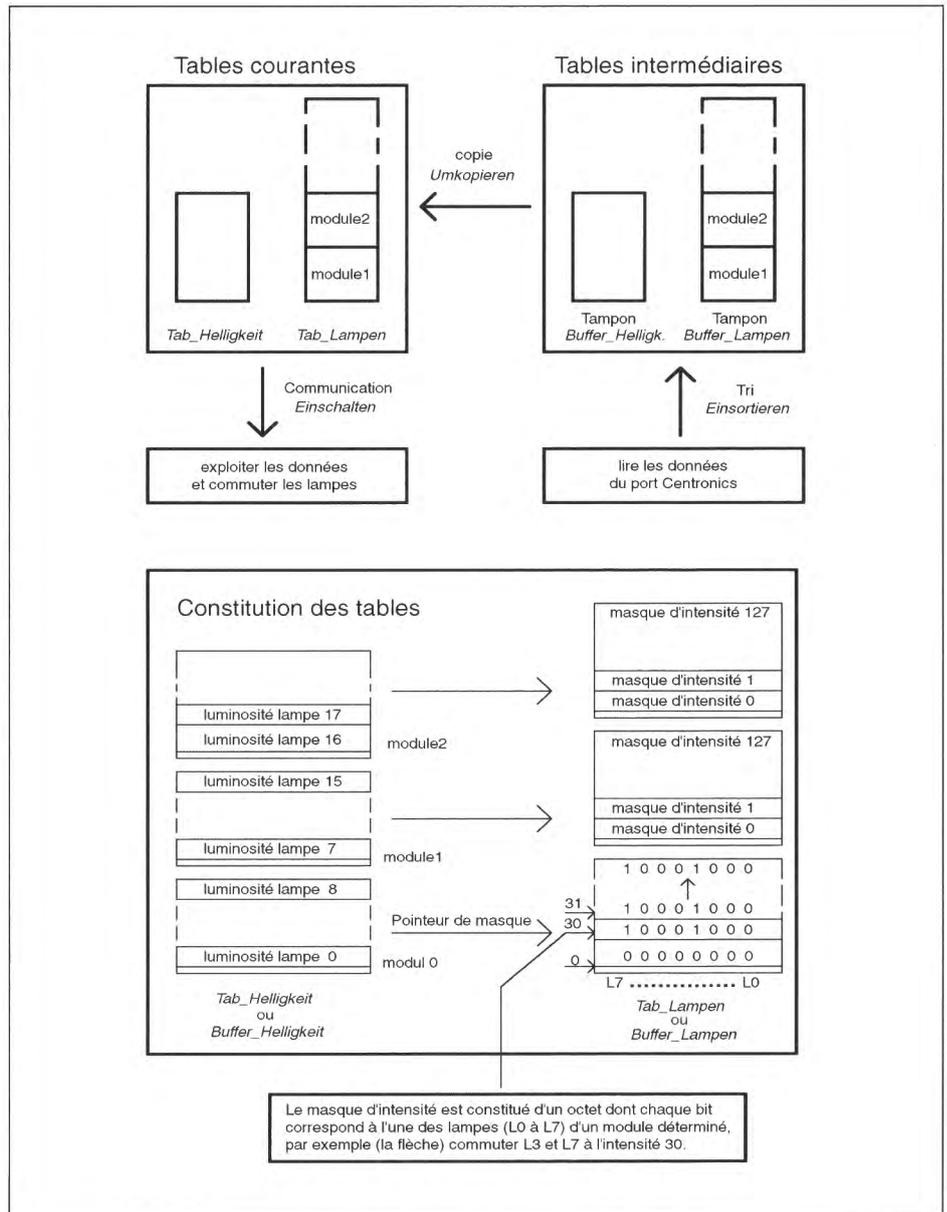


Figure 9 – Relations entre les routines et constitution des tables.

« *Neu* » (nouveau) et « *Fertig* » (terminé) sont les ordres destinés à indiquer à la monocarte les changements de régime de certaines lampes. « *Neu* » prévient qu'une salve de données va suivre; une fois transmises, « *Fertig* » clôture la liste. Il ne reste plus à la monocarte qu'à mettre à jour la table d'un seul coup. L'avantage est évident : malgré la lenteur d'une interface Centronics ou d'un logiciel écrit en BASIC, les lampes ne varient pas l'une après l'autre, mais en synchronisme.

« *Dimmen\_up* » et « *Dimmen\_down* » : Permettent de passer, en une à deux secondes, de l'extinction à la pleine lumière et inversement.

« *Prog Modus* » : Répétons que le logiciel de commande peut fonctionner indépendamment d'un autre ordinateur, il prend alors ses

informations en EPROM ou en RAM. Le « *Prog Modus* » permet de faire fonctionner le programme comme enregistreur. Tous les octets envoyés, exception faite des codes de commande immédiate : *Direkt\_Modus*, *Soft\_Start*, *Soft\_Stop* et *Reset*, sont inscrits en mémoire.

Il faut terminer le logiciel de commande par l'ordre « *Ende\_Daten* ».

Ainsi chargé, le programme d'éclairage peut maintenant démarrer par l'envoi de l'ordre « *Soft\_Start* » ou, comme on vient de le signaler, en plaçant les interrupteurs 1 et 2 sur 0, puis en appuyant sur S4, la touche de mise à zéro.

« *Direkt\_Modus* » : les ordres s'exécutent directement, le « *Prog Modus* » est arrêté. C'est le mode dans lequel se trouve la monocarte à chaque démarrage.

|    | S1 | S2 | Fonction   |
|----|----|----|--|
| a) | 0  | 0  | Lancer le programme. Les données sont en RAM en 9700 <sub>H</sub>  |
| b) | 0  | 1  | Lancer le programme. Les données sont en RAM en 0500 <sub>H</sub>  |
| c) | 1  | 0  | Le programme ne démarre pas (en attente d'instructions du PC)      |
| d) | 1  | 1  | Lire le programme de la monocarte en RAM (équivalent à « ROM_V1 ») |

Remarques : 0 = masse ; 1 = +5 V.

### Concernant les points a) et b)

Si les données se trouvent en RAM (à partir de 9700<sub>H</sub>) ou en EPROM (à partir de 0500<sub>H</sub>), elles seront automatiquement traitées par la monocarte lors de la mise en service. Le logiciel de commande fonctionne également sans l'aide d'un ordinateur extérieur, mais il est possible d'intervenir à tout moment à partir du PC dans le déroulement du programme, par exemple pour changer les paramètres des lampes.

### Concernant le point c)

Le logiciel de commande ne commence d'initiative aucun programme d'éclairage, il attend les ordres de l'ordinateur extérieur. C'est ce positionnement des interrupteurs qu'il faut choisir lorsqu'il n'y a encore aucun programme d'éclairage installé. C'est aussi la configuration la plus adéquate pour les essais.

### Concernant le point d)

Si l'on ne se sert pas du logiciel de commande, mais qu'on veut exécuter un programme personnel depuis la RAM, il convient d'installer une routine similaire à « ROM\_V1 » pour lire les données et faire démarrer le programme en 8000<sub>H</sub>.

Tableau 5 – Configuration de la monocarte.

Ordres : le bit 7 est à 1 : 1xxxxxxx :

|                 |                    |   |
|-----------------|--------------------|---|
| 80 <sub>H</sub> | Reset              | (exécuter un démarrage à chaud de la monocarte)                               |
| 81 <sub>H</sub> | Aus (hors circuit) | (toutes les lampes éteintes)  |
| 82 <sub>H</sub> | Ein (en marche)    | (toutes les lampes allumées)  |
| 83 <sub>H</sub> | Neu (nouveau)      | (nouvelle série de données)   |
| 84 <sub>H</sub> | Fertig (terminé)   | (toutes les nouvelles données ont été transmises et sont à prendre en compte) |
| 85 <sub>H</sub> | Dimmen_Up          | (augmenter l'éclairage de toutes les lampes)                                  |
| 86 <sub>H</sub> | Dimmen_Down        | (diminuer l'éclairage de toutes les lampes)                                   |
| 87 <sub>H</sub> | Prog_Modus         | (programme d'éclairage à enregistrer)   |
| 88 <sub>H</sub> | Direct_Modus       | (arrêter le Prog_Modus et repasser en service normal)                         |
| 89 <sub>H</sub> | Soft_Start         | (commencer le programme inscrit durant la phase de Prog_Modus)                |
| 8A <sub>H</sub> | Soft_Stop          | (arrêter le programme)  |
| C0 <sub>H</sub> | Ende_Daten         | (la fin de la table est atteinte, recommencer au début)                       |
| C1 <sub>H</sub> | Micro_Ein          | (commuter au rythme musical)  |
| C2 <sub>H</sub> | Micro_Aus          | (appliquer une temporisation constante)                                       |
| C3 <sub>H</sub> | Set_Speed          | (fixer la constante de temporisation, 255 = lent)                             |
| C4 <sub>H</sub> | Pause              | (attendre)  |

Données d'éclairage : le bit 7 est à 0 : 0xxxxxxx

À chaque lampe correspondent deux octets :

premier octet : numéro de lampe (0 à 127)

deuxième octet : intensité lumineuse (0 à 127), 0 correspond à l'extinction, 1 à 127 donne la gradation, en allant de pleins feux à l'obscurité.

Le nombre d'échelons possibles dépend du nombre de modules connectés. Pratiquement, on va de 0 à 105 (cf. tableau 4).

Tableau 6 – Codes opératoires pour la commande des lampes.

« *Soft\_Start* » et « *Soft\_Stop* » : le logiciel de commande fait commencer ou arrête le programme d'éclairage que le « *Prog Modus* » avait initié.

« *Ende\_Daten* » : cette commande doit figurer à la fin d'un programme d'éclairage initié par un « *Prog Modus* ». Elle occasionne un redémarrage du programme lumineux (boucle sans fin).

« *Micro\_Ein* » : le déroulement du programme lumineux tient compte de l'intensité de la musique ; s'il n'y a pas de signal musical, la commutation s'opère très lentement.

« *Micro\_Aus* » : le clignotement observe une fréquence fixe.

« *Set\_Speed* » : On trouve ici la possibilité de déterminer le retard constant qui suit chaque niveau de gradation. Après émission de cette commande, le système attend un octet qui indique le délai souhaité (1 = rapide, 255 = lent).

« *Pause* » : attente constante d'une intervention.

**Exemples :**

Dans les exemples qui suivent, il faut envoyer à la monocarte les octets cités les uns derrière les autres par l'interface Centronics. Pour l'Atari, il existe le programme « *Sendbyte* », disponible également sur la disquette, pour le C-64, le paragraphe « Pilotage par le C-64 » donne la liste complète du programme « *Sendbyte C-64* » qui fait le même office. Quant au PC, il ne devrait pas opposer la moindre difficulté à la transmission d'octets sur le port d'imprimante.

**Exemple 1 :**

Commande directe des lampes par l'ordinateur extérieur (la monocarte exécute immédiatement les commandes).

**Exemple 2 (commande programmée) :**

La monocarte charge un programme d'éclairage que lance la commande *Soft\_Start*.

**Exemple 3 :**

La programmation au moyen d'un autre ordinateur sous BASIC.

Créer un programme d'éclairage, un cheillard par exemple, n'exige pas de saisir manuellement toutes les données. Il est bien plus agréable de les introduire au moyen d'un autre ordinateur, éventuellement en BASIC.

**Exemple 1 (interrupteur S1 = 1, S2 = 0)**

| Octet           | Fonction  |
|-----------------|---|
| 83 <sub>H</sub> | une nouvelle série de données suit  |
| 00 <sub>H</sub> | lampe 0   |
| 00 <sub>H</sub> | luminosité 0 (autrement dit, extinction)  |
| 02 <sub>H</sub> | lampe 2   |
| 20 <sub>H</sub> | luminosité 20 <sub>H</sub>  |
| 84 <sub>H</sub> | et ceci termine... la transmission  |
| ➔               | La lampe 0 s'éteint et la lampe 2 s'éclaire au niveau correspondant à 20 <sub>H</sub> |
| 85 <sub>H</sub> | <i>Dimmen_Up</i> : toutes les lampes brillent de plus en plus                         |
| 86 <sub>H</sub> | <i>Dimmen_Down</i> : baisse un peu l'abat-jour !                                      |
| 82 <sub>H</sub> | <i>Ein</i> : toutes les lampes s'allument   |
| 81 <sub>H</sub> | <i>Aus</i> : il fait tout noir !  |

**Exemple 2**

| Octet           | Fonction   |
|-----------------|--|
| 87 <sub>H</sub> | fait démarrer <i>Prog Modus</i>  |
| C3 <sub>H</sub> | <i>Set_Speed</i>   |
| FF <sub>H</sub> | constante de temps à FF <sub>H</sub> (maximum)   |
| 82 <sub>H</sub> | <i>Ein</i> (pleins feux)   |
| 81 <sub>H</sub> | <i>Aus</i> (toutes les lampes s'éteignent)   |
| C0 <sub>H</sub> | <i>Ende_Daten</i> (fin de données)   |
| 89 <sub>H</sub> | <i>Soft_Start</i> : fait démarrer le programme d'éclairage   |
| ➔               | à présent, toutes les lampes raccordées se mettent à clignoter au rythme prescrit par <i>Set_Speed</i> . |
| ➔               | On arrêtera le programme lumineux par la transmission d'un <i>Soft_Stop</i> .                            |
| 8A <sub>H</sub> | <i>Soft_Stop</i> .   |

**Exemple 3**

| Commande                        | Fonction                  |
|---------------------------------|---------------------------|
| <b>A=30</b>                     |                           |
| <b>Lprint chr\$(131);</b>       | nouvelles données suivent |
| <b>For t=0 to 15</b>            |                           |
| <b>Lprint chr\$(t)chr\$(A);</b> | lampe t à la luminosité A |
| <b>Next t</b>                   |                           |
| <b>Lprint chr\$(132);</b>       | enregistrer les données   |

Dans cet exemple, on transmet les informations sous forme d'octets par la commande « *Lprint* » qui les dirige vers le port d'imprimante auquel est connectée la monocarte. Le logiciel « *Sendbyte* » dispose des routines nécessaires. Au fil du temps, on se constitue une bibliothèque de ces petites routines qui simplifient la vie quand on écrit ses propres programmes lumineux. La monocarte les exécute ensuite en « *Prog Modus* ».

**Le logiciel « *Sendbyte* »**

*Sendbyte* est écrit en BASIC GFA pour Atari. Il permet de transmettre quelques octets par le port d'imprimante. En outre, on y découvre comment réaliser sans effort un cheillard ou un clignotant. Il arrive aussi à faire varier l'intensité des lampes, c'est bien le minimum, pour un jeu d'orgue ! On y trouve également un programme lumineux simple.

On peut aussi passer en « *Prog\_Modus* » de la manière décrite avec commande 87<sub>H</sub>, puis lancer *Sendbyte*, envoyer un code C0<sub>H</sub> (*Ende\_Daten*) et un 89<sub>H</sub> (*Soft\_Start*) et voilà le chenillard en marche sur la monocarte autonome !

## Pilotage par le C-64

*Sendbyte* C-64 permet d'envoyer des données du C-64 à la monocarte via le port utilisateur (à l'adresse 56577). Le branchement est expliqué dans le tableau 2. La broche PC2 sert de mise en liaison (*handshake*) pour le circuit d'E/S 6226 du C-64. Son niveau devient bas pendant une courte période à chaque octet qui se présente sur le port utilisateur, c'est donc l'équivalent du signal de transfert (*strobe*). Comme son fonctionnement est automatique, il n'a aucune réper-

cussion sur le logiciel. FLAG2 est une entrée à relier au signal d'occupation (*busy*) de la monocarte. Il faut systématiquement le tester parce que c'est lui qui détermine si l'on peut envoyer un octet et c'est précisément ce qu'on fait à la ligne 500 du programme en BASIC. Tant que ce bit est à 0, il n'est pas possible de transmettre de données.

En raison de l'incompatibilité du support, le programme en BASIC pour le C-64 n'est pas repris sur la disquette. Celui qui possède encore ce bon vieux C-64 aura l'avantage de ne pas immobiliser son PC pour entraîner le jeu d'orgue, en revanche, il lui faudra saisir au clavier les quelques lignes (utiles) du programme de la liste 1.

Les lignes 150 et 160 contiennent les codes nécessaires au transfert d'octets vers la monocarte.

Les lignes 200 à 310 donnent un exemple de programmation d'un chenillard.

Bien que le BASIC du C-64 ne soit pas des plus rapides, la commande des lampes n'en souffre aucunement.

## Échange de données par « *Transfer* »

Voici un programme qui permet de transférer ce qu'on veut du disque dur ou d'une disquette, via le port d'imprimante de l'Atari, à destination de la monocarte. Comme d'habitude, on sélectionne le fichier dans une boîte de dialogue.

En outre, on dispose de la faculté de visualiser les données sur écran, aussi bien au format hexadécimal qu'en notation ASCII. De quoi s'assurer de la validité des données transmises, même si la procédure dure un peu plus longtemps.

Certains assembleurs exigent que le programme débute à l'adresse 0000<sub>H</sub>. Comme la plupart des programmes pour la monocarte commencent en 8000<sub>H</sub>, l'assembleur remplit généralement de lui-même le vide entre 0000<sub>H</sub> et 7FFF<sub>H</sub>, puis fait suivre le programme assemblé. Ces 32 Koctets inutiles ne doivent pas être expédiés à la monocarte. C'est pourquoi, chaque fois qu'un fichier est plus long que 32 Ko, les trente-deux premiers sont délibérément négligés, seule la suite est transmise. En revanche, les programmes localisés entre 0000<sub>H</sub> et 3FFF<sub>H</sub> (domaine d'EPROM) sont transmis intégralement.

« *Transfer* » a été écrit en BASIC GFA, mais est disponible en ASCII ; nul besoin de le compiler.

## En guise de conclusion

La combinaison de matériel et de logiciel que nous venons de parcourir ensemble n'est que la partie visible de l'iceberg. Elle permet de démontrer que la monocarte peut parfaitement exécuter des routines dont la chronométrie est exigeante, même si l'ordinateur en commande est lent. Quantité de choses sont possibles au départ des codes de commande simples du jeu d'orgue. Mais il y en a bien plus encore qui peuvent germer, tant au niveau du matériel que du logiciel, de la créativité et du savoir-faire de nos lecteurs. Depuis la définition de nouvelles commandes jusqu'au développement de modules complémentaires pour stroboscope, tubes luminescents, banc laser, etc.

Question d'inventivité et de fantaisie, peut-être.

```

1  rem le C-64 peut lui aussi jouer avec la monocarte !
2  rem En BASIC, la transmission de données est lente,
3  rem mais ce n'est pas grave, la monocarte commande
4  rem malgré tout les lampes !
5  rem Pour aller plus vite, il faut combiner au BASIC
6  rem du langage machine. Le programme en BASIC montre
7  rem comment on se sert du port utilisateur et du
8  rem drapeau d'occupation (busyflag).
9  rem by stefan seidenberg 1992
10 userport=56577          :rem adresse port utilisateur
20 ddr=56579              :rem data direction register
30 busyflag=56589        :rem reçoit si bit 4 = 1
40 poke ddr, 255         :rem port utilisateur en sortie
90 rem *** boucle principale ***
100 print "introduire les valeurs (0... 255)"
110 input "-2: chenillard, -1: fin"; a
120 if a=-2 then gosub 200
130 if a=-1 then end
140 if a<0 then 100
150 gosub 500 :rem attendre que la monocarte soit prête à recevoir
160 poke userport, a      :rem transmettre l'octet
170 goto 100
190 rem *** chenillard ***
200 for t=0 to 7
210 gosub 500: poke userport, 131 :rem nouvelles données
220 gosub 500: poke userport, t   :rem lampe t
230 gosub 500: poke userport, 1   :rem luminosité à 1
240 gosub 500: poke userport, 132 :rem prêt
250 for r=1 to 50: next r         :rem attendre
260 gosub 500: poke userport, 131 :rem lampe 1 de
270 gosub 500: poke userport, t   :rem nouveau éteinte
280 gosub 500: poke userport, 0
290 gosub 500: poke userport, 132
300 next t
310 return
490 rem *** tester si la monocarte est en réception ***
500 if (peek(busyflag) and 16) = 0 then 500
510 return

```

Liste 1 – Le programme « *Sendbyte* C-64 » pour le transfert de données entre le C-64 et la monocarte.

# Le 8032 en thermostat avec convertisseur température/fréquence

Ulrich Kunz

Voici comment transformer le SIMCAD en thermostat. Un convertisseur température/fréquence, bâti sur des composants tout à fait courants, conduit à une solution bon marché. Le montage illustre en plus comment utiliser le temporisateur du 8052 ou du 80C32, grâce à un logiciel adaptable à ses besoins. Il n'y a malheureusement pas de connexions prévues sur le SIMCAD à l'entrée de temporisation du microprocesseur. Mais deux petits fils, entre les broches 14 et 15 et certains contacts initialement prévus sur le connecteur (en abondance) pour la masse permettent de résoudre simplement le problème.

## Le convertisseur température/fréquence

Il se compose d'un circuit intégré CMOS du type 555, d'un petit régulateur de tension de 5 V, deux résistances, une thermistance et quatre condensateurs (cf. figure 1). Comme tous ces composants sont disponibles en version CMS (montage en surface), il est possible de les installer sur une minuscule platine de six millimètres de large et de quarante-cinq millimètres de long. Elle constitue le capteur de température et peut se loger dans un tube étanche. C'est la fréquence du signal qui véhicule l'information de température. Le bénéfice : on peut relier la sonde par un fil relativement long sans crainte d'erreur de mesure. L'ensemble du système constitue ainsi un thermomètre. Comme thermistance et convertisseur sont logés sous le même boîtier, il n'y a aucun risque de dérive au cours des mesures.

La liaison au SIMCAD est réalisée en fil blindé. La broche 3 du 555 est ainsi reliée via le condensateur C14 à la broche 15 du microprocesseur.

## Programme 1

Ce programme, recopié dans la liste numéro 1, traite les signaux qui arrivent à la broche 15 du microprocesseur. À la ligne 10, on change le mode de fonctionnement du premier temporisateur pour le positionner en compteur. Ce genre de modification peut avoir des conséquences fâcheuses lors de la programmation d'une EPROM, accident qui ne risque d'arriver qu'avec un 8052, puisque le 8032 n'est pas, tel quel, en mesure d'en programmer. La cause de ce genre de dysfonctionnement réside dans le fait que le port sériel ne réagit plus correctement et que les instructions PWM sont perturbées. Dans le cas présent, c'est sans importance. La ligne 20 fait démarrer l'horloge en temps réel qui servira de référence temporelle pour le

classement des enregistrements thermométriques. La conversion en mesure de température de la fréquence qui atteint la broche 15 s'opère à partir de la ligne 40, où

le temporisateur 1 est initialisé à zéro ; après quoi on marque une pause, par le truchement de la boucle à la ligne 50. Les 630 itérations durent environ une seconde (pour

```
8 DIM A(10)
9 I=1
10 TMOD=16+64
20 CLOCK 1
30 TIME=0 : DBY(71)=0
40 TIMER1=0
42 A(I-1)=A(I)
43 I=1
50 FOR Z=0 TO 629
60 NEXT Z
62 A(I)=TIMER1
70 PRINT INT(TIME),A(I),A(I)-A(I-1)
80 GOTO 40
```

Liste 1 – La mesure de température est rendue accessible au SIMCAD grâce à une conversion analogique/numérique d'une température en fréquence.

```
5 PORT1=0
10 DIM A(10)
20 REM Ici intervient la température de consigne
25 REM affichée sur les interrupteurs DIP.
30 TSO=XBY(C000H)
100 REM Convertisseur température/fréquence
110 I=1
120 TMOD=16+64
130 TIMER1=0
140 A(I-1)=A(I)
150 I=1
160 FOR Z=0 TO 100
170 NEXT Z
180 A(I)=TIMER1
190 REM Ici intervient la fonction d'étalonnage du
191 REM convertisseur fréquence/température de la forme
192 REM TS=f(a(i)), par exemple une équation linéaire
195 REM comme TS=pente*A(i)-abscisse en zéro,
196 REM ou mieux, un polynome TS=a0+a1*A(i)+a2*A(i)^2
200 TS=0.01*A(I)-50
205 PRINT " TSO = ",TSO," TS = ",TS," Déviation =",TS-TSO
210 REM Le chauffage s'enclenche en dessous de cette
211 REM température et se coupe au-dessus.
220 IF TSO<TS THEN PORT1=0
230 IF TSO>=TS THEN PORT1=255
240 GOTO 20
```

Liste 2 – Extension du programme 1 pour atteindre la régulation de température.

une horloge du microprocesseur à 12 MHz). Ce délai peut être raccourci pour augmenter la résolution (les valeurs choisies pour le convertisseur température/fréquence correspondent à une fréquence de 40 kHz à la température ambiante). La valeur actuelle du temporisateur 1 est alors placée dans la variable A(I) : c'est un relevé thermométrique. Après étalonnage, le microprocesseur transformera cette valeur en température réelle et l'affichera. La ligne 70 provoque l'impression de la valeur A(I), c'est la fréquence exprimée en hertz. On en profite pour imprimer aussi la différence avec la mesure précédente. On juge alors directement de l'évolution de la température. Cette différence  $A(I) - A(I-1)$ , dans le cadre d'un régulateur PID (à action proportionnelle), peut servir à calculer l'intégrale de la fonction. La précision, eu égard à la parcimonie du matériel mis en œuvre, est très haute. Une fois stabilisée la température de la sonde, la valeur affichée oscille de plus ou moins une unité, ce qui équivaut à une résolution supérieure à quinze bits. Le programme 1 mesure donc des fréquences : voilà qui permet de transformer le SIMCAD en un fréquencemètre précis jusqu'à environ 400 kHz.

## Le programme 2

Ce programme est une extension du premier qui transforme le SIMCAD en régulateur de température. À la ligne 30, la température affichée sur les interrupteurs DIP est enregistrée comme point de consigne. On retrouve aux lignes 100 à 180 le noyau du programme 1. Ici, la boucle de retard (l'instruction 160) est réduite pour accélérer la régulation. À partir de la ligne 160, la valeur A(I) est transformée en température et le chauffage est commuté ou non par le port 1 suivant que la température de consigne est atteinte ou non. C'est le travail de T1 et de la LED qu'il commande, incluse probablement dans un relais à semi-conducteurs. Avec les programmes 1 et 2, le SIMCAD se révèle un régulateur de chauffage très pratique pour beaucoup d'usages. On peut citer par exemple le chauffage d'un aquarium, d'une piscine mais également dans des systèmes plus complexes de commande du chauffage central domestique en utilisant un convertisseur température/fréquence comme sonde extérieure. Il est parfaitement possible d'affiner le processus en y incorporant un réglage à action proportionnelle comme le PIB. On peut aussi envisager de l'utiliser comme centrale de mesures multiples en se servant du port 1 pour commander un multiplexeur.

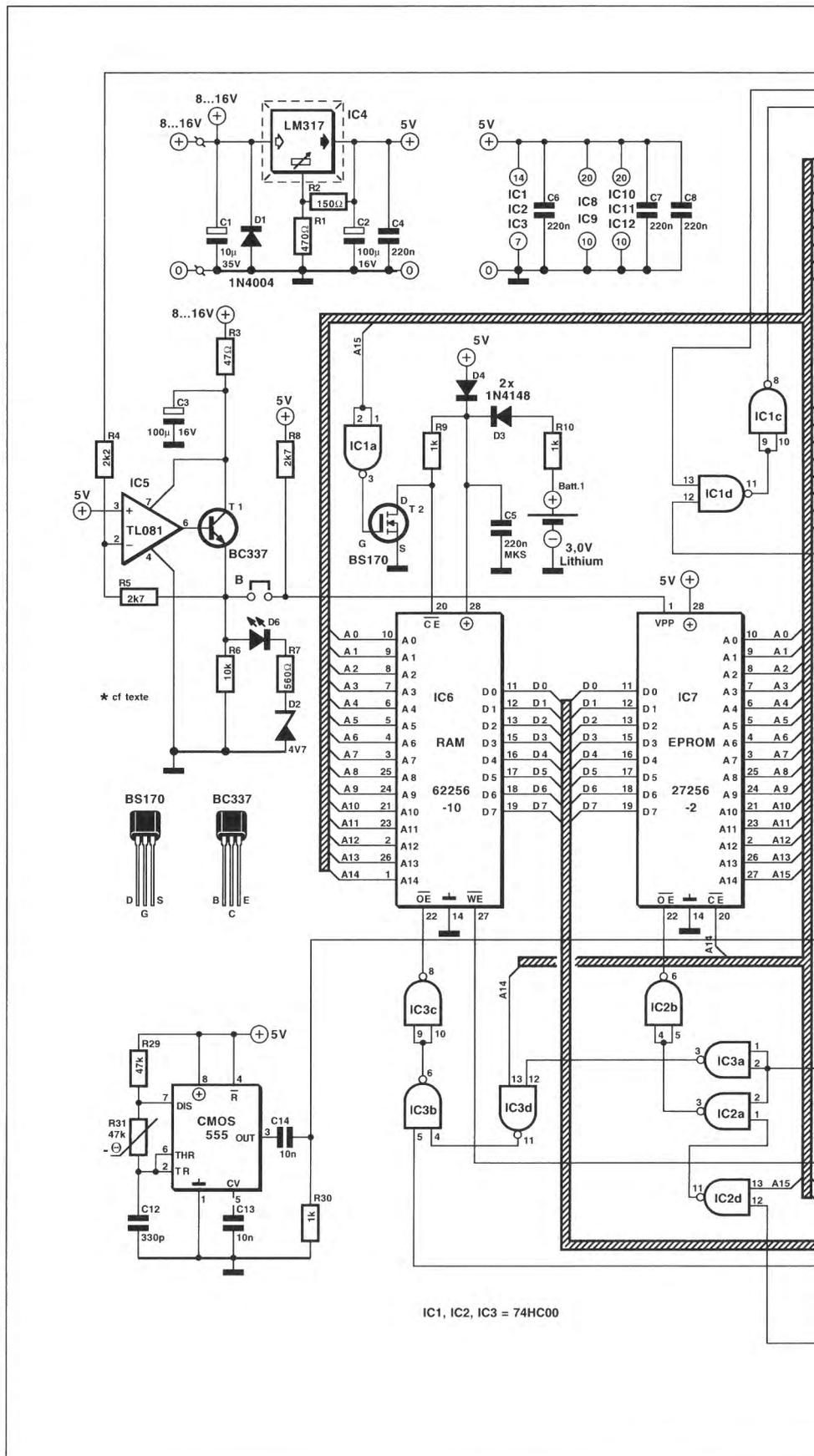
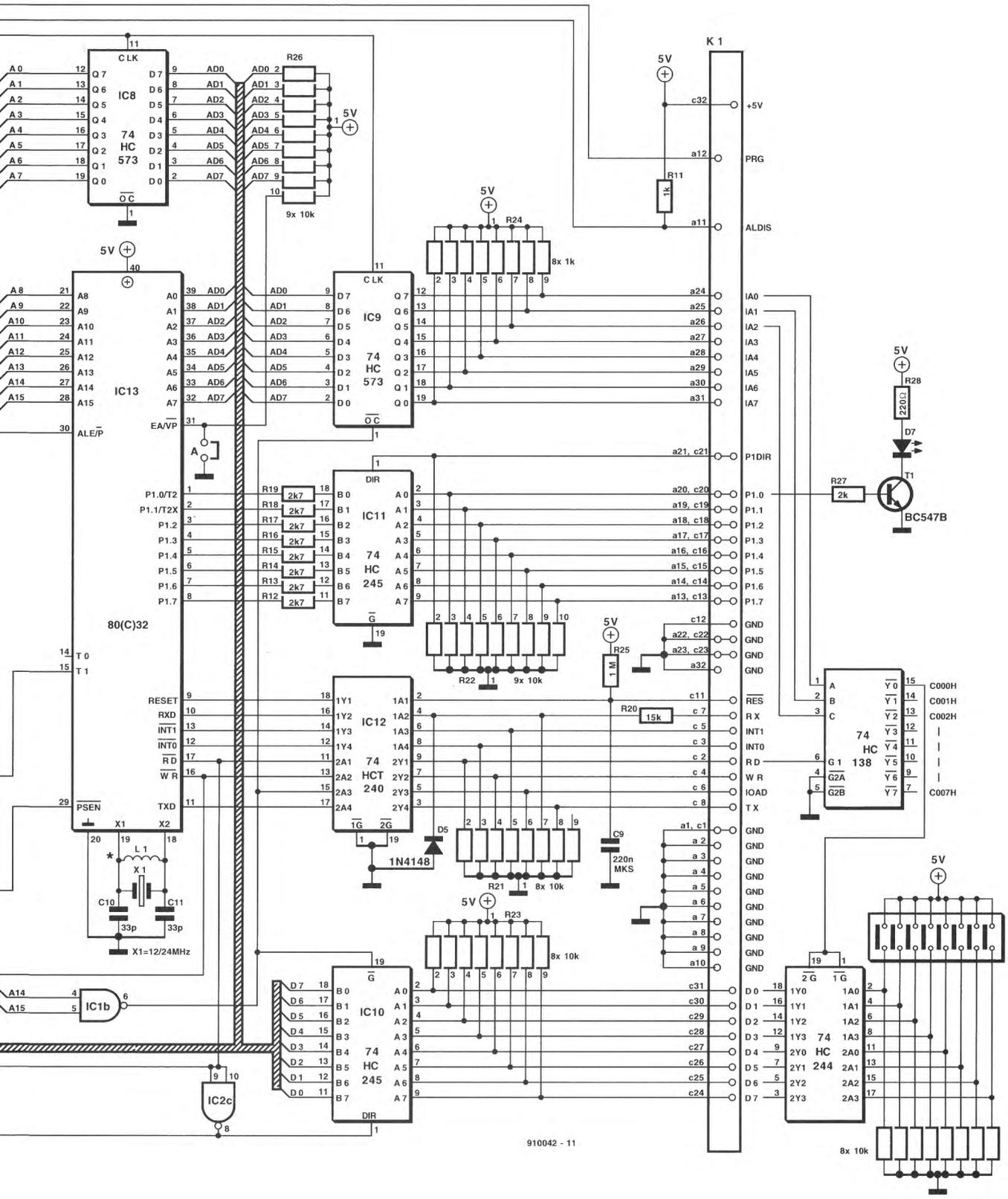


Figure 1 – Les extensions au SIMCAD pour réaliser ce projet sont bien minimales.



910042 - 11

# Platine d'expérimentation pour le processeur AT89C2051

Les microcontrôleurs proposés par ATMEL jouissent d'un popularité grandissante. La platine d'expérimentation que nous vous proposons pour suivre cette tendance vous permettra d'explorer de nouveaux domaines d'applications.

## Présentation

La platine d'expérimentation est un système minimal avec une horloge en temps réel, une touche de remise à zéro, un régulateur de tension pour le fonctionnement sur 5 V et une interface sérielle pour le raccordement à un PC.

## Microcontrôleur à huit bits avec une EEPROM FLASH de 2 Ko

Le microcontrôleur AT89C2051 est un processeur à huit bits à hautes performances doté d'une mémoire de 2 Ko effaçable électriquement (FLASH). Le composant, fabriqué suivant le procédé à haute densité d'ATMEL, est compatible avec le jeu d'instructions du standard industriel MCS51. La combinaison de l'unité centrale du 8051 et d'une mémoire FLASH fait du 89C2051 un microcontrôleur puissant, qui apporte des solutions souples et économiques dans de nombreuses applications d'automatisme.

L'AT89C2051 possède les caractéristiques courantes suivantes : deux kilo-octets d'EEPROM FLASH, quinze lignes d'entrées/sorties, deux compteurs/temporisateurs à seize bits, cinq sources d'interruptions sur deux niveaux, interface sérielle bi-directionnelle, oscillateur d'horloge intégré.

De plus, sa conception permet un fonctionnement entièrement statique, avec une horloge jusqu'à 0 Hz, et il possède deux modes de fonctionnement économique en énergie.

Le mode IDLE arrête l'unité centrale, alors que la RAM, les compteurs/temporisateurs, l'interface

## Caractéristiques de l'AT89C2051

- Compatible avec les composants de la famille MCS51
- EEPROM FLASH de 2 Ko

## Mémoire :

- endurance : 1000 cycle effacement/écriture
- rétention des données : 10 ans
- tension d'alimentation de 2,7 V à 6 V
- fonctionnement entièrement statique : 0 Hz à 24 MHz
- deux niveaux de protection de la mémoire de programme
- 128 octets de RAM interne
- 15 lignes d'E/S programmables
- deux compteurs/temporisateur à 16 bits
- cinq sources d'interruption
- canal sériel UART programmable
- sorties capables de piloter des LED
- comparateur analogique intégré
- modes d'économie d'énergie IDLE et POWERDOWN

sérielle et le système d'interruptions continuent de fonctionner.

Le mode POWERDOWN arrête aussi l'oscillateur et bloque le fonctionnement de tous les organes jusqu'à la prochaine remise à zéro matérielle. Il conserve dans tous les cas le contenu de la RAM.

## Schéma de la platine d'expérimentation

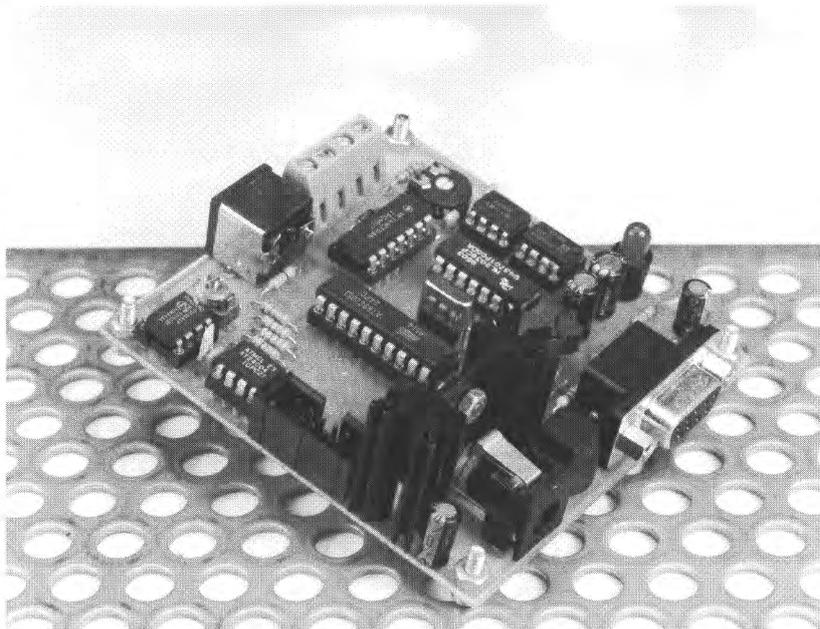
La figure 1 représente le schéma de la platine d'expérimentation. Le port 1 (P1.0 à P1.7) est accessible par le connecteur J1, avec une alimentation (masse et +5 V) disponible pour les périphériques éventuels.

Comme la communication avec le PC se passe de lignes de dialogue, l'interface sérielle a été construite en composants discrets avec T1 et T2. La prise SUBD-9 permet le raccordement au PC par un câble droit.

L'alimentation est assurée par un bloc secteur connecté à K1. La diode D1 protège le montage contre les inversions de polarité. Le radiateur du régulateur U1 est calculé assez largement pour laisser de l'énergie disponible pour les périphériques. La LED D2 indique la présence de la tension d'alimentation.

Le condensateur C3 crée l'impulsion de remise à zéro à la mise sous tension ; le poussoir S1 permet la remise à zéro à tout moment pendant la marche normale.

Un bus sériel I2C est reconstitué par logiciel sur le port P3 : SCL = P3.5, SDA = P3.7. La platine comporte une horloge en temps réel PCF8583 raccordée à ce bus et un support de circuit intégré à



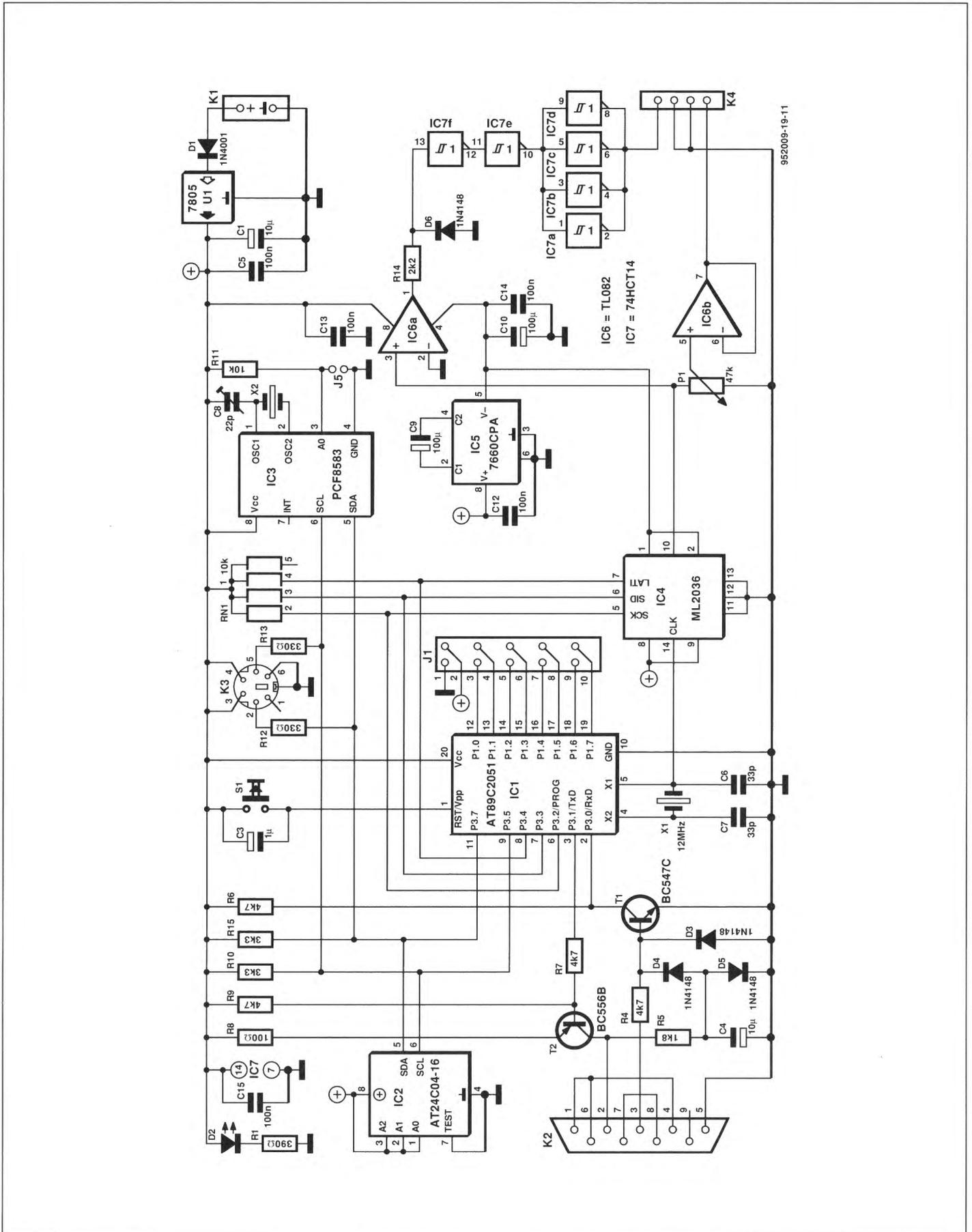


Figure 1 – La carte d'expérimentation AT89C2051 comporte un bus I2C simulé, une horloge en temps réel et un générateur de sinus.

huit broches destiné à une mémoire EEPROM sérielle (AT24C01 à AT24C16). Les lignes d'adresses de l'EEPROM sont fixées au niveau haut, de ce fait l'horloge ne peut pas cohabiter sur la platine avec une mémoire AT24C16. L'adresse de l'horloge est fixée par le cavalier J5 (absent = haut, présent = bas).

Le bus I2C est accessible de l'extérieur, de même que l'alimentation, grâce au connecteur mini-DIN, « standard » I2C d'Elektor.

La platine d'expérimentation offre une autre application intéressante, avec le générateur de sinus numérique ML2036. Ce circuit intégré produit des ondes sinusoïdales très précises entre 0,76 Hz et 50 kHz. Le pilotage de ce circuit utilise trois lignes de l'AT89C2051 : l'horloge sérielle (SCL) par la ligne P3.2, la ligne de données sérielles (SID) par P3.3 et la ligne de scrutation (LATI) par P3.4. Le signal d'horloge indispensable est dérivé de la sortie de l'oscillateur à quartz (XTAL1, broche 5) de l'AT89C2051.

La tension d'alimentation négative du ML2036, -5 V, est produite par le circuit intégré classique IC5. Le signal sinusoïdal synthétisé est disponible sur la broche 10 ; il est amplifié par IC6B avant d'être appliqué au connecteur K4. L'amplitude est réglable au moyen de P1. Simultanément, le signal sinusoïdal est transformé par IC6A, R14, D6 et IC7 en un signal rectangulaire TTL, appliqué lui aussi à K4.

## Construction

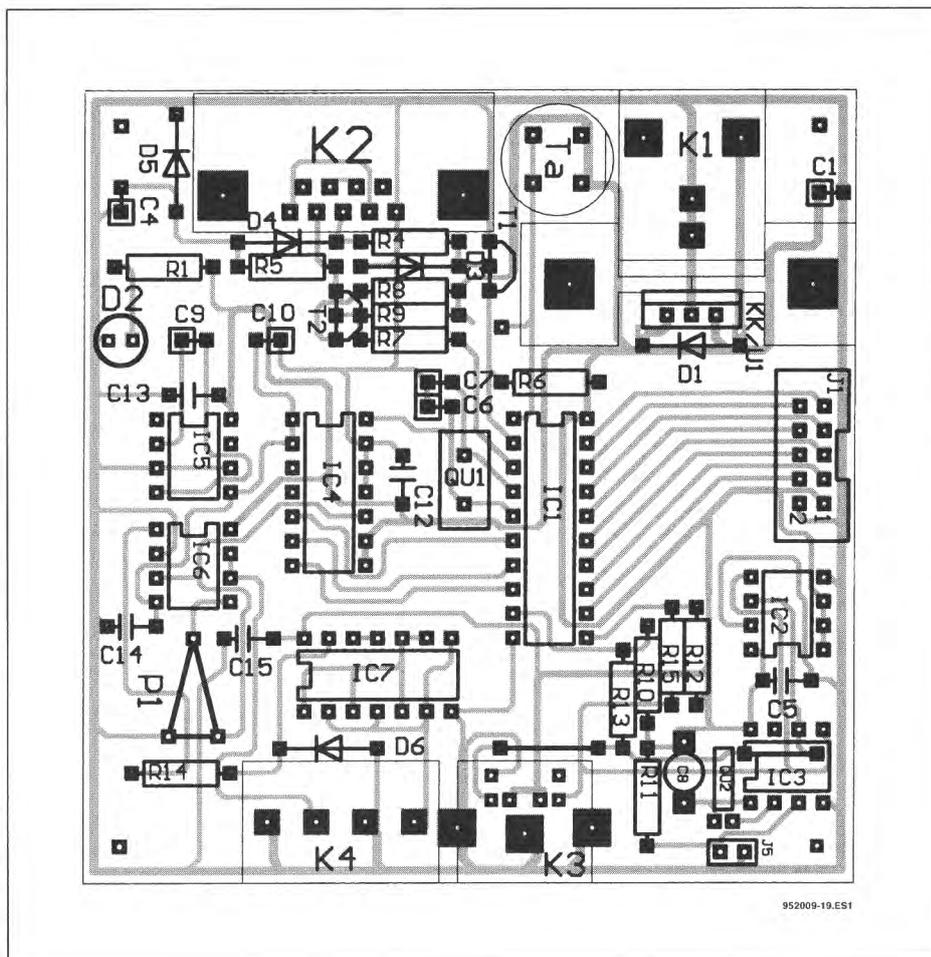
La construction ne doit pas poser de problème, grâce au dessin de circuit imprimé (au milieu du magazine), au plan d'implantation et à la liste des composants.

## Logiciel

Le logiciel de démonstration qui se trouve sur la disquette, avec le texte source, comporte des exemples de programmation de l'horloge en temps réel, de la lecture et de l'écriture de l'EEPROM sérielle ; l'exemple de programmation du générateur de sinus produit diverses fréquences audibles par un haut-parleur connecté à K4.

## Bibliographie :

Le manuel du bus I2C, éditions Publitronec  
 Feuille de caractéristiques AT89C2051  
 Feuille de caractéristiques ML2036  
 Elektor n°203 mai 1995, pour deux réalisations :  
 Page 62, un générateur de sinus à ML2036.  
 Page 17, un programmeur de 8x51, FLASH et EPROM, capable de programmer, entre autres, la mémoire FLASH des 89C2051.



## Résistances :

- R1 = 390 Ω
- R4, R6, R7, R9 = 4,7 kΩ
- R5 = 1,8 kΩ
- R8 = 100 Ω
- R10, R15 = 3,3 kΩ
- R12, R13 = 330 Ω
- R14 = 2,2 kΩ
- RN1 = 4 x 10 kΩ
- P1 = 47 kΩ à plat, pas 5 x 10

## Condensateurs :

- C1, C4 = 10 μF/16 V radial, pas 2,5
- C3 = 1 μF/16 V radial, pas 2,5
- C5, C12 à C15 = 100 nF
- C6, C7 = 33 pF
- C8 = ajustable 22 pF, 2 pôles pas 5
- C9, C10 = 100 pF/16 V debout, pas 2,5

## Semi-conducteurs :

- D1 = 1N400x
- D2 = LED rouge 5 mm
- D3 à D6 = 1N4148
- U1 = 7805
- IC1 = AT89C2051

## IC2 = AT24C01

(en option AT24C02 à 16)

IC3 = PCF8583

IC4 = ML2036 (DIL)

IC5 = ICL7660

IC6 = TL082

IC7 = 74HCT14

T1 = BC547 ou équivalent

T2 = BC558 ou équivalent

## Divers :

- X1 = quartz 12 MHz
- X2 = quartz 32,768 kHz, miniature
- Refroidisseur SK104/25 pour U1
- Support 8 broches pour IC2
- Support 20 broches pour IC1
- J1 = connecteur HE10 10 points mâle
- J5 = barrette 2 points
- K1 = prise d'alimentation pour CI
- K2 = prise SUBD-9 pour CI
- K3 = prise mini-DIN 6 points pour CI
- K4 = bornier à vis pour CI, quatre points pas 5 mm,
- S1 = touche D6
- Circuit imprimé

Liste des composants de la platine d'expérimentation.

# Variateur de vitesse à microprocesseur pour modèle réduit à deux moteurs

Un assembleur du domaine public et un programmeur d'EPROM raccordé à un PC suffisent pour exploiter toutes les possibilités du matériel et donner la vie à un modèle de bateau ou de camion sans le fatras habituel de circuits auxiliaires. Le prototype du variateur anime un « Snow-Tiger » de Conrad ; il a été mis au point parce que ni les magazines d'électronique ni les fabricants habituels ne proposent de télécommande sur mesure pour ce modèle. La comparaison avec un modèle de chariot élévateur construit précédemment a montré qu'à partir de deux moteurs à commander, le microprocesseur est la meilleure solution, autant pour la taille que pour la complexité.

## Pourquoi un variateur de vitesse à microprocesseur ?

Les fabricants connus de matériel de télécommande proposent des variateurs pour toutes les tensions, toutes les puissances et toutes les fonctions. Peu importe que vous ayez une batterie d'accumulateurs à quatre ou à vingt éléments, que vous vouliez une inversion de polarité ou un freinage électrique, que le récepteur doive être alimenté par les accumulateurs de traction, il existe un modèle ou un kit adapté.

Bien sûr, mais pour le même prix, on peut s'offrir le modèle réduit en plus ; le variateur à couplage optique et refroidissement à air ou à eau, suivant le cas, ne laisse pas le choix de la technique entre FET, BEC, HEC, TOP, PCO, PSP ou THP...

Si le modéliste intrépide veut animer un engin à chenilles ou un bateau à plusieurs moteurs, les fabricants ne proposent rien d'autre que des mélangeurs mécaniques et des rhéostats. Si on s'en tient à des variateurs électroniques (parce que les variateurs mécaniques finissent toujours par brûler, et au plus mauvais moment), il faut prévoir quelques milliers de francs pour un nouvel ensemble de télécommande avec ses variateurs, les accessoires et les à-côtés.

Quant à lui, le possesseur d'une télécommande avec connexion à un PC peut se rengorger et parcourir sa réserve de modèles ; il n'est pas près de trouver l'idée originale qui lui permettra de faire fonctionner correctement ensemble les six moteurs électriques d'une pelle mécanique.

## Le matériel décrit permet :

- la commande par impulsion de deux moteurs à courant continu ;
- des étages de sortie séparés, pour des puissances et des modes de fonctionnement au choix (unipolaires, inversion par relais, pont complet) ;
- trois sorties tout ou rien (fonctions de commutation) ;
- une alimentation souple ;
- un raccordement simple au récepteur.

## Le logiciel proposé permet :

- le repérage automatique de la position neutre du manche de commande ;
- le pilotage de deux moteurs avec possibilité de mélange de voies ;
- la commutation liée à la vitesse et à l'accélération (feux stop) ;
- deux commutations (mémorisables) par une voie proportionnelle (phares, klaxon) ;
- le freinage d'urgence en cas de défaillance de l'émetteur ou de parasites.

Le variateur que nous proposons ici offre une porte de sortie, avec des fonctions particulières en plus de la possibilité de mélanger des voies. La conception à microprocesseur combine au mieux la modulation de largeur d'impulsion avec les étages de sortie séparés et un minimum de matériel, pour permettre une adaptation idéale au modèle à commander, même avec des ensembles de télécommande simples et bon marché.

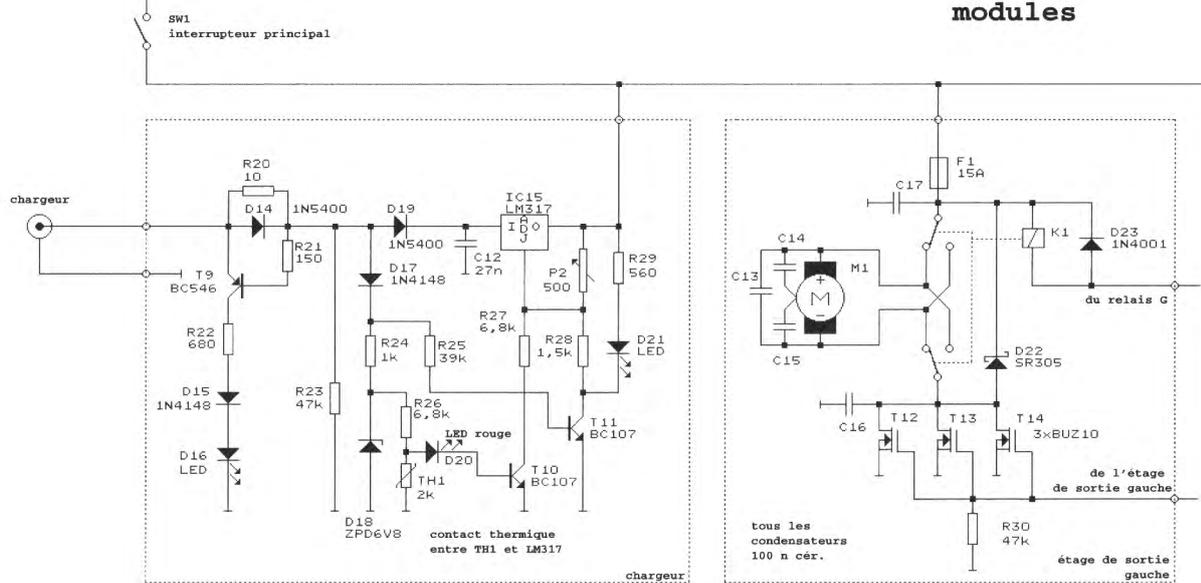
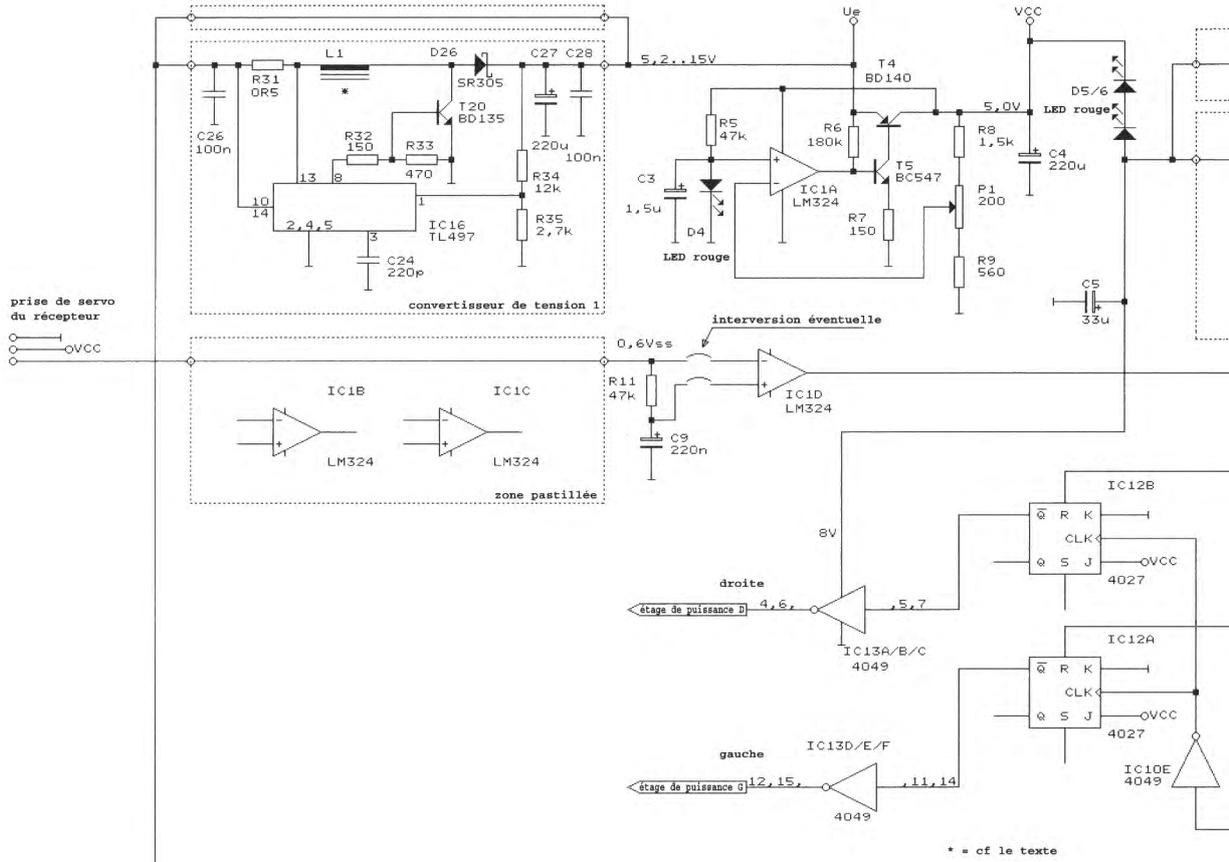
Le variateur que nous décrivons est parfaitement reproductible, mais il s'agit plutôt d'un exemple de ce qui est réalisable. Comme il est beaucoup moins cher qu'un modèle du commerce, il peut rester à demeure dans un modèle réduit et être adapté à ses exigences particulières.

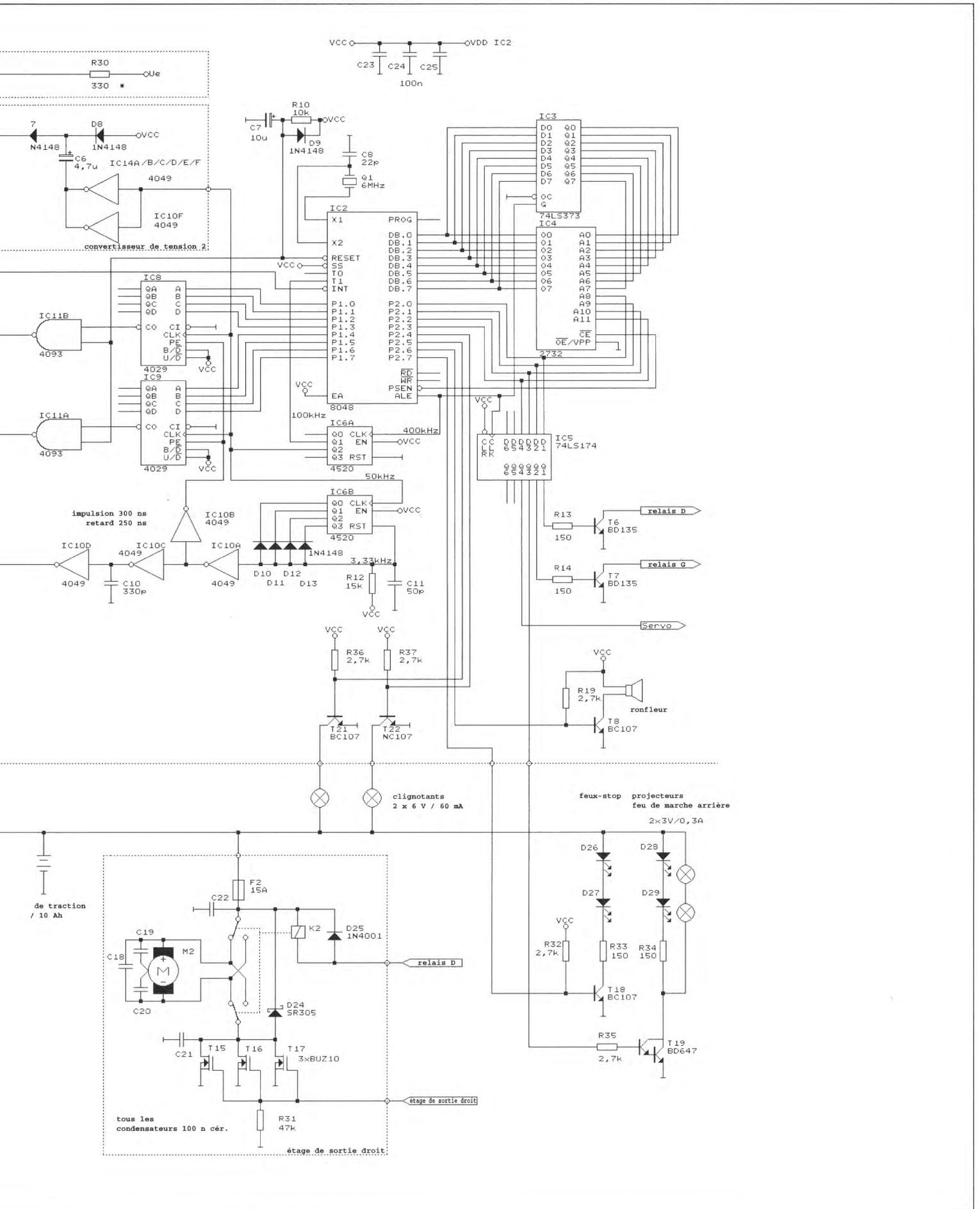
Le matériel comme le logiciel sont conçus de façon modulaire. Les parties inutiles peuvent donc être laissées de côté ou remplacées par des variantes. Cette particularité des montages maison présente tout son intérêt pour le choix des tensions d'alimentation et des étages de sortie. Les lecteurs qui voudront aller plus loin pourront considérer les parties du logiciel proposé comme des modules à modifier et à recombinaison. Tout le système de mise au point nécessaire se résume à un PC ou compatible quelconque, avec un assembleur aussi quelconque et répandu que TASM (*shareware*).

## Le matériel

Le prototype décrit ici anime le véhicule à chenilles « Snow Tiger » de Conrad. Un ensemble de radio-commande Robbe à quatre canaux en 27 MHz suffit à commander les deux moteurs de traction de type 600, les phares, les feux stop, les clignotants et le klaxon.

Le courant d'alimentation est fourni au calculateur et aux moteurs par un accumulateur au plomb de 6 V/10 Ah, lequel peut être rechargé par un chargeur incorporé à partir de n'importe quelle source de tension, ou à peu près. La source d'alimentation commune n'est pas un avantage en ce qui concerne l'insensibilité aux parasites de la radio-





commande à bande passante relativement large ; de même, la faible tension de l'accumulateur au plomb et sa forte charge ne permettent pas une alimentation imperturbable du calculateur. Pourtant, le prototype a fait la preuve d'un fonctionnement parfait dans ces conditions.

## Étage d'entrée.

Le schéma détaillé du régulateur, **figure 1**, montre distinctement les différents sous-ensembles. On trouve du côté gauche les raccordements au monde extérieur, au-dessus les connexions au récepteur, en bas les bornes de charge pour le raccordement à la source d'énergie.

L'étage d'entrée connecté au récepteur met en forme les signaux destinés au régulateur. Normalement, deux voies ou plus imposent autant de fils entre le décodeur et le régulateur, pour amener les différentes impulsions de voies. Ici, comme toutes les voies sont traitées par le même processeur, nous avons pu nous dispenser du décodeur de voies et de son raccordement encombrant. Au lieu de cela, le régulateur est raccordé avant le décodeur, au démodulateur du récepteur (qu'il s'agisse de modulation d'amplitude ou de fréquence n'a aucune importance), ou à la sortie de l'étage de mise en forme des impulsions. Comme tous les systèmes de radio-commande ont des connecteurs de servo à trois broches (alimentation, masse et signal) et qu'il existe un connecteur pour l'alimentation, il est possible d'utiliser la broche de signal inutilisée pour ressortir le signal multiplexé sans altérer le fonctionnement normal de l'ensemble.

Cette astuce évite les interventions mécaniques délicates qui auraient été nécessaires pour ajouter une prise dans le récepteur. Suivant l'âge, le modèle et la gamme de prix, les organes correspondants du récepteur de radio-commande sont discrets, en CMOS, en TTL ou constitués d'un circuit intégré spécial du fabricant ; les difficultés d'adaptation augmentent dans le même ordre.

## Modification du récepteur

Une fois le récepteur ouvert, il faut localiser le décodeur de voies. Dans la plupart des cas, il se trouve près des connecteurs de servos ; il s'agit du circuit intégré qui est raccordé directement aux connecteurs de sortie. L'installation en marche, l'oscilloscope permettra de repérer la broche d'entrée du signal multiplexé. Si le circuit intégré n'est pas un simple 4051, il comporte aussi des étages d'amplification et de mise en forme ; la bro-

che qui nous intéresse est celle où le signal a la meilleure qualité.

À titre d'exemple, voici une description du récepteur Robbe Terra à quatre voies à modulation d'amplitude. L'étage de sortie était constitué en grande partie de composants discrets et malgré une disposition peu claire, la diode de démodulation est facile à repérer, même sans schéma. Elle est raccordée par quelques résistances à un circuit intégré de type inconnu dans lequel doivent obligatoirement être effectués la mise en forme des impulsions, la synchronisation des trains et le décodage des voies, puisque les quatre broches de sortie des servos sont raccordées directement au circuit intégré. Le circuit lui-même est raccordé à quelques réseaux RC, dont on ne peut que supposer la fonction et les valeurs. Nous n'avons trouvé

### La conception de l'ensemble apporte les avantages suivants :

- aucune altération du fonctionnement normal ;
- un seul câble pour toutes les voies et l'alimentation ;
- déplacement facile du récepteur dans un autre modèle, sans écheveau de câbles ;
- possibilité de mise en parallèle de plusieurs régulateurs ;
- réjection efficace des parasites par le décodage dans le calculateur de toutes les voies, même inutilisées, avec un contrôle de cohérence.

sur aucune broche un « beau » signal multiplexé aux normes TTL ; le seul signal disponible est une sortie du démodulateur, arrondie avec une amplitude de 700 mV. Ce signal a été appliqué par un morceau de fil de câblage à la broche libre de la prise d'alimentation. Terminé.

Cette méthode permet de trouver un point de connexion approprié dans tous les appareils (exception faite des modèles PCM, codage par modulation d'impulsions). L'amplificateur d'entrée C1D compare le signal à sa valeur moyenne, établie par R11/C9, si bien que le signal de sortie est calibré à 0,4 V-5 V de crête à crête sans aucun réglage.

Dans la réalisation en circuit imprimé, les entrées de l'amplificateur opérationnel IC1D sont raccordées par des fils qui permettent leur inversion, car le calculateur attend un signal d'entrée inversé. Une zone perforée autour des amplificateurs opéra-

tionnels IC1B et IC1C permet une adaptation pour les cas les moins courants, par exemple si la charge que représente le réseau R11/C9 perturbe le décodage.

La mise en forme et le décodage du signal dans le récepteur continuent de se passer normalement, ce qui permet de raccorder des servos ou des variateurs ordinaires. Il est même possible de connecter en parallèle plusieurs variateurs du type de celui-ci ; le manche de commande principal commanderait alors une grue ou un bras de pelleteuse au lieu des chenilles.

## Le calculateur

La section suivante du schéma, en haut à droite, est le calculateur, qui met à contribution un processeur de la série 8048. Ce processeur très bon marché offre une puissance de calcul suffisante et un jeu d'instructions très facile à apprendre. Pour le débogage, un testeur de niveaux logiques est suffisant, l'oscilloscope et quelques lignes de programme viendront à bout des cas les plus difficiles.

L'application de variateur de vitesse décrite ici se contente de 64 octets de RAM (8035 ou 8048) ; pour des fonctions supplémentaires, il faudra avoir recours aux versions gonflées avec 128 octets de RAM (8039, 8049). Comme la place ne manquait pas pour l'installation d'une EPROM extérieure, nous avons préféré cette solution plus économique à celle des 8748 à EPROM intégrée (d'autant plus volontiers que ces modèles exigent un programmeur spécial) ; leur capacité de 64 octets de RAM et 1 K d'EPROM aurait été suffisante pour notre projet.

Le programme est suffisamment compact pour tenir dans une EPROM de 1 K, mais le circuit est prévu pour une mémoire de 2 K au minimum (2732). Comme ces mémoires sont remplacées périodiquement par des modèles de plus forte capacité (8 K, 16 K ou plus), un nouveau circuit imprimé devrait en tenir compte ; il serait possible alors de sélectionner différents bancs d'adresses par des cavaliers ou des ponts en fil, de façon à loger dans la même mémoire plusieurs versions du programme (par exemple une affectation différente des voies).

Les quatre lignes basses du port P2, bien qu'elles soient utilisées comme lignes d'adresses, sont disponibles comme sorties normales, grâce à IC5. Il est possible en cas de besoin d'utiliser en sorties les huit lignes de bus d'adresse, au moyen d'un octuple verrou commandé par le signal  $\overline{WR}$ . Comme le

récepteur n'occupe que la ligne d'interruption, nous disposons déjà de seize lignes de sortie, en plus des trois lignes du port 2 (P2.3 à P2.5) disponibles pour des extensions.

Le calculateur est cadencé à 6 MHz, la division interne par 15 donne un cycle machine de 2,5  $\mu$ s (400 Hz) sur la broche ALE. Cette fréquence d'horloge est divisée par le compteur A d'IC6. La première prise à 100 kHz sur la broche 4 attaque le compteur d'événements du processeur (broche T1) et constitue la base de temps pour le logiciel de décodage. La deuxième sortie à la broche 5 constitue l'horloge à 50 Hz pour le modulateur de largeur d'impulsions et le convertisseur de tension.

## Modulation de largeur d'impulsions

La commande des moteurs est assurée par un signal dont le rapport cyclique est fixé par le calculateur entre 0 et 100% (en fait, 99,92% seulement ; excuses) en seize pas. La fréquence de récurrence, résultat de la division par 15 dans IC6B, est fixée à une valeur suffisante, 3333 Hz, pour qu'il n'y ait pas à craindre d'effets de démagnétisation dans les moteurs. Pour chaque moteur à vitesse variable utilisé, il faut cinq broches de sortie du calculateur, une pour le sens de rotation et quatre pour la vitesse.

L'étagement, grossier à première vue, est affiné par les défauts de quantification du convertisseur. Dans la plage limite entre deux étages, le régulateur oscille en permanence de part et d'autre de la consigne, si bien que la régulation obtenue est continue.

Les diodes D10 à D13 produisent une impulsion de remise à zéro après quinze impulsions du compteur B d'IC6. Cette impulsion provoque le chargement de la consigne dans le compteur IC7/IC8. Le résultat est fourni inversé au calculateur, c'est-à-dire que l'arrêt correspond à 1111 et la pleine vitesse à 0000. Comme le compteur est configuré en mode binaire par le niveau imposé aux broches 9 et 10, sa sortie de retenue (CO) n'est au niveau haut que pour l'état 1111. Ainsi la bascule de sortie est mise au repos par la porte NON-ET dans IC11. L'impulsion de chargement atteint IC10 après le retard de quelque 250 ns introduit par la chaîne d'inverseurs, pour mettre tous les moteurs en marche, si ce n'est pas interdit par la ligne RESET ou l'état 1111. Si, par exemple, la vitesse doit être réglée au deux tiers du maximum, le calculateur doit donner le complément de la valeur 10. Le nombre décimal 10 s'écrit en binaire 1010, donc la consigne est 0101 (5 en décimal). Le

débordement du compteur IC12B charge la valeur 5 dans le compteur de consigne et met le moteur en marche. Tous les compteurs sont décrémentés d'une unité toutes les 20  $\mu$ s ; ainsi au bout de 200  $\mu$ s (10 impulsions d'horloge) le compteur de consigne atteint la valeur 15, la sortie de retenue remet la bascule à zéro et arrête le moteur. Il ne se passe rien jusqu'au prochain débordement du compteur IC6B, après 5 impulsions d'horloge (100  $\mu$ s)<sup>7</sup>. Le moteur est donc mis sous tension pendant deux tiers du temps et arrêté pendant le tiers restant. Toutes les autres valeurs de la consigne donnent un fonctionnement similaire. Pour la pleine vitesse (consigne 0000), le basculement à la quinzième impulsion coïncide avec le chargement de la valeur 15, si bien que le moteur est constamment sous tension, abstraction faite du temps de chargement de 250 ns.

Les signaux de sortie sont amplifiés chacun par trois inverseurs connectés en parallèle, ce qui permet la commande directe des FET de l'étage de puissance, cinq au maximum. Pour assurer une mise en conduction parfaite des FET, les inverseurs doivent être alimentés sous une tension de 7 V au minimum. Si l'accumulateur de traction est toujours capable de fournir cette tension (par exemple une batterie au cadmium-nickel de huit éléments ou plus), le convertisseur de tension II est inutile et remplacé par la résistance R30.

Si la tension de l'accumulateur de traction est trop faible, c'est le convertisseur de tension II qui fournit la tension d'alimentation du pilote. Les diodes électro-luminescentes stabilisent la tension à quelque 8 V et permettent une décharge rapide du condensateur C5 lors de la mise hors tension du variateur. Cette précaution évite la mise sous tension aléatoire des étages de sortie à la coupure de la tension d'alimentation.

Le port P2 permet la commande de transistors de puissances diverses pour la commutation du sens de marche et les fonctions auxiliaires.

## Étages de sortie

La section suivante du schéma est celle des étages de sortie, lesquels associent la consigne de vitesse avec le signal de sens de marche et doivent commander les moteurs avec le minimum de pertes.

Le sens de rotation des moteurs est déterminé par les relais inverseurs. Cette solution, même si elle est un peu démodée, économise une kyrielle de transistors, parce qu'un pont complet avec les mêmes pertes suppose un nombre de transistors huit fois plus grand, à

cause des demi-ponts supplémentaires en série. De plus, la commande des FET supplémentaires de la moitié « haute » du pont exigerait une tension auxiliaire de plus.

Dans le prototype, chaque moteur est commandé par trois transistors bon marché de type BUZ10 ; leur résistance à l'état passant est de 100 m $\Omega$  environ, ce qui provoque une chute de tension de 33 mV par ampère dans le moteur. Naturellement, si les moteurs sont plus puissants, on peut monter des types à plus faibles pertes.

La commande par calculateur permet un fonctionnement économique des relais : la commutation n'a lieu que si elle est absolument nécessaire et si l'étage de sortie est au repos. Les temps d'attente programmés permettent au relais d'effectuer la commutation à vide, ce qui économise les contacts. Les diodes de roue libre D22 et D24 évacuent les pointes de tension à l'ouverture ; elles seront obligatoirement du type Schottky rapide.

Les relais sont connectés de telle façon qu'ils ne soient excités que pour la marche arrière et qu'ils ne consomment aucun courant en marche normale. Le choix se portera sur des relais dont la tension nominale est égale à celle de l'accumulateur de traction et dont les contacts supportent le courant de fonctionnement maximal du moteur. Comme ils n'auront jamais à couper le courant du moteur, le choix n'est pas critique. Malgré cela, les relais convenables en faible tension de bobine ne sont pas faciles à trouver. Il ne faudra en aucun cas se rabattre sur une combinaison de deux relais à un seul contact : les deux contacts doivent toujours être actionnés simultanément, faute de quoi les courts-circuits sont inévitables.

Un fusible (de type automobile) par moteur protège l'accumulateur et le relais en cas de défaillance du moteur, ce qui n'est pas à exclure avec les modèles bon marché.

Des condensateurs céramique à tous les points critiques court-circuitent les parasites à haute fréquence ; les connexions seront aussi courtes que possible.

## Alimentation

Le dernier paragraphe, mais pas le moins important, de la description du matériel est celui de l'alimentation du variateur. La consommation du calculateur (processeur et EPROM N-MOS, circuits intégrés CMOS et LS-TTL) s'élève à environ 200 mA avec un variateur en régime établi. Même si des pointes de 500 mA apparaissent momentanément lors de la commutation des relais,

elles sont négligeables devant le courant moyen de 10 A consommé par les moteurs. La sécurité du fonctionnement du calculateur et celle du modèle dépendent de la stabilité de la tension d'alimentation ; la stabilité n'est pas entendue ici comme une valeur constante de la tension (le prototype fonctionne avec une tension comprise entre 3,8 V et 6,0 V) mais comme l'absence de chutes de tension dues à de mauvais contacts ou à une surcharge de l'accumulateur de traction. Les « plantages » d'un processeur cadencé à fréquence modérée n'ont pas d'autre cause que des défauts d'alimentation, c'est pourquoi un chien de garde est indispensable. Le processeur est alimenté par un régulateur à faible tension de déchet construit en composants discrets (IC1A/T4/T5) qui se contente d'une différence de tension de 100 mV entre l'entrée et la sortie. La tension de référence est fournie par la diode électro-luminescente D4, dont la stabilité est suffisante pour notre application. Le régulateur peut être raccordé à toute source de tension qui ne descend pas en-dessous du seuil de 4,6 V.

Avec des accumulateurs qui risquent de s'écrouler en-dessous de ce seuil, le convertisseur I est indispensable ; il étend la plage de tension d'entrée jusqu'à 3,8 V. Le convertisseur élévateur construit autour du TL497 fournit une tension de 6,5 V qui laisse une certaine marge de manoeuvre au régulateur linéaire. Le courant de la charge peut atteindre 250 mA pour la plus faible tension d'entrée. L'inductance L1 est constituée d'une vingtaines de spires de fil émaillé de 0,5 mm de diamètre sur un tore de ferrite de 15 x 6 mm ; ce genre de bobine se trouve aussi toute faite, comme bobine antiparasite.

Comme le TL497 travaille à fréquence variable, il accepte aussi des tensions d'entrée supérieures à la tension de sortie (par exemple avec des accumulateurs en fin de charge). L'oscillateur s'arrête et le convertisseur provoque simplement une chute de tension par R31, L1 et D26. Quand la tension d'entrée s'abaisse, le convertisseur recommence à fonctionner en élévateur. Le tableau 1 résume les modes d'alimentation en fonction de la tension de la batterie d'accumulateurs.

Pour que le plaisir de rouler dure plus de dix minutes avant le retour au chargeur d'accumulateurs, une batterie au plomb de 6 V / 10 Ah donne de 30 à 45 minutes d'autonomie dans la nature (après quoi l'accumulateur humain donne aussi des signes de faiblesse).

Malgré le matériel plus compliqué à construire, l'alimentation du calculateur à partir

de l'accumulateur de traction garde son intérêt, parce que le modèle est plus vite prêt à fonctionner.

### Chargeur pour accumulateurs au plomb

Le paragraphe « alimentation » se terminera avec le chargeur, indispensable pour profiter des avantages de la traction électrique. Tous les matériels encombrants, comme la boîte de démarrage et le chargeur, peuvent rester au garage. Le modèle réduit, l'émetteur et un morceau de câble suffisent pour une excursion dans la verdure. La prise de courant secteur évite en outre, en hiver, le démontage de l'accumulateur et son entretien à part.

Le petit circuit du chargeur intégré se distingue de celui des chargeurs ordinaires par les caractéristiques suivantes :

- pas de courant de décharge en cas d'absence de la tension d'entrée ;
- indicateur de pleine charge ;
- limitation de température de l'étage de sortie (les matières plastiques et les sources de chaleur ne font pas toujours bon ménage !) ;
- protection contre les inversions de polarité à l'entrée ;
- large plage de tensions d'entrée.

Comme les accumulateurs au plomb n'apprécient guère la charge rapide, elle n'a pas été retenue, compte tenu de l'autonomie assez longue. L'accumulateur est suffisamment chahuté par le courant des moteurs, aussi l'épargnerons-nous autant que possible pendant la charge.

Le noyau du régulateur de charge est une source de tension constante à LM317, qui peut être réglée sur autant de fois 2,3 V que la batterie comporte d'éléments. Sous cette tension, la charge est passablement longue, mais en contrepartie l'accumulateur n'est pas endommagé par une charge permanente, de plusieurs mois. Pour ne pas gâcher à travers une diode anti-retour la tension soigneusement stabilisée, nous avons raccordé la sortie du régulateur directement à l'accumulateur. En l'absence de tension d'entrée, les transistors T10 et T11 coupent la connexion de masse du régulateur, si bien que l'accumulateur ne peut pas se décharger. La chute de tension aux bornes de D14 et R20 provoque, à partir de 50 mA, l'éclairement de la diode électro-luminescente D16 par le transistor T9 ; l'extinction de la diode signale le passage en charge d'entretien. Une tension de référence de 6 V environ (D18) alimente le diviseur de tension sensible à la température constitué par R26 et la thermistance TH1.

Quand la température atteint quelque 70 °C, la tension du diviseur atteint celle du seuil de T10, augmentée de la tension de seuil de D20 ; quand T10 commence à conduire, il régule la tension de sortie, et par conséquent le courant de charge. Un changement de la valeur de R26 permet de déplacer le seuil de régulation.

Les modèles réduits, pour des raisons compréhensibles, sont construits de façon à être aussi étanches que possible à la poussière, ce qui pose un problème sérieux pour l'évacuation de la chaleur. Si la différence de tension entre la source et l'accumulateur est importante, la chaleur peut facilement déformer une fenêtre quand le LM17 atteint sa température maximale de 125 °C. La limitation de température a un effet accessoire heureux : du fait de la plus forte dissipation de chaleur, elle réduit le courant de charge pour des accumulateurs fortement déchargés.

### Construction

Le prototype a été construit sur une platine pastillée ; il a si bien résisté aux conditions de fonctionnement qu'une nouvelle version n'a pas été jugée nécessaire.

Une platine à circuit imprimé devrait être prévue pour un variateur de vitesse à deux voies, les relais d'inversion de sens de marche et des étages de sortie séparés. L'entrée du signal multiplexé convient pour des tensions de 400 mV de crête à crête ; l'adaptation à des récepteurs insolites se fera sur une zone pastillée autour d'IC1B/C. Les deux convertisseurs de tension devront être prévus au bord de la platine, et équipés en fonction des besoins. Si l'un des deux n'est pas utilisé, la platine pourra être sciée. La connexion au récepteur sera assurée par un cordon de servo, comme ceux que fournissent en accessoires les fabricants d'ensembles de radio-commande. Toutes les autres connexions dans le modèle réduit partent d'un connecteur pour câble plat à vingt broches ; la nappe est partagée en deux pour relier les deux étages de sortie.

Les transistors de sortie sont montés sur une petite équerre en aluminium et installés, avec le relais et les diodes de roue libre D22 et D24, à proximité des moteurs. Les résistances R30/R31 sont soudées directement sur les transistors entre grille et source, de façon à assurer le blocage de l'étage de sortie au cas où la connexion serait rompue ou le variateur débranché ; en effet, le recours à des prises et à des interrupteurs doit être écarté dans le domaine des forts courants. L'étage de sortie, avec ses trois BUZ10, supporte des pointes de courant de 60 A et ne s'échauffe pas

notamment sous le courant nominal de 10 A. Les diodes Schottky D22 et D24 sont raccordées avec un câble de même section que les transistors ; elles peuvent être montées, si leur boîtier est isolé, sur la même équerre en aluminium que les transistors.

La platine distincte du régulateur de charge a été montée sur une équerre en aluminium qui fait office de radiateur, supporte aussi le récepteur, et recouvre les autres organes. Comme les diodes électro-luminescentes sont visibles par les fenêtres, on évite des trous inutiles. La languette de refroidissement est enduite de graisse thermique et vissée au radiateur.

Si d'autres organes doivent être commandés par le calculateur, le renforcement ou le refroidissement de T4 sont indispensables.

## Antiparasitage

Avant la description du logiciel, voici le paragraphe tant attendu sur la suppression des parasites.

Tout technicien des hautes fréquences s'arrachera les cheveux en voyant mettre à proximité d'un récepteur quelque chose d'aussi imprévisible qu'un microprocesseur. C'est une des raisons pour lesquelles l'expérience est limitée dans ce domaine, même s'il y a aussi un processeur qui bricole dans les récepteurs à modulation par impulsions codées (PCM). Venons aux faits : le prototype fonctionne sans perturbation, dans un rayon de 200 m, raisonnable pour un véhicule terrestre, avec le calculateur en marche juste à côté d'un récepteur en modulation d'amplitude. Ajoutons que le récepteur est alimenté par l'accumulateur de traction, ce qui représente le sommet de l'hérésie selon la doctrine commune. Pour tout arranger, il y a encore trois convertisseurs de tension (pour le processeur, les étages de sortie et les relais d'inversion de sens de marche) qui déversent leurs hautes fréquences vers le récepteur. On cherchera en vain le moindre opto-coupleur. Comme on le voit sur le schéma, les deux moteurs à trois pôles Speed 600 (de véritables générateurs de parasites) sont réduits à un silence relatif par trois condensateurs céramique disposés de la façon habituelle, la pointe de tension des diodes de roue libre est absorbée par d'autres condensateurs céramique (C17 et C22) raccordés à la masse.

Si la malchance fait que des problèmes se posent, les mesures suivantes pourront être prises dans l'ordre :

### 1. Mesures d'ordre général :

- disposition et orientation soignées du fil d'antenne complètement déroulé ;

- distance maximale entre le récepteur et les sources de parasites : calculateur, étages de puissance et moteurs ;
- utilisation de l'émetteur avec son antenne complètement sortie.

2. Parasites par rayonnement dans le récepteur (le modèle réduit ne répond pas et reste en freinage de sécurité, voir aussi la description du logiciel) :

- déparasitage plus complet des moteurs avec des bobines HF ;
- éventuellement alimentations séparées pour le récepteur et le calculateur.

Les parasites qui résistent à ces mesures appartiennent à l'une au moins des catégories suivantes :

- les parasites ont une fréquence déterminée (fréquence intermédiaire, fréquence d'entrée ou fréquence image) ;
- les parasites sont très puissants (ils produisent une intermodulation ou un rayonnement direct)
- la construction du récepteur a été salopée (bande passante trop large, filtrage insuffisant de la tension d'alimentation, pré-sélection défectueuse).

Toutes les perturbations ont un point commun : la séparation galvanique des circuits peut atténuer leurs effets, mais elle ne peut pas combattre la cause. Malheureusement, la séparation des circuits en haute fréquence suppose un peu plus qu'un opto-coupleur ; il suffit de penser à la proximité des deux accumulateurs, des lignes de signal et d'alimentation pour comprendre que les parasites passeront quand même.

Si le calculateur est effectivement responsable des parasites, les mesures suivantes peuvent encore être prises avant le blindage complet :

- décalage minime de la fréquence d'horloge (remplacement du quartz par une bobine de quelque 40  $\mu$ H pour les tests, et adaptation du logiciel pour le fonctionnement normal) ;
- modification minime de la durée des impulsions (C10 et C11).

Si toutes ces mesures restent sans effet malgré une tension d'alimentation sans parasites, il ne reste qu'à chercher un ensemble de radio-commande de meilleure qualité, parce que vraisemblablement les parasites des moteurs sont déjà excessifs.

## Le logiciel

Le logiciel que vous trouverez sur la disquette d'accompagnement comporte :

- Le texte source en assembleur, FAHREG.ASM ;
- le fichier binaire copiable directement dans l'EPROM, FAHREG.OBJ.

Dans l'idéal, le processeur devrait exécuter plusieurs tâches simultanément :

- le décodage du signal multiplexé (conversion de la durée des impulsions analogiques en valeurs numériques) pour chacun des canaux ;
- la commande des variateurs et des moteurs conformément aux consignes de mélange et des fonctions spéciales ;
- éventuellement la production d'impulsions pour un servo-moteur commandé par le calculateur ;
- éventuellement la mesure de la période des impulsions délivrées par les deux barrières lumineuses.

Les ressources matérielles disponibles se composent de :

- compteur d'événements à huit bits avec signal de débordement (dans le micro-contrôleur) ;
- saut de programme lors d'un front d'impulsion (interruption) et deuxième banc de registres dans le processeur ;
- modulateur de durée d'impulsions.

Le décodage du signal de l'émetteur est effectué comme dans le décodeur du récepteur (il ne convient pas pour les PCM).

Tous les ensembles de télécommande actuels fonctionnent avec des durées d'impulsion comprises entre 1 ms et 2 ms, la position neutre est définie à 1,52 ms. Les installations plus anciennes peuvent utiliser des durées légèrement différentes, comme l'ensemble Robbe utilisé avec le prototype : de 0,8 ms à 1,8 ms. Ce ne sont pas les impulsions elles-mêmes qui sont transmises, mais les pauses qui les délimitent. Ainsi un émetteur à quatre voies délivre cinq impulsions de 100  $\mu$ s ; l'intervalle qui sépare chacune de la suivante représente l'information correspondant à une voie. Après la cinquième impulsion arrive une pause plus longue, puis le cycle reprend avec une période de récurrence de 16 ms à 25 ms. Suivant les fabricants, la durée du cycle peut être fixe ou variable en fonction de la durée des voies (dans ce cas, la pause est de durée constante).

Le décodeur incorporé au récepteur est un compteur-démultiplexeur cadencé par les impulsions. Un filtre passe-bas reconnaît la pause entre les trames et remet le compteur à zéro. Chaque sortie du décodeur active une voie, c'est-à-dire que la première impulsion met à 1 la première voie, la deuxième impulsion remet à 0 la première voie et met à 1 la deuxième, et ainsi de suite. L'impulsion qui en résulte sur la première voie correspond exactement à l'intervalle entre les deux premières impulsions de la trame. Le jeu se répète, en fonction du nombre de voies, jusqu'à ce que le compteur soit remis à zéro par la pause de synchronisation.

### Le décodeur logiciel

Effectuer le même travail avec un calculateur et convertir les durées en valeurs numériques suppose une série de mesures de temps. Le processeur comporte à cet effet une horloge et un compteur d'événements combinés. La fréquence du signal d'horloge interne, fixée à 12,5 kHz par un pré-diviseur, ne donne pas une résolution suffisante pour notre application. La solution consiste à appliquer à l'entrée du compteur d'événements le signal de notre horloge de référence à 100 kHz, ce qui nous donne des durées d'impulsion avec une résolution de 10 µs, par la lecture de l'état du compteur.

Le signal multiplexé est appliqué à l'entrée d'interruption du processeur, qu'il dirige vers une section spéciale du programme à chaque impulsion. Cette routine d'interruption lit la valeur du compteur puis le remet à zéro. Le produit du contenu du compteur par 10 représente la durée de l'impulsion de voie en microsecondes ; cette durée est stockée provisoirement sous le numéro de la voie, puis le compteur de voies est incrémenté en attendant la fin de l'impulsion qui vient de commencer (ce qui évite un deuxième déclenchement par la même impulsion). Lors de la dernière impulsion, le bit 7 du compteur de voies est mis à 1, ce qui signale l'entrée normale dans la routine de pause. Si le programme remarque une anomalie dans la séquence, comme une impulsion de trop, le compteur de voies est mis à \$FF et le décodeur est verrouillé.

Pour la reconnaissance de la pause entre les trames, le filtre passe-bas est remplacé par une interruption au moment du débordement du compteur, après 256 impulsions, soit 2,55 ms. La routine correspondante teste le bit 7 du compteur de voies, ce qui permet une détection fiable de la perte d'impulsions ou de défauts de transmission.

Dans un tel cas, le cycle entier est considéré comme nul et les valeurs stockées provisoirement ne sont pas traitées. Les variateurs continuent à fonctionner avec les dernières valeurs valides enregistrées. Pour éviter que le modèle réduit s'en aille sans contrôle en cas de défaillance totale, un compteur de défauts est incrémenté et comparé à une valeur limite (ici 50). Comme chaque cycle normal remet à zéro le compteur de défauts, le dépassement de la valeur limite est une raison suffisante pour provoquer un freinage d'urgence, exécuté par la mise à 1 de toutes les lignes du port 1. Toutes ces parties du programme sont activées par des changements de niveau aux entrées d'interruption, il faut donc un signal de déclenchement à l'entrée même dans le cas où l'émetteur est arrêté. Ce rôle est rempli par le récepteur, dont la commande automatique de gain fait augmenter la sensibilité au maximum, et qui reçoit toutes sortes de bruit et de parasites. Pour exclure les impulsions parasites accidentelles, la durée des impulsions est comparée à des valeurs limites avant la suite du traitement. Si une des valeurs mesurées est inférieure à 0,7 ms ou supérieure à 2,1 ms, le cycle entier est considéré comme défectueux. La routine se termine par la remise à zéro du compteur de voies ; le bit 6 est mis à 1 pour indiquer à l'interruption suivante que la prochaine impulsion est la première (c'est-à-dire qu'il n'y a pas de calcul de temps à effectuer).

Les durées mesurées pendant un cycle reconnu correct subissent un traitement, en l'occurrence la soustraction de la valeur moyenne (correspondant à la position neutre du manche). Le signe du résultat indique le sens de déplacement du manche, la valeur absolue son amplitude. La valeur absolue est encore diminuée de 2, de façon à ménager une zone morte de 20 µs de part et d'autre de la position neutre. Comme toute quantification numérique est affectée d'une erreur de  $\pm 1$  unité, la zone morte paraît assez étroite en pratique. Il n'est pas impossible que cette précision relative soit due à la détermination automatique de la durée du neutre, indépendante pour chaque voie, au moment de la mise en service. Lors du démarrage à froid, un drapeau (F1) interdit le traitement des valeurs stockées et bloque le variateur. Au lieu de ce traitement, un jumeau du compteur de défauts est activé pour compter les cycles corrects et se remettre à zéro à chaque cycle défectueux. Quand 50 cycles corrects ont été enregistrés, soit au bout d'une seconde environ, on considère que la liaison radio est établie et que le codeur de l'émetteur est stabilisé. Le cycle correct suivant est mémorisé pour servir de référence de neutre pour chacune des voies individuellement ; ensuite, le drapeau de démarrage à froid est

abaissé pour permettre le traitement normal des durées mesurées.

**Attention : ne pas toucher aux manches lors de la mise en marche du modèle réduit. Quand le modèle est alimenté et que l'émetteur est arrêté, les feux stop clignotent pour montrer que le calculateur est en marche. Une seconde après que la première trame a été reconnue, la valeur du neutre est mémorisée (quelle que soit la position des corrections ou trimmers). Cette opération est signalée par un coup d'avertisseur, après quoi on peut démarrer.**

Si le codeur de l'émetteur dérive au bout d'un certain temps de marche et que la durée du neutre varie, il suffira d'arrêter et de remettre en marche le modèle réduit pour que la calculateur se cale sur la nouvelle valeur. Le processus se termine à nouveau par un coup de klaxon une seconde après la remise en marche du modèle réduit et de l'émetteur. Si aucun autre émetteur ne fonctionne à proximité sur la même fréquence, l'ordre de mise en service (émetteur d'abord, modèle ensuite) est sans importance. Tant que le processus de démarrage à froid du calculateur n'est pas terminé, les variateurs ne sont pas actionnés et il n'y a pas à craindre que le modèle réduit fasse des sauts de cabri.

Tous les processus décrits jusqu'ici se déroulent en arrière-plan après l'initialisation. Le décodeur logiciel est isolé du reste du programme par un espace de RAM distinct et l'utilisation du deuxième banc de registres. L'interface entre le décodeur et les variateurs de vitesse est réalisée par les temps de voies calculés, avec le bit 7 comme bit de signe ou de sens de marche ; les bits 0 à 6 n'indiquent pas la durée, mais la différence entre la durée reçue et la durée du neutre ; la résolution est de 10 µs. Pour une durée de  $1,5 \pm 0,5$  ms, la valeur stockée après les différents calculs est comprise entre 0 et 48. Le frein d'urgence est une exception à l'isolement, car le décodeur met directement à 1 les lignes du port, à la suite de quoi les variateurs arrêtent tous les moteurs.

L'horloge est bloquée après chaque débordement (2,5 ms après la dernière impulsion de voie) jusqu'à la prochaine interruption (arrivée de la première impulsion de la trame suivante) ; elle peut donc être utilisée à d'autres fins pendant un certain temps (9 ms dans le cas d'un système à quatre voies avec une période de récurrence de 20 ms). Des impulsions pour un système de direction à servo-moteur peuvent être émises en arrière-plan sans surcharge notable pour le processeur.

## Résistances :

R5, R23 = 47 kΩ  
 R6, R11, R30, R31 = 180 kΩ  
 R7, R13, R14, R32 = 150 Ω  
 R8, R28 = 1,5 kΩ  
 R9, R29 = 560 Ω  
 R10 = 10 kΩ  
 R12 = 15 kΩ  
 R19 = 2,7 kΩ  
 R20 = 10 Ω/0,5 W  
 R21 = 180 Ω  
 R22 = 680 Ω  
 R24 = 1 kΩ  
 R25 = 39 kΩ  
 R26, R27 = 6,8 kΩ  
 R30 = 330 Ω  
 R31 = 0,5 Ω/0,5W  
 R33 = 470 Ω  
 R34 = 12 kΩ

## Condensateurs:

C3 = 1,5 μF/6V3  
 C4, C27 = 220 μF/6V3  
 C5 = 33 μF/16 V

C6 = 4,7 pF/16V  
 C7 = 10 pF/6V3  
 C8 = 22 pF  
 C9 = 220 nF  
 C10 = 330 pF  
 C11 = 50 pF  
 C12 = 27 nF  
 C13 à C26, C28 = 100 nF céramique

## Semi-conducteurs :

D4 à D6, D16, D20 = LED rouge 3 mm  
 D7 à D13, D15, D17 = 1N4148  
 D14, D19 = 1N 5400  
 D18 = Zener 6,8 V  
 D21 = LED verte  
 D22, D24, D26 = SR205  
 D23, D25 = 1N4001  
 D26...D29 = LED rouge 5 mm  
 T4 = BD140  
 T5 = BC547  
 T6, T7, T20 = BD135  
 T8, T10, T11 = BC107  
 T9 = BC546  
 T12 à T17 = BUZ10  
 T19 = BD647

IC1 = LM324  
 IC2 = 8048, 8035, ...  
 IC3 = 74LS373  
 IC4 = EPROM suivant dessin de platine (2716 à 64)  
 IC5 = 74LS174  
 IC6 = 4520  
 IC8, IC9 = 4029  
 IC10, IC13, C14 = 4049  
 IC11 = 4093  
 IC12 = 4027  
 IC15 = LM317  
 IC16 = TL497

## Divers :

Q1 = quartz 6 MHz  
 TH1 = thermistance 2 kΩ  
 L1 = bobinage torique 15 x 6 mm, 20 spires  
 K1, K2 = relais 6 V, 2 RT, 10 A  
 F1, F2 = fusible automobile 16 A vibreur 6 V  
 SW1 = interrupteur à glissière 1 A 2 ampoules 3 V/0,3 A

## Liste des composants du variateur.

### Programme des variateurs

Le programme des variateurs proprement dit constitue la boucle sans fin ; il exploite à chaque passage les valeurs valides des temps de voies. La boucle commence par l'exécution des fonctions spéciales, déclenchées par un mouvement des manches de commande au-delà d'un seuil donné (normalement un tiers de la course).

Le prototype exploite les déplacements latéraux du manche des gaz : klaxon à gauche (action fugitive), phares à droite (fonctionnement en bascule) ; un retard permet la commutation sans rebonds.

Le rôle essentiel du variateur est de combiner les instructions de vitesse et celles de direction ; il a fallu faire un choix entre la régularité de marche et la maniabilité. Après de multiples essais, la solution suivante a prévalu.

Tout d'abord, la consigne de vitesse est convertie en une valeur comprise entre 0 et 15. La conversion est effectuée par un sous-programme d'usage général qui peut être adapté à des durées d'impulsion différentes ou à d'autres courbes caractéristiques. Pour l'instant les consignes sont divisées par deux et les résultats supérieurs à 15 sont limités à cette valeur (conversion linéaire avec limitation). La division augmente quelque peu la zone morte parce que le reste est ignoré. Le résultat

est stocké dans la mémoire du modulateur sans considération du sens de marche.

Pour que le modèle dévie de la ligne droite, il faut que le moteur intérieur tourne moins vite et que le moteur extérieur tourne plus vite, de telle façon que la vitesse moyenne reste à peu près constante. La moitié de la consigne de direction est d'abord ajoutée à la consigne de vitesse du moteur extérieur, puis le résultat est limité à 15 (il n'est pas possible de donner plus que pleins gaz). Ensuite la totalité de la consigne de direction est retranchée de la consigne du moteur extérieur et stockée comme consigne de vitesse du moteur intérieur. Ainsi la différence est égale à la consigne de direction et la vitesse moyenne est aussi proche que possible de la consigne de vitesse.

En pratique, le changement de direction est progressif : à faible vitesse, le moteur intérieur est arrêté puis, si la consigne de direction augmente, il commence à tourner en sens inverse (le modèle tourne sur lui-même). Quand la vitesse augmente, la rotation inverse ralentit puis s'annule ; ensuite la rotation dans le même sens commence, ce qui correspond à un diamètre de braquage de plus en plus grand. On dispose ainsi de la possibilité de manœuvrer les moteurs séparément à faible vitesse et de diriger normalement à grande vitesse, le tout sans aucune commutation.

Le programme compare aussi la position des relais à la dernière position évaluée. S'il y a une différence, le moteur est arrêté et le programme attend la décroissance du courant. Après le basculement du relais, une nouvelle temporisation empêche l'application de la charge au moment de la commutation. Enfin les consignes des modulateurs sont calculées et appliquées au port 1.

### Remarques pour finir

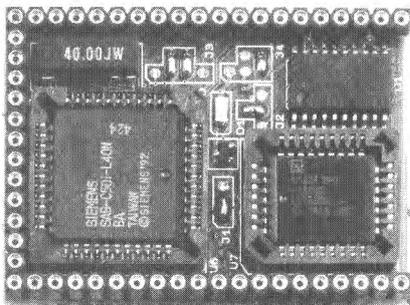
Ceux qui ont souri devant le petit nombre de pas de vitesse seront surpris, car la conversion numérique est indétectable en pratique. Le défaut de quantification de la mesure de durée des voies fait que le résultat oscille toujours entre deux valeurs voisines, qui sont traitées normalement par le programme et appliquées aux variateurs. Un servo-moteur commandé par ces valeurs oscillerait sans cesse, mais les moteurs de traction ont une inertie suffisante pour que leur pilotage paraisse continu.

Comme les interruptions sont commandées par un niveau, le décodeur doit attendre la fin de l'impulsion en cours avant de revenir au programme principal et d'être prêt pour l'interruption suivante. Les extensions du programme pour lesquelles le temps serait critique (comme la surveillance de barrières lumineuses) seront écrites sous la forme de sous-programmes appelés par le programme



## KIT DE DEMARRAGE PLUG & PLAY

- TAILLE du module 50x35 mm
- Contrôleur SIEMENS SAB80C501 compatible 8051
- Fréquence d'horloge 40 Mhz
- 32K de RAM extensible à 128 K
- On board flash programming (128K)
- 3 chip select disponibles
- 1 x RS232 où RS485
- Carte mère fournie pour un démarrage immédiat
- Soft d'évaluation inclus:
- Compilateur C /linker /locator/ debugger



taille réelle

Prix promotionnel  
jusqu'au 31 Dec '96:

1500 F TTC !

**PHYTEC France**

**Le Fontaina  
32400 VIELLA**

**☎ 62 69 75 10 📠 62 69 82 23**

## VARIATEUR DE VITESSE

principal pendant la boucle d'attente après le traitement des interruptions.

Alors que la partie décodeur a été décrite directement en assembleur, la partie variateur a été simulée en langage C. Dans la simulation, les touches de déplacement du curseur remplaçaient les manchettes de commande et les valeurs numériques calculées étaient représentées à l'écran. Le programme C a été traduit ensuite manuellement en assembleur, sans aucun changement de structure. Les modifications après les essais en marche ont été menées à nouveau avec le programme en C, moins long à écrire. Cette méthode réduit avantageusement le nombre d'EPROM à griller pour chaque nouvelle version du programme.

Le débogage des routines de durée critique ne tire aucun avantage des systèmes pas à pas, très utiles par ailleurs. Au lieu de cela, des impulsions sur des lignes de port inutilisées signalent à l'oscilloscope le début et la fin des parties critiques du programme. Cette astuce permet d'abord de savoir si les routines sont effectivement appelées, et aussi de repérer facilement les problèmes de temps d'exécution. Ces impulsions peuvent être réactivées pour les extensions du programme, au moyen des commutateurs logiciels.

Le programme a été assemblé avec l'assembleur TASM (Speech/Microsoft), disponible en *shareware*, qui traite tous les processeurs courants. Avec d'autres assembleurs, il peut être nécessaire de remplacer les directives #define. Avec l'assembleur en *shareware* A48, très répandu, une traduction incorrecte impose en plus de remplacer les instructions de chargement indirect

« movp a, @a » par « .db \$d3 ».

Lors de l'achat de l'accumulateur au plomb, il convient d'effectuer chez soi une vérification de la capacité. Au pire, une ampoule de phare et une montre bracelet peuvent suffire. Les accumulateurs au plomb ne tiennent pas éternellement à l'état chargé. Il arrive qu'on achète des rossignols qui ne sont plus bons que comme presse-papiers. Dans ces cas, rester ferme et ne pas se laisser impressionner par les écriteaux « ni reprise ni échange des accumulateurs et des semi-conducteurs » ! Un détaillant ne peut pas se dérober de son propre chef à son obligation de garantie de six mois.

Alors que les accumulateurs au cadmium-nickel (de marque) présentent le plus souvent une capacité supérieure à la capacité nominale, les accumulateurs au plomb sont presque toujours un peu en-dessous. On notera aussi que la capacité des accumulateurs au cadmium-nickel est annoncée pour une décharge en dix heures, alors que celle des accumulateurs au plomb est donnée en vingt heures (la moitié de l'intensité) et le plus souvent pour une température (tropicale) de l'électrolyte de 27 °C. Une capacité effective de 80% de la capacité nominale peut être considérée comme satisfaisante pour une batterie au plomb. La durée de vie dans les conditions d'utilisation dures (décharge totale à chaque cycle) est de un an à un an et demi. Cependant, comparée au cadmium-nickel, quant au prix et à l'encombrement, la batterie au plomb ne s'en tire pas trop mal.

Le modèle réduit n'est plus au catalogue de Conrad, si bien qu'une description est superflue. Cependant, le fabricant mérite quelques compliments. En quelques années, le modèle a connu plusieurs mélangeurs mécaniques carbonisés, un moteur de traction grillé, un relais de changement de sens de marche fondu, le tout sans dégât mécanique. D'innombrables chutes et renversements (on peut encore conduire le modèle sur des pentes à 70°) n'ont pas plus endommagé la maquette de 6 kg que le sable dans les pignons d'entraînement des chenilles et dans les réducteurs. L'usure des chenilles et des réducteurs est minime, comparée à celle des véhicules tous terrains des autres fabricants, surtout après quelques kilomètres de remorquage d'une charge de 20 kg (un enfant sur un tricycle). Dans cette discipline, c'est toujours l'engin à chenilles qui vole la vedette !

# Outils de développement pour $\mu$ C

## le passage quasi-obligé

Il serait difficile aujourd'hui de s'imaginer l'électronique sans ces petites bêtes multifonctionnelles que sont les microcontrôleurs. Nous vous proposons dans cet article de nous intéresser aux outils de développement spécifiques à ce type de processeurs, sous toutes leurs formes, mixtes c'est-à-dire à la fois matériels et logiciels ou purement logiciels, car cette approche-là existe aussi.

Avant d'aborder de front le sujet de cet article, les outils qui permettent de modéliser une matière quasi-vivante comme l'intelligence d'un microcontrôleur, prenons le temps d'en examiner d'un peu plus près les composantes.

### Trois, quatre ou cinq catégories de microcontrôleurs ( $\mu$ C)

L'une des façons les plus simples de catégoriser les microcontrôleurs est de les classer selon la taille de leurs registres internes : nous trouvons ainsi des 4 bits, des 8 bits et des 16 bits. Mais il existe également des microcontrôleurs hybrides à 8/16 bits, d'où le titre de ce paragraphe. Un jour viendra sans doute où apparaîtront les premiers microcontrôleurs à 32 bits.

Il existe, nous les avons comptés, plusieurs centaines de types de microcontrôleurs. Rassurez-vous, nous ne les énumérerons pas tous. Dans le cadre grisé des deux pages suivantes, vous trouverez la liste des fabricants dont nous avons eu des nouvelles ainsi que les plus connus parmi leurs microcontrôleurs.

Nous nous limiterons en fait aux familles de microcontrôleurs les plus courants, les 8/16 bits, les microcontrôleurs à 4 bits étant, semble-t-il, plutôt réservés à des applications spécifiques et les microcontrôleurs à 16 et 32 bits encore plus rares. Nous aurions aussi pu voir les choses par catégorie de processeurs, à 8 bits, 16 bits et 32 bits. Mais nous avons pensé qu'il valait mieux envisager les catégories sous l'angle des familles. Avec

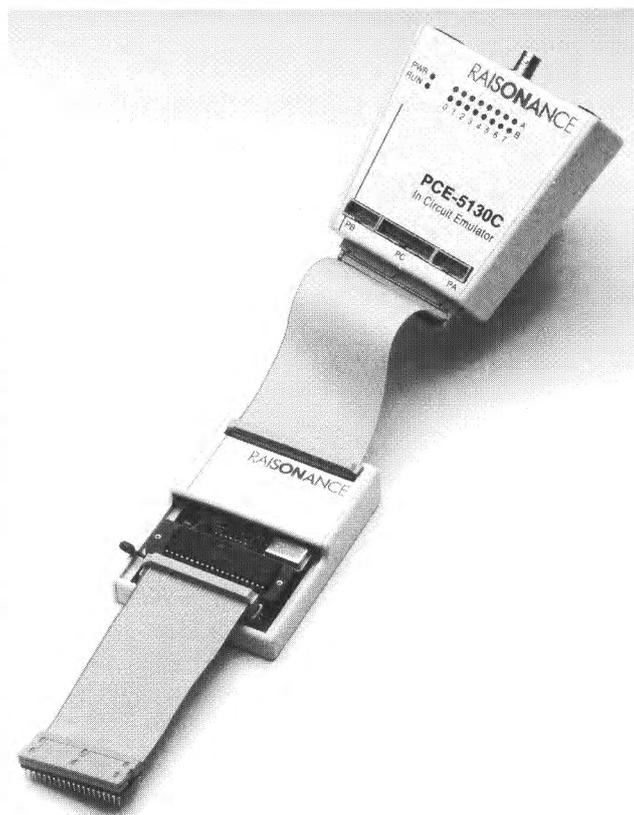


Figure 1 – Exemple-type d'un outil de développement pour microcontrôleur. Il s'agit en l'occurrence d'un émulateur en temps réel. (Document Raisonance)

l'expérience, il nous semble que l'électronicien amateur peut se limiter à quatre ou cinq familles :

- celle du 80XX d'Intel, le tout premier microcontrôleur disponible en grande quantité, avec tous ses dérivés chez d'autres fabricants comme Philips ou Siemens,
- le ST62 de SGS-Thomson,

- les PIC d'Arizona Microchip Technology, avec un dérivé très apprécié, le Basic Stamp de Parallax, en fait une version personnalisée de PIC,
- et un type de microcontrôleur très apprécié des amateurs, mais aussi des professionnels, le 68HCXX, le 68HC11 en particulier.

La famille la plus développée est celle du 803X/5X d'Intel. Encore que Philips, Siemens et d'autres aient brodé sur le sujet.

Nous allons vous proposer un certain nombre d'exemples de logiciels et de matériels développés à l'intention de ces composants. Mais commençons par le début.

### Les outils de développement

Nous en arrivons ainsi au cœur même de notre sujet : les outils utilisés pour leur développement. Nous aurions pu nous contenter de prendre, à titre d'exemple, les produits de l'une ou l'autre société de service qui propose, dans l'Hexagone, des outils de développement pour microcontrôleurs,

mais nous souhaitons rester aussi complets que possible.

Nous vous proposons, dans un cadre distinct sur deux pages, la liste des familles de microcontrôleurs et dans un autre, d'une page, la liste des fabricants de microcontrôleurs qui proposent des outils de développement à leur intention. Il vous suffira donc de voir, en fonction du type de microcontrôleur que

vous comptez utiliser, à qui vous adresser pour obtenir les informations sur leurs produits. Vu que le nombre de logiciels disponibles est largement supérieur à celui des plateformes matérielles, il semblerait plus logique de commencer par...

## L'aspect logiciel de l'approche mixte

En effet, comme nous le disions, les outils de développement font d'habitude appel à l'un ou l'autre type de logiciel associé à un certain matériel. Nous y reviendrons dans un prochain paragraphe. Ce sont :

- les cross-assembleurs,
- les cross-compilateurs,
- les éditeurs pleine page,
- les éditeurs de lien (*linker*),
- les simulateurs,
- les logiciels de dévermination (*debugger*),
- certains logiciels auxiliaires pour l'établissement de passerelles entre différents formats, les convertisseurs.

Ces différents logiciels tournent sous l'une des interfaces connues par l'ordinateur-hôte utilisé, qu'il s'agisse de DOS ou Windows pour le PC, Unix pour d'autres plateformes.

Les deux langages les plus utilisés en développement de microcontrôleurs sont le BASIC (les dérivés du 8051 ont laissé des traces), et le C. Bien qu'on ait développé des interpréteurs BASIC pour la famille du 8051, on préfère en règle générale utiliser un compilateur.

Dans la plupart des cas, le logiciel normalement fourni avec un kit d'évaluation doit permettre :

- la communication avec l'ordinateur-hôte,
- le chargement d'un programme depuis et vers l'ordinateur,
- le déverminage symbolique (*symbolic debugging*),
- le mode pas à pas (*single step*),
- la définition de points d'arrêt (*breakpoint*) et celle d'autres techniques de suivi de déroulement de processus (*snap shots, watchpoints, etc.*),
- l'usage d'un désassembleur en ligne (*on-line disassembler*),
- l'usage d'un assembleur en ligne (*on-line assembler*).

De très nombreuses sources, qu'il s'agisse de fabricants ou de sociétés de service, proposent un environnement de développement intégré, le fameux IDE (*Integrated Development Environment*) pour assurer un accès

aisé à tous les outils mis à la disposition du concepteur. Selon le cas, ces environnements travaillent sous DOS et de plus en plus souvent sous Windows. On demande surtout à un bon environnement de développement d'être agréable et efficace à l'emploi, ce qui suppose :

- une commande des fonctions par souris,
- un éditeur multi-fenêtres,
- un gestionnaire capable de produire automatiquement le code-objet à partir des fichiers en assembleur,
- une aide en ligne opérationnelle, donnant les informations requises en fonction de la situation,
- le cas échéant, un gestionnaire des notes prises au vol.

La plupart du temps, un microcontrôleur requiert un fichier en format hexadécimal Intel, alors que certains assembleurs produisent, par défaut, un fichier binaire, de sorte qu'il peut être nécessaire de convertir le

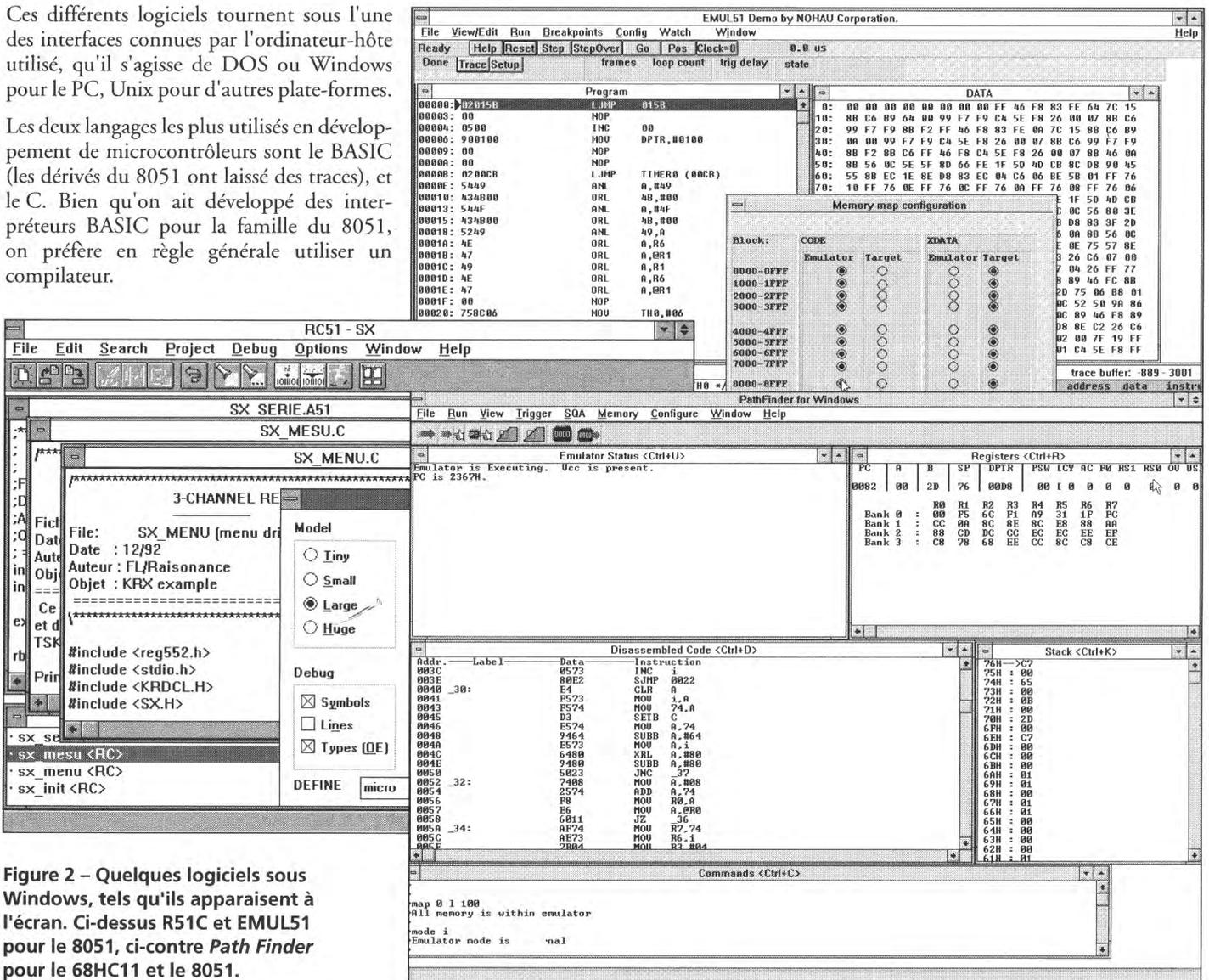


Figure 2 – Quelques logiciels sous Windows, tels qu'ils apparaissent à l'écran. Ci-dessus R51C et EMUL51 pour le 8051, ci-contre Path Finder pour le 68HC11 et le 8051.

fichier à l'aide d'un convertisseur objet semi-hexadécimal, mais ce type d'utilitaire est presque toujours fourni avec l'assembleur.

Il nous faut ici mentionner un type de logiciel spécial, les cross-assembleurs universels, tel CROSS-32 META-ASSEMBLER d'ISIT.

Ce type de cross-assembleur est capable de compiler les programmes pour de nombreux types de processeurs-cibles (*target processor*). L'avantage de ce genre de logiciel est de permettre de travailler avec différentes sortes de microcontrôleurs.

**L'approche matérielle de l'approche mixte**

Comme nous le disions plus haut, il n'existe à proprement parler pas d'approche purement matérielle. En effet, une partie du titre de cet article l'implique clairement : qui dit développement dit possibilité de modifications dont le résultat doit pouvoir être testé. Il n'en reste pas moins vrai que la quasi-totalité des outils de développement pour microcontrôleur utilise l'un ou l'autre matériel. Ces matériels peuvent être classés dans l'une des catégories suivantes :

- les cartes de développement,
- les cartes d'évaluations,
- les kits et autres « starter kits »,
- les émulateurs.

Un émulateur doit, en règle générale disposer des capacités suivantes :

- traçage en temps réel,
- définition de points d'arrêt,

- travail en mode pas à pas,
- mesure de chronologies,
- visualisation de l'utilisation de la mémoire.

iC181 (cf. I.S.I.T.) est l'exemple-type d'un émulateur en circuit très performant ; en fonction de la sonde ou de la tête de sonde qu'on lui donne, il peut émuler la gamme qui va du Z80 au 8085, en passant par le HD64189, le 68HC11, le 80C552, 515, 517, 31/32, 535, 537 de Siemens, les Z180, Z182 de Zilog, le Dallas 80C320, les TMPZ84C011/13/15 de Toshiba, etc... Impressionnant, il faut le reconnaître.

**Pour le 80XX**

Intel soi-même propose un kit logiciel de développement pour les composants de la famille 8XC196 ; ce kit comprend : un assembleur, ASM-96, une bibliothèque point flottant sur 32 bits, un lieu/relocateur, RL-96, iC-96, PLM-96 et un convertisseur code objet vers code hexadécimal. Il existe également une approche ice, à interface fenêtrée, sans oublier toute une famille de cartes d'évaluation baptisée EV80C196 Kx. Pour ce qui est de la famille MCS<sup>®</sup>51, Intel s'est retiré du marché et se fie à l'expérience de sociétés de fourniture de service dont certaines sont énumérées ci-après avec leur spécialismes.

Raisonance propose une gamme complète d'outils de développement pour microcontrôleurs de la famille 8051. Cette société dispose à la fois des outils de programmation (Assembleur, Compilateur C, Noyau temps réel) et des outils de mise au point (émula-

teurs, simulateurs). Cette maîtrise de l'ensemble de la chaîne garantit une excellente compatibilité et homogénéité entre les différents outils. Cet aspect des choses n'est pas à négliger.

La dite société s'étant spécialisée dans le 8051, il n'est guère surprenant que ses outils intègrent une forte spécificité 8051. Ainsi, SIMICE-51 (simulateur) supporte plus de 20 composants de la famille, avec, pour chacun d'entre eux, une simulation intégrale de l'unité centrale, des périphériques internes (y compris l'interface I<sup>2</sup>C de certains des composants Philips et les multiples modes du temporisateur 2) et enfin de l'environnement externe. Ces caractéristiques se retrouvent avec le noyau en temps réel KR-51 et, à un degré moindre, avec le compilateur C, RC-51, qui s'appuient sur des concepts « universels » tels que la norme ANSI-C.

L'émulateur hautes performances PCE5130C, dont on retrouve une photo en page 2 de cet article, supporte la quasi-totalité des composants de la famille 8051 et ce aussi bien dans les modes ROMless que dans les modes ROM interne. L'utilisation intensive de composants FPGA et CMS permet à cet émulateur de travailler de façon complètement transparente jusqu'à 42 MHz (!).

Tous les outils de programmation sont maintenant disponibles en version Windows et sont alors intégrés dans un environnement de développement (WEDIT-51) qui inclut un éditeur syntaxique et un gestionnaire de projets.

Il existe, outre des outils haut de gamme (émulateur PCE-51 et kit de développement complet WRKIT-51) des produits (cartes de développement, simulateur limité et mini-émulateurs) répondant à d'autres besoins et à des budgets plus serrés.

I.S.I.T est un autre spécialiste des outils de développement, offrant une panoplie complète d'émulateurs pour les différentes familles évoquées tout au long de cet article, tel que le ICE180 pour les membres des familles des 803x/5x, 8XC196, 68HC11, 80C166, Z80, HD64180, 6809, 68705, etc. On y propose également un émulateur en temps réel pour le 80C166, du genre de celui représenté en figure 5. Les outils de développement pour la famille 68HC11 sont également à l'honneur avec, en particulier le WICE 68HC11 dont on retrouve une photographie un peu plus loin (figure 11), un émulateur très performant bien que low cost. I.S.I.T propose également de nombreux outils logiciels, tels que cross compilateurs, simulateurs, débogueurs Source C, macro-assembleurs relogageables, éditeurs de liens, et noyaux temps réel. Tout ce dont pourrait

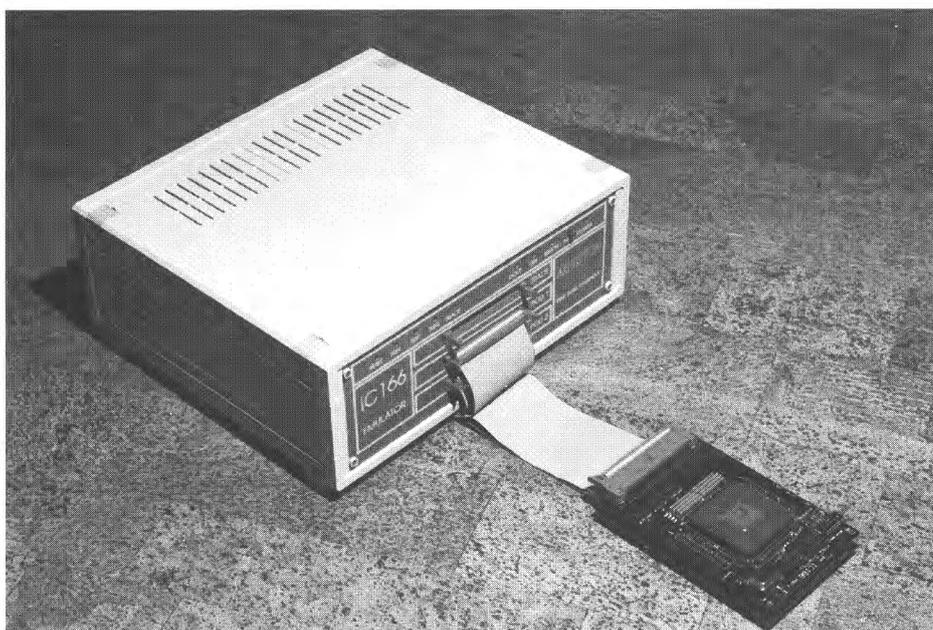


Figure 5 – Le iC166 est un émulateur en temps réel pour le 80C166. Il dispose de 256 K de mémoire d'émulation et de 128 K de points d'arrêt matériels. (Document iSystem)

## Les microcontrôleurs

Rien de tel qu'une bonne liste pour se faire une « petite » idée de l'incroyable multiplicité de composants qui répondent à ce critère.

### les microcontrôleurs à 4 bits

#### OKI

Famille OLMS64 K : MSM64162, MSM64164C, MSM64172, MSM64167\*, MSM64169\*, MSM64152/L, MSM64153/L, MSM64155/L, MSM64158/L, MSM64431, MSM644481\*

#### Toshiba

Famille TLSC-42 : TMP42C00Y, TMP42(C)40P, TMP42(C)50N, TMP42(C)60N, TMP42C66P, TMP42(C)70N

Nous ne prétendons pas ici être exhaustifs, car nous savons qu'il existe bien d'autres microcontrôleurs à 4 bits, mais nous n'avons malheureusement pas pu obtenir la moindre information à leur sujet, leurs fabricants ou leurs distributeurs n'ayant pas pu (ou voulu) répondre à notre demande de documentation. Dommage.

### les microcontrôleurs 8 bits

#### Motorola

Famille 68HCXXX : 68HC11, 68HC711, 68HC811 et tous leurs dérivés Famille 6x0x : 6809, 6309

#### Intel

Famille MCS<sup>®</sup>51 : 8X31, 8X51, 8X32, 8X52, 8XC54, 8X58, 8X152, Famille MCS<sup>®</sup>-96 : 8XC194, 8XC196,

#### Atmel

Famille AT89 : AT89C51, 8XC51, AT89C52, AT89C2051, AT89 D52

#### Philips

Famille MAB84XX

Famille PCF84CXXXA

Famille PCD33XA

Famille 8XXXX : 8051, 8XC750, 8XC748, 8XC751, 8XC749, 8XC752, 80C31, 8XC51, 8XC451, 8XC550, 8XC851, 8XC542, 83C852, 8XC575, 83C055 et bien d'autres...

#### SGS-THOMSON Microelectronics

Famille ST6 : ST6210, ST6215, ST6220, ST6225, ST6240, ST6242, ST6245, ST6260, ST6265,

#### National Semiconductor

Famille COP800 : COPC912, COPC820, COPC840, COPC880, COPC8780128, COPC8620, COPC8640,

Famille COP888

#### Toshiba

Famille TLCS-870 : TMP87PH00N/F, TMP87PH20/F, TMP87 PM40N/F, TMP87PH40N/F, TMP87PH46N,

TMP87PH47U, TMP87PS64F, TMP87PM78F1K,

Famille TLCS-90 : TMP91P640, TMP90PM40,

TMP90P802AP, TMP90PH48F,

#### Siemens

Famille X5XX : SAB80515, SAB80C535, 83C515 A-A, SAB80C517, SAB80C537, SAB83C517 A-5

Famille C500 : SAB-C501/502/503

Nous voici arrivés à une catégorie de microcontrôleurs qui a donné une impulsion nouvelle aux développements dans ce domaine, les PIC d'Arizona Microchip.

#### Arizona Microchip Technology

Famille PIC16CXX : PIC16C54, PIC16C55, PIC16C56, PIC16C57, PIC16C58A, PIC16C64, PIC16C71, PIC16C74, PIC16C84,

Famille PIC17CXX : PIC17C42

Il existe un certain nombre de (systèmes à) microcontrôleurs dont les caractéristiques très attrayantes méritent qu'on les mentionne, bien qu'elles semblent les mettre en fait hors-catégorie.

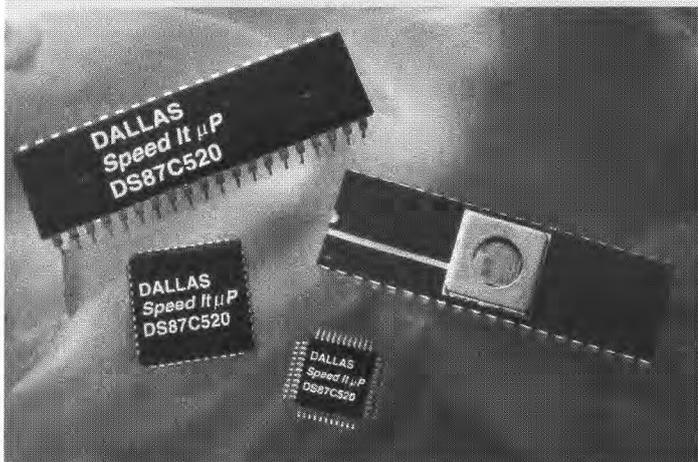


Figure 3 – Avec ses 16 K d'EPROM, ses 1,25 K de SRAM et tout le reste, le DS87C520 de Dallas Semiconductor est une variante ultra-moderne du 8051.

(Document Dallas Semiconductors, via Alcom)

**Dallas Semiconductor**

*Famille Soft Micro* : DS5000(T)-X-Z, DS2250-X-Z, DS2251-X-Z, DS2252-X-Z

Le premier X représente la taille de la mémoire exprimée en Koctets, le Z la fréquence d'horloge (exprimée en MHz). Ainsi un DS5000 T-32-16 possède 32 Koctets de mémoire NVRAM et tourne à 16 MHz. Intéressant pour un 8051 n'est-ce pas ? Attention, bien que le cœur de ce produit soit un microcontrôleur il s'agit d'un cas très particulier. On se trouve en effet en présence d'un module SIMM à 40 broches doté, outre un noyau  $\mu$ C compatible 8051, d'une RAM non volatile de 8, 32 voire 64 K, le chargement initial du logiciel se faisant sur l'ordinateur-hôte via le port série de ce dernier.

*Famille DS8XCXXX* : DS80C320, DS87C520, DS80C530

**Hitachi**

*Famille H8300* : H8/322, H8/323, H8/324, H8/325, H8/3256, H8/3257, H8/326, H8/327, H8/328, H8/329, H8/330, H8/3332, H8/3334, H8/336, H8/337, H8/338, H8/350  
*Famille H8/500* : H8/520, H8/532, H8/534, H8/536, H8/534 S, H8/536 S, H8/538, H8/510

**OKI**

*Famille OLMS65 K* : MSM65511, MSM65512, MSM65513, MSM65514, MSM65516, MSM65524, MSM65544, MSM65x227, MSM65352, MSM65355, MSM644481,

**Texas Instruments**

*Famille TMS370* : TMS370C010, TMS370C310, TMS370C311, TMS370C610, TMS370C710, TMS370C020, TMS370C022, TMS370C320, TMS370C322, TMS370C622, TMS370C722, TMS370C032, TMS370C332, TMS370C732, TMS370C040, TMS370C042, TMS370C340, TMS370C342, TMS370C642, TMS370C742, TMS370C050, TMS370C056, TMS370C058, TMS370C150, TMS370C156, TMS370C250, TMS370C256, TMS370C350, TMS370C052, TMS370C352, TMS370C356, TMS370C058, TMS370C358, TMS370C756, TMS370C758

**Les microcontrôleurs 8/16 bits**

Il existe une classe de microcontrôleurs qui vient s'intercaler entre les 8 bits et les 16 bits, celle des 8/16 bits. Cette famille de microcontrôleurs possède un bus externe de 8 bits et une architecture interne de 16 bits. Le CPU251 d'Intel est difficile à catégoriser, vu que certains de ses registres ont, 8, 16 voire 32 bits !

**Intel**

*Famille MCS<sup>®</sup> 251*

**OKI**

*Famille OLMS66 K* : MSM66101, MSM66201, MSM66417, MSM66507, MSM66509

**SGS-THOMSON Microelectronics**

*Famille ST9* : ST9020, ST90 R26, ST90(x)27, ST90(x)28, ST90(x)30, ST9036, ST90(x)40, ST90 R50, ST90 R51, ST92(x)91, ST92(x)93, ST92(x)94

**Les microcontrôleurs 16 bits**

Cette famille est encore relativement sous-peuplée.

**Intel**

*Famille MCS<sup>®</sup> 96* : 8xC196

**Fujitsu**

*Famille F2 MC-8L/8LC, (série MB89xxx)* : MB89121, MB89123 A, MB89125 A, MB89 P131, MB89131, MB89 P131, MB89133 A, MB89135 A, MB89144, MB89145, MB89146, MB89147, MB89151/A, MB89152/A, MB89153/A, MB89154/A, MB89145/A, MB89161/A, MB89163/A, MB89165/A, MB89173, MB89181, MB89182, MB89183, MB89191, MB89191 A, MB89193, MB89193 A, MB89623, MB89625, MB89626, MB89627, MB89635, MB89636, MB89637, MB89643, MB89645, MB89646, MB89647, MB89653 A, MB89655 A, MB89656 A, MB89657 A, MB89663, MB89665, MB89673, MB89675, MB89677 A, MB89816, MB89821, MB89823, MB89846, MB89855, MB89857, MB89665, MB89667, MB89675,

**Siemens**

*Famille C16X* : SAB-C165, SAB-C167  
*Famille SAB8XC166* : SAB80C166 SAB83C166-5, SAB883C166-5  
*Famille SAB-C167* : SAB-C167-LM, SAB-C167-1 RM  
*Famille SAB-C165* : SAB-C165-LM

**OKI**

*Famille OLMS67 K* : MSM67620

**Toshiba**

*Famille TLCS-900* ; TMP96C141 F, TMP96C041 AF, TMP97C241 F, TMP97 PS40 F, TMP97CS40 F

**Philips**

*famille à base 68000\**

\*Notons qu'il s'agit là en fait d'un processeur à architecture de 32 bits.

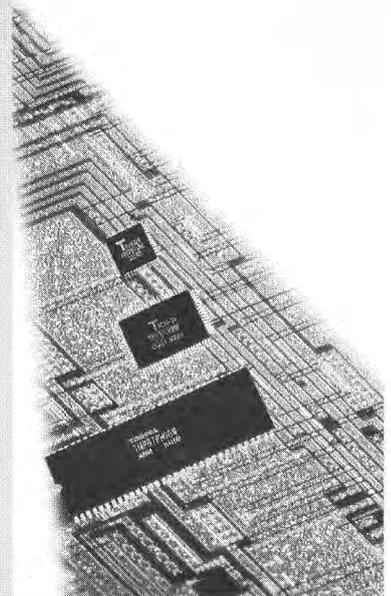


Figure 4 – Un membre de la famille TLCS-870 de Toshiba, dans ses différentes variétés. (Document Toshiba)

avoir besoin un lecteur désirant se lancer dans le développement d'applications.

**Agenix** est elle aussi l'une des sociétés les mieux achalandées en outils de développement pour microcontrôleurs en tous genres.

Son émulateur en temps réel PRO-32 émule les 8031/8032/8051/8052. Il est fortement concurrencé par le Dry ICE, capable d'émuler les 80C31/32, 87C51/52, 80C154, 80C535, 80C451, 80C552 et 80C652.

Les outils de développement logiciels ne manquent bien évidemment pas non plus à la palette multi-facettes de cette société. Elle propose des cross-compilateurs C, un cross- assembleur universel, un outil de cross-développement avec macro cross- assembleur, cross-simulateur et cross-désassembleur.

Il ne faut pas oublier non plus de mentionner l'existence d'un compilateur BASIC, BXC-51, générant un programme 2 à 50 fois plus rapide que le Basic interprété.

D'autres sociétés, telles que **Convergie-Fontaine**, proposent pour les familles 8051 (et dérivés) et 80C166 (ST10) des solutions à partir de d'autres sources : Keil-assembleur, compilateur, noyau temps réel, simulateur et starter kit, Hitex- simulateur, ROM moniteur, carte d'évaluation et émulateur

Inform-environnement de développement en logique floue. Cette dernière approche paraît de plus en plus appréciée. Nous retrouverons d'autres approches faisant appel à la logique floue.

Le MX51 de Hitex est un émulateur en circuit (ice = in circuit emulator) accompagné de l'environnement de développement HITOP aux fonctions très sophistiquées. Le teletest 51 de cette même société, peut se targuer d'une palette de processeurs impres-

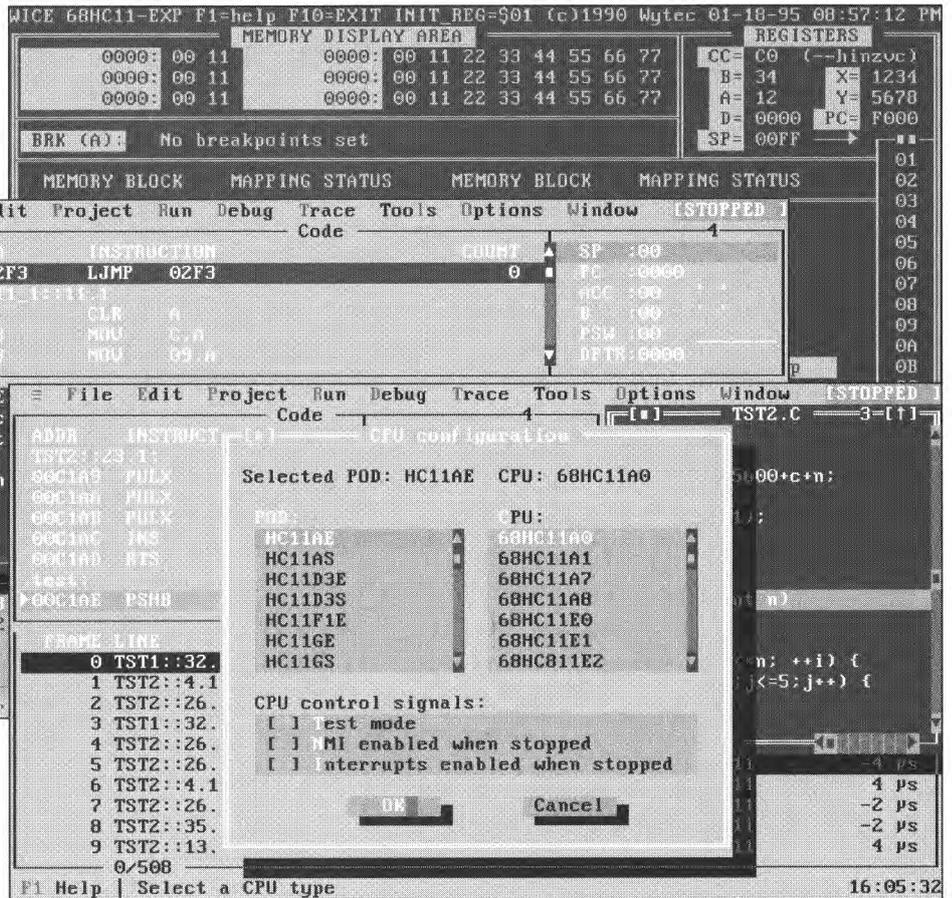


Figure 6 – Exemples de copies d'écran de logiciels tournant sous DOS.

sionnante, pas moins d'une soixantaine et ce à la date de septembre 93, allant du 8031 au 83C851 en passant par des cas spéciaux tels que les 80CL410 et 83C662 entre autres.

Nous vous disions quelques lignes plus haut que nous reviendrons à la logique floue. *fuzzyTECH*® est une approche toute neuve du développement à partir de la logique floue. Étant d'une génération toute récente, cette nouvelle technologie tire le maximum des interfaces graphiques les plus attrayantes telles que Windows. Notons qu'il existe une version de *fuzzyTECH*® pour les 196, 166, 51, sans oublier d'autres processeurs.

Keil propose des outils très puissants pour les processeurs des familles MCS®51 et MCS®251. Il s'agit d'un compilateur C51 (C251) et d'un macro-assembleur A51 (A251).

Siemens ne produit semble-t-il pas d'outils pour ses microcontrôleurs, mais diverses sociétés en fabriquent.

**Convergie-Fontaine** propose des outils pour les composants suivants de Siemens, les SAB501/2/3, SAB80C535/7, SAB80C515/15 A/17 et SAB83C515 A/17 A. Basés sur des outils logiciels KEIL pour lesquels cette société est l'importateur exclusif, des produits Hitex, et Inform (*fuzzyTECH*®). Cette société propose un « Starter Kit » à carte 80C167, évoquée plus haut.

**Raisonance** propose un certain nombre d'émulateurs pour les microcontrôleurs de Siemens.

**Boston Systems Office** (BSO en raccourci) fournit des outils de développement pour les SAB80C166/C167/C165.

**Ashling** fournit des émulateurs pour les SAB80C166/167/165 de Siemens.



Figure 7 – Voici l'un des produits les plus modernes destinés aux membres de la famille du 80C196, l'iC196, un émulateur en temps réel en circuit. (Document iSYSTEM)

## Les fabricants en lice et les outils pour leurs microcontrôleurs

### OKI

OKI propose une famille complète de microcontrôleurs, 4, 8, 8/16 et 16 bits, la famille nX. Ce fabricant propose également des microcontrôleurs compatibles avec la famille 80CXXX d'Intel.

National Semiconductor propose deux familles de microcontrôleurs à 8 bits, celle du COP800 qui comprend les COPC912, COPC et COPJ820, 840, 880, 8780, et celle des COP888 avec les COPCL, COPCF, COPCS, COPCG et COPEG888.

OKI propose, sous la dénomination de OMFICE, des émulateurs matériels destinés à être utilisés en association avec des modules d'évaluation individuels (EVM = EValuation Module). Le dit module de personnalisation est tout simplement connecté à l'émulateur OMFICE pour être prêt à être utilisé. Il suffit d'installer un moniteur-hôte et l'assembleur correspondant pour être à pied d'œuvre.

Notons qu'il existe également des émulateurs autonomes (stand-alone) de la série EASE pour les processeurs de la série OLMS64 K, et pour certains composants de la série OLMS66 K.

### Siemens

Siemens s'est lancé sur le marché des microcontrôleurs avec des versions-maison des produits d'Intel, les SAB8051 A, 8031 A, 8052, 8032, 80C52 et 80C32. La production de ces types de microcontrôleurs a été arrêtée. Siemens se concentre maintenant sur ses propres composants dérivés des premiers produits de la série 80XX d'Intel. La palette de Siemens est impressionnante puisqu'elle comprend les SAB80515, 80535, 80C517, 80C537, 80C501, 80C502 et 80C503. Notons qu'il existe différentes versions CMOS des deux premiers processeurs nommés.

### SGS-THOMSON Microelectronics

SGS-THOMSON Microelectronics s'est manifesté très éloquemment sur le marché des microcontrôleurs avec les familles ST62 comprenant les ST6210, ST6215, ST6220, ST6225, ST6240, ST6242, ST6245, ST6260, ST6265, ST6280 et ST6285, sans oublier celle des ST9. Pour chacun de ces microcontrôleurs SGS-Thomson propose un « starter kit », ST6220-KIT (pour 10, 15, 20 et 25), ST6240-KIT (pour 40, 42 et 45), ST626x-KIT (pour 60 et 65).

Pour la série ST9 GSG-Thomson propose le ST9040 Starter Kit.

### Philips

Philips propose bien entendu également un certain nombre d'outils de développement, tels qu'EMUL51-PC/XXX avec divers têtes de sonde, mais travaille surtout en collaboration avec de nombreuses sociétés tierces qui proposent elles des outils pour les microcontrôleurs de Philips.

### National Semiconductor

Cette société propose un produit dénommé Metalink System pour ses microcontrôleurs. Ce système fait appel à une sonde et un module de déverminage pour émuler le microcontrôleur concerné en temps réel. Il existe également un module de débogage faible coût permettant l'examen et la modification des registres internes du microcontrôleur.

Le logiciel Neu Fuz 4 représente une approche innovatrice. Ce logiciel de développement combine les avantages des réseaux neuraux (neural nets) et de la logique floue (*fuzzy logic*). Ce produit tourne sous Windows 3.1 et suppose l'utilisation d'un 486 ou d'un 386 avec coprocesseur.

### Arizona Microchip Technology

Cette société met à la disposition des utilisateurs de ces PIC une palerette très fournie d'outils de développement qui vont des émulateurs tels que PICMASTER, aux cross- assembleurs en passant par les simulateurs. On y trouve même un kit pour la logique floue.

### Fujitsu

Comme un certain nombre d'autres fabricants, Fujitsu propose lui aussi un kit d'évaluation comportant une platine, un câble de connexion vers l'ordinateur-hôte et du logiciel. Ce kit permet de se faire une idée sur le mode de fonctionnement de cette famille de processeurs.

Fujitsu propose également une palette complète d'outils de développement logiciel tels qu'un compilateur C, capable de générer un code fortement optimisé, ainsi qu'un macro-assembleur acceptant une programmation assembleur structurée. Le lieur (linker) et le gérant de bibliothèque (library manager) fournissent tous les fonctionnalités nécessaires à un développement modulaire, c'est-à-dire module après module, du logiciel. On peut ensuite faire appel au simulateur pour une évaluation rapide du code compilé et/ou assemblé.

### Dallas Semiconductor

S'agissant d'un microcontrôleur compatible 8051, la majorité des outils de développement utilisables pour le 8051 natif le sont également pour la série Soft Microcontroller. Il existe un certain nombre d'outils spécifiques développés par Soft Micro pour des besoins très particuliers. Il faut connaître quelques adresses de SFR spécifiques aux composants de la famille Soft Micro et les mettre dans le fichier source pour que le tour soit joué.

Il existe bien entendu un kit d'évaluation de n'importe quel processeur de la famille DS5000 ; il s'appelle DS5000 TK.

### Toshiba

Il existe toute une ribambelle de matériels et logiciels pour les microcontrôleurs de Toshiba. S'agissant cependant de composants fortement dédiés, nous n'entrons pas dans le détail. Mentionnons pour information que Toshiba fournit une carte d'évaluation, baptisée IPC-TLCS900, pour le développement de son processeur. Cette carte, qui peut être enfichée dans un connecteur libre d'un PC, comporte deux emplacements pour des circuits de RAM et autant pour des EPROM.

Le TDB900 est une carte d'évaluation universelle à base de TMP96C141 F, incluant le programme moniteur et de communication et pouvant servir d'ordinateur mono-carte faible coût.

Il existe différents accessoires et logiciels pour le dit processeur, dont un système d'émulation en temps réel, le RTE900 *model* 20, pour ce type de composant.

### Hitachi

Hitachi propose lui aussi une carte d'évaluation faible coût, la LEV8500 permettant de « se faire la main » sur les processeurs de la série H8/500.

Notons que Hitachi propose également un noyau de développement en logique floue pour ses H8/300 et H8/500.

### Pour la famille ST62

SGS-Thomson lui-même propose différents « starter kit » pour les différents produits de sa gamme. On dispose ainsi du :

- ST6220 Starter Kit, pour les ST6210/15/20/24 ;
- ST6240 Starter Kit, pour les ST6240/42/45 ;
- ST626x Starter Kit, pour les ST6260/65.

Le Starter Kit, pour la famille des microcontrôleurs ST622x/1x est en fait une carte de programmation qui permet la programmation d'un composant doté d'une EPROM. Ce kit comporte la carte, l'alimentation et un câble plat à 25 conducteurs, 4 microcontrôleurs, 2 ST62 E20 F1 et 2 ST62 E25 F1, ainsi qu'une documentation bien fournie.

Il existe également un Starter Kit, pour la famille des microcontrôleurs ST626x, qui comporte lui une carte d'évaluation du ST62 E65. Cette carte peut également servir, si elle est connectée à un PC, d'interface pour le simulateur logiciel. Ce kit comporte également deux exemplaires du ST62 E65 et du ST62 E60.

SGS-Thomson propose également un Starter Kit pour la famille des microcontrôleurs ST624x. À nouveau on dispose de tout le matériel nécessaire ainsi que du logiciel permettant le développement d'applications à base de ST6240.

Pour tous ces Starter kits, SGS-Thomson propose un outil de développement logiciel, le ST6-SW, qui comporte un macro-assembleur, un éditeur de lien et un simulateur logiciel. Le macro-assembleur accepte un fichier source écrit en langage assembleur ST6 à l'aide d'un éditeur de texte standard et le transforme en un fichier ST6 exécutable. Pour permettre une mise au point plus facile, un programme est souvent subdivisé en plusieurs modules remplissant chacun une fonction spécifique. On assemble indépendamment chacun de ces modules avant de les interconnecter à l'aide d'un éditeur de lien qui en fait un fichier unique. Cette opération fournit un fichier tant sous format objet que sous format hexadécimal, ce dernier fichier étant utilisé pour la programmation de l'EPROM, le fichier objet étant lui utilisé pour les tests à l'aide du simulateur ou du debugger.

Il existe également des outils de développement en temps réel pour les microcontrôleurs de la famille ST6.

Il ne faut pas non plus oublier la famille ST9 dont la philosophie de développement se



**Figure 8 – Comme le montre cette photographie, le kit du PICSTART est on ne peut plus complet ; il est fourni avec une épaisse documentation et quelques échantillons de PIC. (Document Arizona Microchip Technology)**

rapproche de très près de celle décrite quelques lignes plus haut.

- ST9040 Starter Kit ; ce système d'évaluation faible coût (on préfère ne pas parler de bon marché) permet le développement de produits basés sur les processeurs de la famille ST9.

Ce kit comporte tous les éléments nécessaires, matériel, logiciel, alimentation et composants, pour le développement de produits à base de ST90(X)XX.

Notons qu'il existe également une version *fuzzyTECH*<sup>®</sup> pour le ST6215. Cette famille aurait sans doute mérité d'être mieux illustrée, mais nous n'avons pas eu de photos.

**Convergie-Fontaine** s'est également intéressé aux microcontrôleurs de SGS-THOMSON et propose des outils pour les composants suivants, ST6 et ST10.

### Pour les PIC

**Arizona Microchip** propose différents outils de développement pour les microcontrôleurs de la famille PIC.

Le PICMASTER-16B par exemple, est un système d'émulateur en circuit pour les PIC16C71. Tournant sur PC sous Windows, il comprend le programmeur PROMATE, l'assembleur MPASM, le simulateur logiciel MPSIM, quelques échantillons, une carte de démonstration, une documentation très complète, une carte de sonde active PIC16C71 et un support de programmation. Impressionnant. Il existe l'équivalent, le PICMASTER-16C pour le PIC16C84, le PICMASTER-16D pour les PIC16C54/54

A/55 /56/57/58A, le PICMASTER-16E pour le PIC16C64, le PICMASTER-16F pour le PIC16C74, le PICMASTER-17 pour le PIC17C42. Tous aussi complet que la version 16B du PICMASTER. Un modèle du genre. On n'est plus guère surpris maintenant par le nombre de concepteurs intéressés par la famille des PIC.

**Arizona Microchip** propose également un certain nombre de kits de développement pour ses produits.

Il y a ainsi la série des PICSTART-16B1 pour les PIC16C54/54 A/55/ 56/57/58A, PIC16C71 et PIC16C84, le PICSTART-16C pour les PIC16C64 et PIC16C74. Ces kits de développement comprennent une carte de programmation du composant concerné, un assembleur, un simulateur et un logiciel-hôte (environnement de communication entre autres), quelques échantillons, une alimentation, un câble d'interface RS-232 et une documentation très riche.

Note : La documentation que fournit Arizona Microchip avec ses différents kits est d'une qualité rarement rencontrée, avec moult exemples d'application.

Le dernier en date, le *fuzzyTECH*<sup>®</sup>-MP, travaille avec les PIC16C5X, 16C6X et 17C42.

Nous aurons sans doute l'occasion de vous en reparler plus dans notre rubrique logiciels.

Le *fuzzyTECH*<sup>®</sup>-MP est un ensemble très complet lui aussi, comprenant le logiciel *fuzzyTECH*<sup>®</sup>, une carte de démonstration, une clé de protection matérielle, un câble d'interface RS-232, des échantillons de PIC16CXX, un module d'alimentation universel et une documentation.

Une autre approche d'Arizona Microchip est son PROMATE, un kit de développement permettant la programmation de tous les microcontrôleurs de la famille PIC16C5X, 16CXX et 17CXX. Il comprend un kit de programmation universel, une alimentation, un logiciel combinant un assembleur un simulateur pour les PIC16CXX et un assembleur pour les PIC17CXX, un câble d'interface RS-232 et de la documentation.

La famille des PICPROBE-16X, 16B pour le PIC16C71, 16C pour le PIC16C84, 16D pour les PIC16C54/ 54 A/55/56/57/58A, 16E pour les PIC16C64 et 16F pour les PIC16C74, sans oublier le PICPROBE-17 pour le PIC17C42, propose des modules de personnalisation interchangeables permettant de reconfigurer le système d'émulateur PICMASTER pour différents microcontrôleurs PIC16/17. Le kit inclut tous les matériel, logiciel et documentation nécessaires.

Notons à l'intention de ceux que cela pourrait intéresser, qu'il existe deux cartes de démonstration, les PICDEM-1 et PICDEM2 permettant de se faire une (petite) idée des possibilités des microcontrôleurs de cette famille.

Ajoutons, en guise de conclusion à ce chapitre, l'existence d'outils logiciels, d'ailleurs évoqués au cours des descriptions de kits précédentes, assembleur pour PIC16C5X/CXX/17C42, simulateur pour PIC16C5X/CXX, disponibles individuellement et permettant, dans le premier cas, la génération de code objet de divers formats, et dans le second la simulation du comportement du mode d'opération des PIC16C5X et 16CXX.

Il ne saurait être question d'oublier les outils de Parallax. Tournons la page et passons à une autre société plus connue pour une catégorie spécifique de PIC, le Basic Stamp® ; ce micro-ordinateur mono-carte

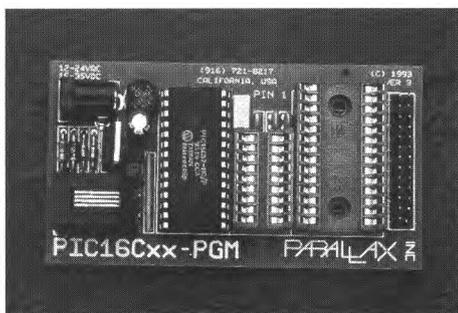


Figure 10 – La taille n'attend pas le nombre des années pourrait-on dire dans le cas de ce programmeur de PIC16Cxx. Il permet la programmation, la lecture et le vérification des PIC16C5x, PIC16C64/74 (avec adaptateur), PIC16C71 et PIC16C84. (Document PARALLAX)

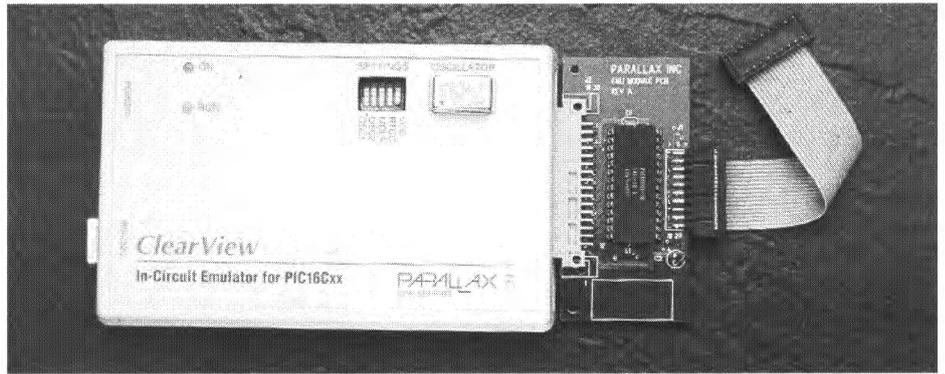


Figure 9 – Un joli produit de chez PARALLAX. Le Clear View, un émulateur ice pour PIC16Cxx, tournant à quelque 20 MHz, l'émulateur, pas les PIC... (Document PARALLAX)

de PARALLAX, Inc, car c'est en fait de cela qu'il s'agit, est à base de PIC16C5X, exécutant des programmes en... Basic, comme vous vous en seriez douté.

PARALLAX met à la disposition des utilisateurs de son Basic Stamp®, mais pas uniquement à leur intention, toute une palette d'outils de développement. Nous vous proposons ici les photos des plus marquants d'entre eux. Prenons-les dans l'ordre adopté par PARALLAX, vu que cela semble l'ordre le plus logique.

• *Assembleur pour PIC16Cxx*

Cet assembleur sert à convertir le code source d'un programme écrit en assembleur en code objet utilisable par les éléments de la chaîne situés en aval, tels que les simulateurs, les programmeurs et les déchargeurs.

• *Simulateur logiciel pour PIC16Cxx*

Est un logiciel simulant l'exécution de programmes pour PIC sur l'écran d'un PC. On peut procéder à une exécution pas à pas, définir des points d'arrêt, et suivre l'évolution des choses dans une fenêtre de surveillance prévue à cette intention. Nombreux sont les concepteurs à utiliser ce type de logiciel pour les essais et déverminage préliminaires. Le simulateur peut également être utilisé en association avec le simulateur d'E/Set autres émulateurs en circuit.

• *Programmeur pour PIC16Cxx*

Cet appareil permet, comme le suggère son nom, de programmer, lire et vérifier les PIC. Un logiciel mono-écran simplifie grandement le processus de programmation. En dépit de sa très faible taille, le programmeur est doté d'un connecteur d'extension qui permet l'utilisation d'adaptateurs en tous genres, support FIN à 18/28 ou 40 broches, support SOIC 18/28 broches voire SSOP 20/28 contacts.

• Ce programmeur est en fait tout ce qu'il faut pour se lancer dans le monde fascinant de la programmation de PIC. Back Draft 17 est le dernier-né des programmeurs de PARALLAX. Comme l'indique le nombre servant suffixe à sa dénomination, il est destiné à la programmation des PIC de la série PIC17Cxx.

• *Déchargeur pour PIC16C5X*

Cet appareil fait office d'émulateur à ROM pour le PIC16C5X, qu'il remplace sur le système-cible, un déchargement de deux secondes remplaçant tout une série de programmation, effacement et extraction normalement nécessaire dans un environnement réel.

• *True Flight, programmeur/déchargeur pour 71/84*

Constitue une approche nouvelle, étant tout à la fois un programmeur et un déchargeur pour les PIC16C71 et 16C84. Ce système dispose d'un effaceur à UV embarqué, qu'il utilise pour l'effacement du PIC avant sa reprogrammation. C'est le véritable canif suisse du développement à base de PIC.

• *Reflection, simulateur d'E/S*

Ce système s'enfiche à la place d'un PIC et travaille en sorte d'extension d'E/S pour le simulateur logiciel. Sous la houlette du logiciel, la partie matérielle de Reflection lit les entrées des Entrées/Sorties et écrit vers les sorties de ces mêmes E/S. Comme le logiciel simule une exécution sur PC, le matériel produit une activité correspondante sur les broches d'E/S du circuit testé. Il est possible ainsi d'aller aux limites du montage, cette technique d'émulation permettant la détection de problèmes qui seraient restés cachés. Cette technique d'émulation est relativement lente vu qu'elle est pilotée par le PC. Il vaut mieux ne jamais être trop pressé lors du développement d'un système à microcontrôleur...

Note: la documentation fournie par PARALLAX mérite une mention plus qu'honorable.

PARALLAX dispose également d'un second émulateur en circuit, Clear View'5x, qui tourne sur la quasi-totalité des PIC. Cet appareil se caractérise par un oscillateur embarqué interchangeable, lui permettant de travailler entre 32 kHz et 20 MHz. Le modèle Clear View'xx utilise des modules d'extension pour s'adapter à tous les types de PIC.

Notons que Selectronic propose dans son catalogue, Clear View 5x ainsi qu'une bonne partie des matériels de PARALLAX.

Sachez qu'il existe un compilateur C pour les PIC16Cxx et un autre pour les PIC16/17Cxx à des prix très abordables.

Il est ensuite un certain nombre d'outils plus spécifiquement destinés au Basic Stamp, proposés sous la dénomination de programming kit : ce dernier comprend un câble de connexion vers un PC, un logiciel éditeur et une documentation.

Il existe également des sources tierces proposant ce type de matériels et de logiciels. Leur liste étant trop longue pour être reproduite ici, nous nous contenterons de citer quelques noms :

**Advanced Transdata Corporation** fait des programmeurs, des émulateurs ICE, des systèmes combinés déchargement/émulateur/prog rammeur et des émulateurs en temps réel, RICE (Real time In-Circuit Emulator) ;

**Advin Systems, Inc** fait des programmeurs universels ; **Application Solutions, Inc** fait une carte de programmation/démonstration ; d'autres fabricants de programmeurs sont BP Microsystems, Citadel Products Ltd, sans oublier bien sûr Data I/O, sachant que la quasi-totalité des fabricants de programmeurs performant les ont doté de la capacité de programmer les PIC.

**Agenix** aussi s'est lancé sur le marché du PIC,proposant plusieurs émulateurs PIC : l'émulateur en temps réel RICE16 en particulier.

### Pour la famille 68HCXX de Motorola

Nous n'avons pas eu de réponse de Motorola soi-même, mais il existe différentes sociétés proposant des outils de développement pour le processeur-roi de cette société, le 68HC11.

**Mecalogic** propose le MHC811 EME « *EMBEDDED EMULATOR* », émulation enterrée. Cette approche innovatrice permet une mise au point du programme sur le module d'application sans nécessiter d'autre outil qu'un PC relié au module par son interface RS-232. Ce produit, est, dans sa

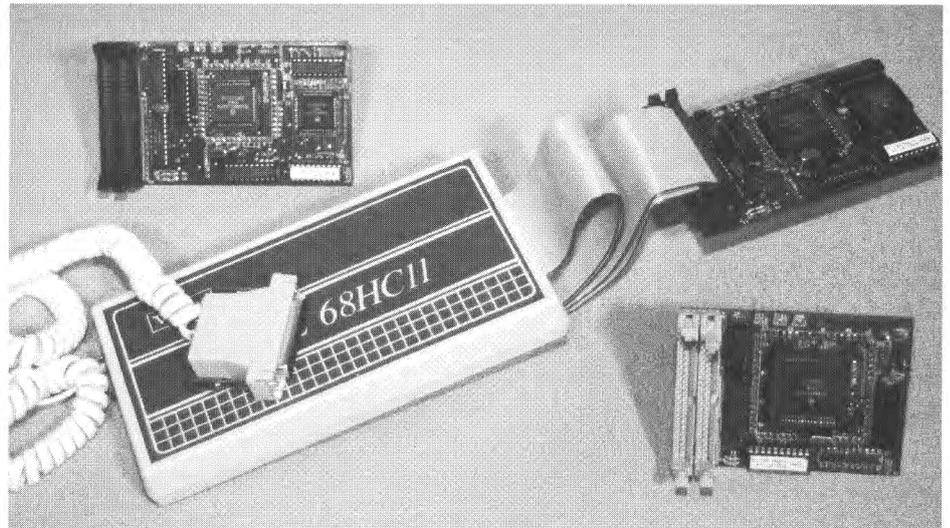


Figure 11 – Comme on le voit ici, l'une des caractéristiques d'un émulateur performant est de pouvoir recevoir divers types de (têtes de) sondes, comme c'est le cas du WICE68HC11 photographié ici entouré de trois modules (pods). (Document I.S.I.T.)

version package de développement, une carte dotée de son processeur et selon la version, de différents types de mémoire, RAM Zéropower et/ou EEPROM associée à un éditeur source, un assembleur direct objet, un debugger direct, un câble RS-232 et un bloc d'alimentation secteur. Un second produit de cette société est le HC711D3, destiné au MC68HC711D3 de Motorola. Cette carte d'une taille sensiblement plus importante que la précédente, est accompagnée d'un éditeur source, d'un assembleur et d'un émulateur en temps réel.

**Convergie** propose également des outils de développement pour différents processeurs de Motorola, à savoir les 68HC05, 68HC11, 6830x et 6833x

I.S.I.T propose plusieurs émulateurs, dont WICE68HC11, un émulateur 68HC11 low cost bien que très performant, un émulateur IC181, émulateur multifamille professionnel.

**Phytec** fournit tout un arsenal d'outils, logiciel et matériel, pour les microcontrôleurs, tels que macrocrossassembleur, compilateur C, compilateur Pascal, simulateur soft DScope, éditeur SURF, un kit professionnel avec assembleur, compilateur etc, sans oublier tout ce qu'il faut pour le 80C196 d'Intel en particulier.

**Universal Developpers** dispose également d'une gamme d'outils de développement tant pour la famille 8031/51 que pour celle des PIC, du 68HC11, voire pour les cartes à puce !

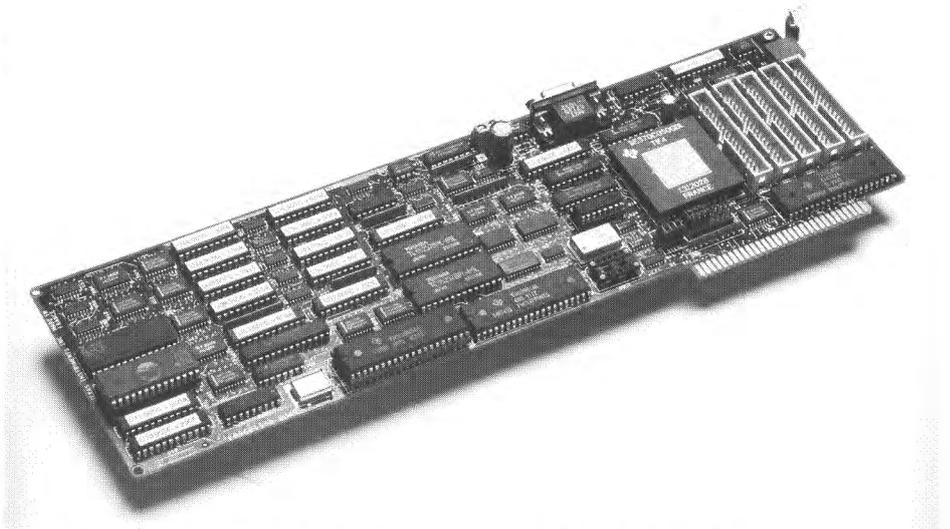


Figure 12 – Un bien bel outil de développement que celui de Texas Instruments pour les membres de la famille TMS370. (Document Texas Instruments)

Et les autres...

Texas Instruments

Notons qu'il existe également une version *fuzzyTECH*<sup>®</sup> pour le TMS320. Comme c'est de plus en plus courant, Texas Instruments dispose de son propre BBS où l'on peut trouver des informations extrêmement intéressantes à condition de disposer d'un modem.

Nous pouvons donc passer immédiatement à la seconde catégorie de produits, les outils qui utilisent...

L'approche purement logicielle

L'une des méthodes les plus spectaculaires pour la mise au point de systèmes à micro-contrôleur – d'habitude, ils n'en comptent qu'un seul – est sans doute la solution 100% logicielle.

L'un des exemples typiques, voire le seul que nous connaissons, de cette sorte d'outil de développement est « *The Realizer* » d'Actum Solutions.

Comme le montrent les copies d'écran ci-dessous, toutes les fonctions de *The Realizer* sont logicielles. Après avoir choisi le nom du projet, on peut se mettre au travail. La première étape consiste à dessiner le schéma logique du montage, avec ses différents sous-ensembles. On passe ensuite à l'étape d'analyse, au cours de laquelle le programme

s'assure que tout est fait dans les règles ; on en arrive ensuite à la simulation où le programme montre les états des sorties, des variables, le cas échéant sur graphiques. Lorsqu'on a satisfait à toutes les étapes du processus, il est temps de choisir la configuration matérielle, c'est-à-dire de choisir le processeur-cible pour lequel sera écrit le code. On termine par l'application qui produit le code-objet, une fois déterminé l'assembleur idoine pour le processeur concerné.

Une toute nouvelle version, *The Realizer V2.0*, tourne sous Windows. Tout comme la version précédente qui tournait sous DOS, *The Realizer 2.0* s'adapte aux processeurs suivants : 8051 et ses dérivés, la série ST62, la série des PIC16, la série 68000 et le code ANSI-C. Les choses ont bien évolué avec l'apparition de la version pour Windows de *The Realizer*, tant dans la manipulation que dans le déroulement des opérations. Une bibliothèque de symboles bien fournie, pas moins d'une soixantaine de symboles différents, permet de dessiner les schémas les plus courants. Si l'on a besoin d'un symbole qui n'existe pas encore en bibliothèque, on peut le créer soi-même et l'intégrer ensuite à l'assembleur.

On dispose d'une fonction d'optimisation qui laisse le choix entre une limitation au strict indispensable de la taille de la RAM, de la taille du code, du code dormant ou une optimisation de la vitesse. À tout moment, c'est un nouvel avantage de l'environnement Windows, on dispose d'une aide en ligne pour obtenir toute information nécessaire. Un fichier de plus de 800 K, pour le moment, ce n'est pas rien !

Cette nouvelle version présente, par rapport à celle qui tourne sous DOS, de nouvelles ajoutes très intéressantes, telles que la possibilité de définir soi-même de nouveaux symboles et d'écrire leur implémentation en assembleur, la simulation se fait maintenant par le placement dans le schéma des objets de visualisation tels qu'interrupteurs, ampoules, écrans d'oscilloscope et générateurs de signaux. La structure interne du programme a également été adaptée de façon à permettre la détection du code dormant (*sleeping*) pour en effectuer une exécution sélective.

De plus, le fait de tourner sous Windows 3.0 se traduit par de meilleures impressions sur papier des fichiers.

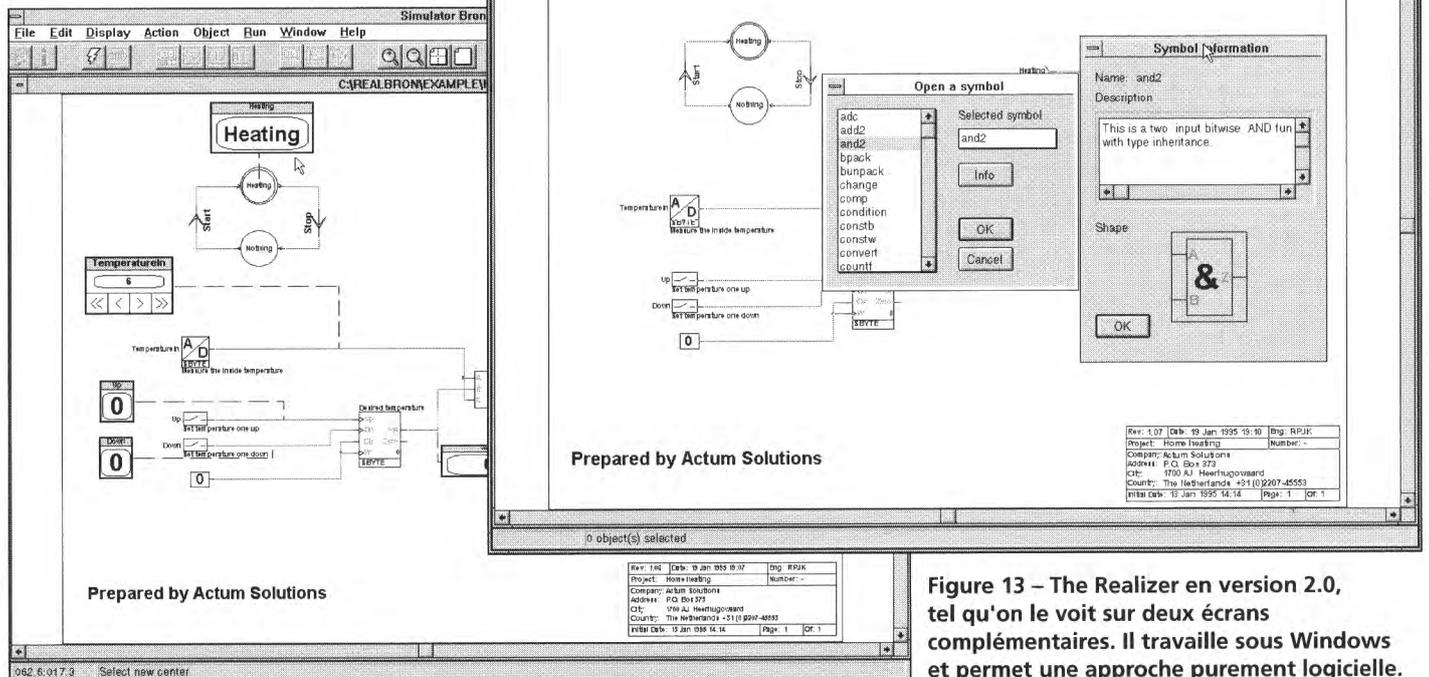


Figure 13 – The Realizer en version 2.0, tel qu'on le voit sur deux écrans complémentaires. Il travaille sous Windows et permet une approche purement logicielle.

La rédaction remercie les sociétés Actum Solutions (NL), Agenix, ATMEL, Arizona Microchip Technology, BSO, Convergic, Dallas Semiconductor par l'intermédiaire de Alcom (NL), ETCO, Fujitsu, Hitachi par l'intermédiaire de Farnell GB, Intel par l'intermédiaire de Koning & Hartman NL, I.S.I.T., iSYSTEMS (RFA) Mécalogic, National Semiconductors, Nohau par l'intermédiaire de TRITEC (NL), OKI, PARALLAX (USA), Philips Semiconducteurs, Phytex, RAISONANCE, Selectronic, SGS-Thomson, Siemens, Texas Instruments, Toshiba, Universal Developpers. Nous déplorons de n'avoir pas de remerciements à adresser aux sociétés Intel, Motorola, Mitsubishi, NEC, Nohau, Zilog, qui n'ont pas pris la peine de répondre à nos demandes.

Sources des illustrations. Dallas Semiconductor, I.S.I.T., iSystems, Raisonance.

En France, Parallax est distribué par Selectronic.

De très nombreux autres fabricants de microcontrôleurs font des *starter kits*, NEC par exemple, mais elles n'ont pas jugé opportun d'en informer les milliers de lecteurs d'Elektor.

# Diagnostic de panne sur système à 8031

## trucs & astuces en cas de dysfonctionnement

Rien n'est plus frustrant que de se trouver, après tant d'heures de travail méticuleux, face à un montage qui refuse obstinément de fonctionner. L'expérience nous a heureusement appris que la situation est souvent moins désespérée qu'il n'y paraît à première vue, à condition d'user de méthode. Dans l'article qui suit, nous allons voir en dix points comment effectuer un diagnostic d'erreur dans un montage équipé d'un microcontrôleur de la famille MCS51.

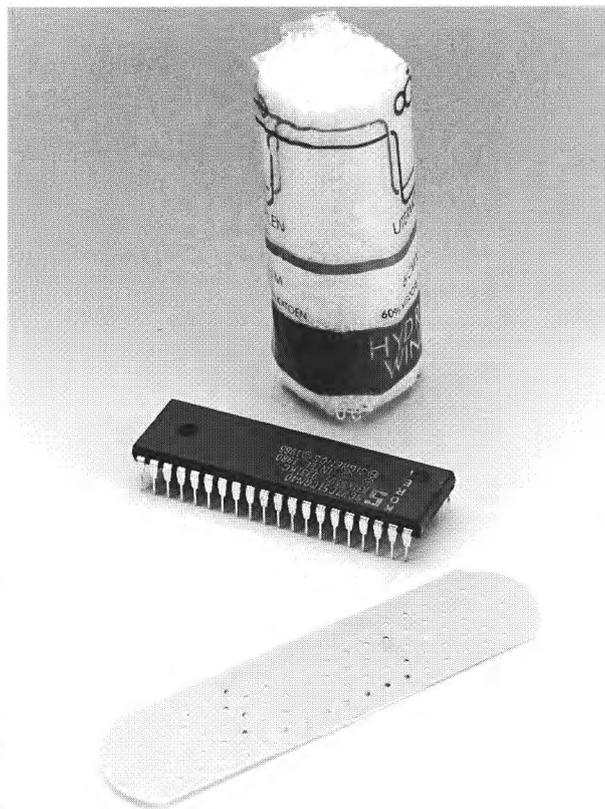
Avant de nous attaquer à l'identification de la cause probable de la panne, commençons par quelques mises au point, histoire de s'assurer que nous sommes sur la même longueur d'onde. Nous supposons que le montage est terminé, garni de tous les circuits intégrés et de l'EPROM programmée. Ensuite, toutes les mesures s'effectueront sur le dessus de la platine, côté « composants » donc, à même les broches des circuits intégrés. Il ne faut jamais enfoncer la pointe d'une sonde dans l'un des contacts à ressort d'un support sous peine de lui faire perdre son élasticité et dès lors sa fiabilité.

### Point 1

On commencera par s'intéresser à la tension d'alimentation. On connecte la sonde de masse (COM) d'un voltmètre (un multimètre positionné en calibre voltmètre par exemple) à un point de masse à proximité de l'alimentation et, à l'aide de la seconde sonde, on mesure la tension d'alimentation positive du processeur, la broche 40 dans la plupart des cas. On répète cette opération pour tous les circuits intégrés présents sur la platine. Si la tension d'alimentation est présente partout où elle doit l'être, il faudra se mettre à la recherche d'un support défectueux, d'une mauvaise soudure, de mauvais contacts ou d'une interruption de piste.

### Point 2

Il est temps maintenant de s'intéresser à la connexion de masse des composants (la broche 20 chez la majorité des processeurs).



On relie la sonde positive du voltmètre à la ligne d'alimentation positive. On contrôle ensuite à l'aide de la sonde de masse les connexions de masse des différents circuits intégrés pour vérifier la présence de la tension requise. Le voltmètre doit indiquer une tension de l'ordre de 5 V (–5 V en cas d'inversion des lignes de mesure). On doit retrouver pratiquement la même valeur pour toutes les mesures. Les valeurs de tension relevées ne doivent pas varier de plus de quelques millivolts de celle prise directement à la sortie du régulateur. La tension d'alimentation elle-même doit toujours se situer entre 4,75

et 5,25 V. Cette dernière mesure est à effectuer lorsque tous les circuits intégrés sont implantés sur le montage. Si l'on s'aperçoit que la ligne de masse est interrompue, on pourra repartir à la recherche de supports défectueux, de soudures mal faites, d'interruptions de pistes.

### Point 3

Si toutes les connexions d'alimentation s'avèrent irréprochables, il est temps de tester un certain nombre de fonctions, à commencer par l'oscillateur du processeur. On s'assure de son fonctionnement en branchant à la broche 18 la sonde 1:10 de l'oscilloscope. Il suffit de s'assurer que la fréquence se situe bien aux alentours de celle du quartz.

L'amplitude du signal visualisé par l'oscilloscope doit être de plusieurs volts (crête à crête) et avoir l'apparence générale d'une sinusoïde. Si l'oscillateur ne fonctionne pas, la broche 18 doit se trouver à un niveau de tension faible alors que la broche 19 sera haute (ou inversement). Rien de tel qu'un oscilloscope pour vérifier de quoi il retourne. Une fois qu'il s'est arrêté, un oscillateur ne redémarre pas de lui-même.

Il faut commencer par appliquer une impulsion d'initialisation (*Reset*) au processeur. Il est donc recommandé, lors du test de l'oscillateur, d'actionner à intervalle régulier le bouton-poussoir de mise à zéro du montage. Si l'oscillateur ne fonctionne pas, on inspecte les pistes allant vers les broches 18 et 19, ainsi que les soudures. On vérifiera que les deux condensateurs sont bien

connectés au microprocesseur et à la masse. On vérifiera pour terminer la valeur affichée sur le boîtier du quartz. La fréquence est quelquefois indiquée en MHz (multiple de 1 MHz) mais plus souvent encore en kHz. On pourra remplacer momentanément le quartz par un exemplaire dont on est sûr du fonctionnement, récupéré par exemple d'une ancienne réalisation qui a fonctionné.

#### Point 4

S'il s'agit de mesurer précisément la fréquence d'oscillation, il n'est pas très judicieux de se brancher directement aux broches de l'oscillateur, parce que cela se traduit inévitablement par l'introduction d'une capacité additionnelle. On préfère donc effectuer les mesures sur les broches ALE et PSEN. Savoir cependant qu'on n'y trouvera de signal que pendant l'activité du processeur, donc pas pendant qu'on active la broche de mise à zéro. On vérifiera la présence sur la broche ALE d'un signal rectangulaire de fréquence égale au 1/6 de celle de l'oscillateur ; le rapport cyclique est alors de 1:3. On doit trouver sur la broche PSEN un signal rectangulaire de fréquence identique, mais d'un rapport cyclique de 50% (1:1). On mesurera, si possible à l'aide d'un fréquencesmètre, la fréquence du signal présent sur la broche ALE.

Cette approche présente l'intérêt de ne pas influencer le circuit de l'oscillateur proprement dit. Si votre programme comporte des instructions qui accèdent à un emplacement de mémoire externe, vous observerez, à intervalle régulier, des impulsions ALE et PSEN. Dans une telle situation, on est forcé de mesurer directement sur les broches de l'oscillateur. Si les signaux de l'oscillateur ne sont pas corrects, on force, à intervalles plus ou moins réguliers, une impulsion de remise à zéro. On vérifie que l'entrée de *Reset* (1) ne reste pas active à tort. On extrait alors de leur support tous les circuits intégrés reliés aux lignes ALE et PSEN. Si les signaux ne s'améliorent pas, il reste à vérifier l'état des pistes et des supports, à la recherche d'un éventuel court-circuit.

#### Point 5

Si c'est une EPROM externe qui est en usage sur le montage, il faut vérifier que la tension sur la broche EA (la broche 31 dans la majorité des cas) est bien à zéro. On trace ensuite, à l'aide d'un oscilloscope, les connexions allant aux lignes d'adresse/de données combinées (port P0). Il n'est pas nécessaire de chercher la synchronisation (*trigger*), seuls sont intéressants les niveaux haut et bas des signaux. Les niveaux bas doivent se situer

en-deçà de 0,4 V, les niveaux hauts doivent être supérieurs à 3 V. On peut accepter une certaine dispersion sur les niveaux hauts. On s'assurera de l'absence de niveaux de signaux situés entre ces deux valeurs, parce qu'ils n'ont rien de logique !

Il faut se méfier des lignes qui sont en permanence au niveau haut ou bas. En pareil cas, on examinera les pistes et les supports de circuit intégré à la recherche d'un éventuel court-circuit. Si le montage est de conception personnelle, il faudra peut-être vous résigner à révéifier la logique de votre schéma.

Dans bien des cas, la découverte d'un niveau de signal « louche », d'une tension intermédiaire entre niveau haut et bas, est un indice de la présence d'un court-circuit entre deux pistes (voire davantage). L'autre piste impliquée dans le court-circuit présentera la même forme de signal. Cette similitude devrait permettre de trouver assez facilement l'origine du court-circuit. Quand on utilise un oscilloscope bicanal, il doit être déclenché sur le même signal pour pouvoir observer cet effet. Il faudra donc faire attention au mode de déclenchement ou opter pour le mode en découpage (*chopper*) et non en alternat (*alternat*).

#### Point 6

On utilise la même technique pour l'examen des lignes d'adresse. Il faut aussi s'intéresser aux lignes situées en aval du verrou. Les lignes d'adresse de poids fort restent en règle générale stables pendant une grande partie du temps, vu que les (petits) systèmes n'utilisent bien souvent qu'une partie limitée du domaine d'adresses. On peut s'assurer du bon fonctionnement de ces lignes par la technique *NOP* décrite un peu plus loin. Les niveaux de tension « intermédiaires » et les lignes d'adresse qui restent en permanence à un niveau fixe, haut ou bas, sont toujours sujets à caution. On vérifiera les pistes concernées ainsi que les connexions aux supports des circuits intégrés pour s'assurer de l'absence de court-circuit. À nouveau, s'il s'agit d'un montage de votre crû, mieux vaut vous assurer qu'il n'y a pas d'erreur de conception du schéma.

#### Point 7

Après quoi, on suit à la trace toutes les autres connexions du processeur. À chaque mesure, on vérifie si le signal mesuré est « logique » (dans les limites d'amplitude et de vitesse normales). Il faudra se souvenir que le 8031 comporte, sur tous ses ports, des résistances de rappel au niveau haut d'une valeur d'une

trentaine de k $\Omega$ . Dans ces conditions le courant maximal disponible est de 150  $\mu$ A. Grâce à la faible valeur des résistances de rappel au niveau bas, le port peut drainer vers la masse un courant de 1,5 mA. Ces résistances font que le niveau de tension à la sortie dépend fortement de la charge appliquée.

#### Et si nous faisons le point ?

Si les tests des points 5, 6 et 7 n'apportent pas de réponse aux questions, la dernière solution consiste à utiliser un programme de test spécial. Vous devriez être en mesure d'écrire vous-même ce programme sans grande difficulté. Il devra comporter une boucle aussi simple que possible à l'intérieur de laquelle on transfère, en succession rapide, toute une série de nouvelles combinaisons de bits vers un port d'Entrée/Sortie. L'examen des données qui apparaissent sur le port d'E/S permet de vérifier si le processeur s'enferme ou non dans une boucle. Donnons un exemple abstrait mais utilisable :

- incrémenter l'accumulateur
- écrire le contenu de l'accumulateur vers le port
- sauter en début de boucle.

Si ce programme ne fonctionne pas, on vérifiera que les cavaliers de court-circuit implantés correspondent bien au type d'EPROM utilisé. On s'assurera, le cas échéant, que l'émulateur d'EPROM est bien installé, tant au point de vue du logiciel que du matériel.

#### Si rien ne semble marcher

Dans 90% des cas, la cause de la panne devrait maintenant être identifiée et le problème réglé ou en passe de l'être. Il se pourrait cependant (il y a des montages nés sous une mauvaise étoile), que celui-ci n'ait pas retrouvé vie. Il faudra dans ce cas-là reprendre son courage à deux mains et relancer les recherches. Rassurez-vous, nous non plus ne jetons pas encore l'éponge. Nous sommes à vos côtés.

#### Point 8

On remplace l'EPROM contenant le programme par une EPROM qui ne comporte que des instructions *NOP* (*No Operation*, c'est-à-dire rien que des zéros). L'écran d'un oscilloscope devrait alors, pour chaque ligne suivante, montrer une division par deux de la fréquence du signal sur la ligne d'adresse de poids supérieur. On commencera par la ligne d'adresse A0. On mesurera le signal des huit lignes d'adresse de poids faible en aval du verrou. Les lignes d'adresse de poids fort se trouvent sur le port d'E/S P2. Le signal

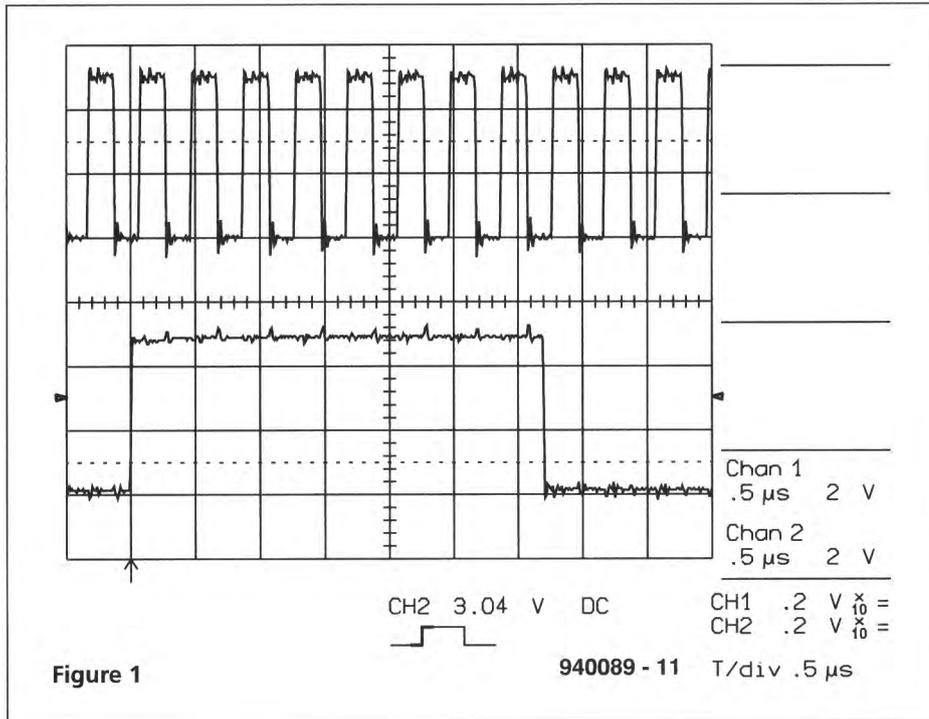


Figure 1

Le programme ci-contre fait apparaître les valeurs successives de 0 à FF sur le port P.

```

1 ;TEST POUR 80451
2
3 ;EQUATES
4 P1 EQU 90 H
5
0000 6 START:
0000 04 7 INC A
0001 F590 8 MOV P1,A
0003 80FB 9 SJMP START
10
11
12
    
```

Nous avons ainsi passé en revue la quasi-totalité des techniques utilisables pour la localisation d'une panne. Dans la pratique le montage devrait maintenant fonctionner. Dans le cas contraire, c'est que le circuit présente une erreur de principe lors de sa conception et rien ne sert de perdre son temps à des recherches classiques, le résultat sera de toutes façons négatif.

Nous espérons vous avoir ouvert certains horizons en décrivant ces techniques d'identification de la cause d'une panne sur un système MCS51. Nous y reviendrons probablement.

Figure 1.

On retrouve dans la partie supérieure de cette copie d'écran le signal PSEN servant à valider l'EPROM. Le signal du bas représente le bit de poids faible du port P1, pendant l'exécution du programme de test. Le processeur utilisé est un 80C451. Grâce à sa technologie CMOS, ce processeur entraîne les sorties jusqu'aux tensions d'alimentation,

devrait être parfaitement répétitif. On examinera la prise en compte des données par le verrou au rythme de l'impulsion ALE. On devrait observer le changement d'adresse sur le bus d'adresses et de données à mi-chemin de l'impulsion ALE. Ce signal est suivi par le signal stable de l'instruction NOP fourni par l'EPROM pendant l'impulsion PSEN. On vérifie les lignes OE (*Output Enable*) et CE (*Chip Enable*) de l'EPROM.

### Point 9

Si la méthode de l'EPROM NOP donne satisfaction mais que le programme, lui, ne fonctionne pas, bien qu'on soit certain de sa parfaite correction, il faudra rechercher d'éventuelles interruptions (externes). Ces interruptions peuvent aussi perturber très sensiblement le fonctionnement du processeur. On vérifiera une nouvelle fois que l'EPROM est bien adressée par le nombre requis de lignes d'adresse (position des cavaliers de court-circuit).

### Point 10

À moins de disposer d'un analyseur logique, il n'est guère possible de suivre le déroulement du programme. Il y a moyen de tester le début du programme en connectant un générateur de signal rectangulaire à l'entrée de mise à zéro. Il faudra dans ce cas-là déconnecter le condensateur de mise sous tension. Très peu de temps (quelques microsecondes) après le passage au niveau bas de l'entrée *Reset*, le circuit se met à fonctionner.

Il est possible, par déclenchement de l'oscilloscope sur ce flanc descendant, d'obtenir une image fixe. La première adresse à apparaître sur le bus d'adresses doit toujours être 0000. Même si cette opération est délicate, il devrait être possible de vérifier sur l'oscilloscope la donnée fournie par l'EPROM à cet instant. Vous pouvez ainsi vérifier un certain nombre d'instructions et les erreurs de conception flagrantes apparaissent inévitablement. Écrivez le cas échéant de petites routines qui actionnent le port d'E/S et susceptibles d'être vues sur oscilloscope.

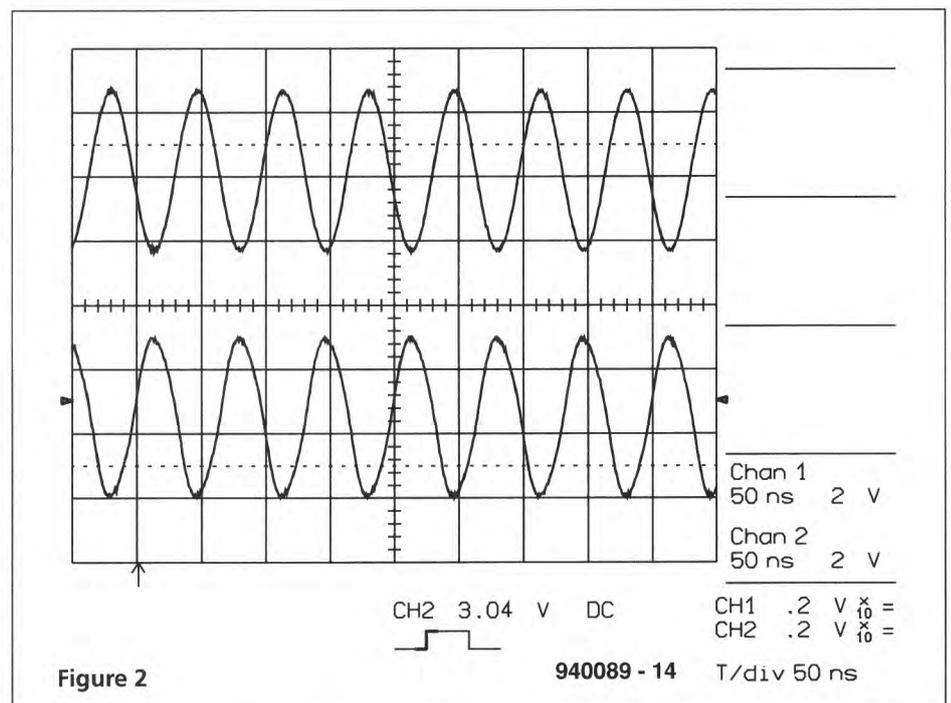


Figure 2

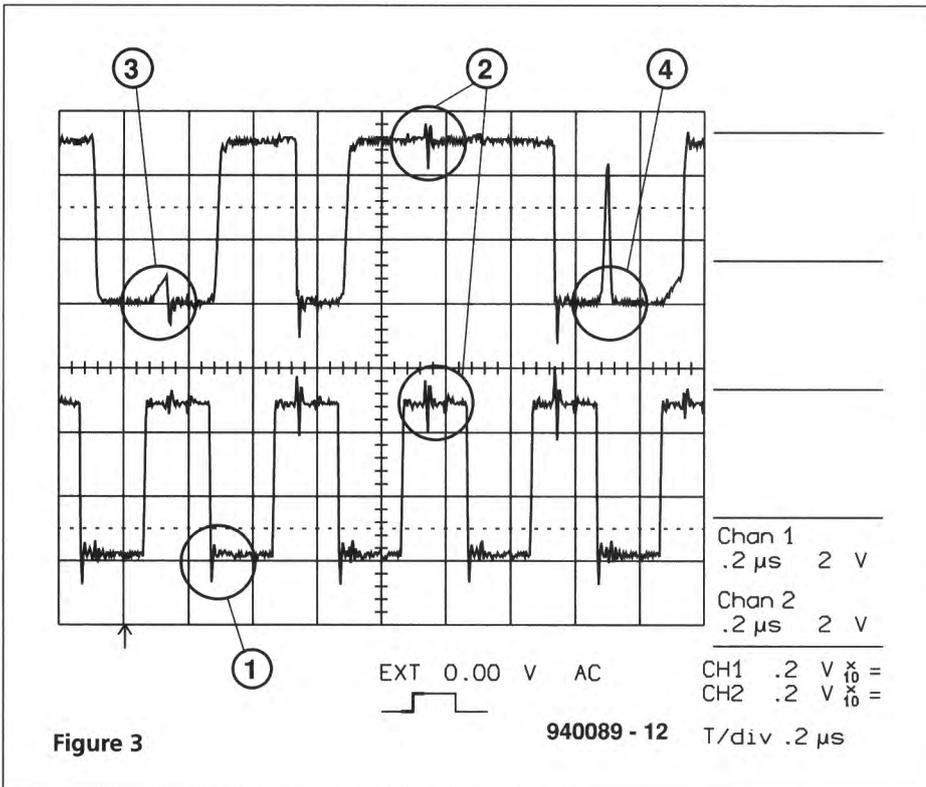


Figure 3

(pull-up), la tension croît lentement. Peu de temps après, le processeur met l'information d'adresse sur le bus, un zéro dans le cas présent. Le signal (4) illustre l'inertie de l'EPROM. À l'arrivée d'une impulsion CE, la donnée correspondant à un état interne aléatoire, dans notre exemple un « 1 » logique, est immédiatement transmise vers l'extérieur. Cette crête de tension ne pose pas de problème parce que le processeur n'enregistre la donnée qu'à l'arrivée du flanc arrière, le flanc montant du signal PSEN, soit près de 200 ns après que la donnée soit stabilisée.

Figure 3

En haut, un court-circuit entre deux lignes du bus de données et en-dessous à nouveau le signal PSEN. Outre les « 0 » et « 1 » presque parfaits, on découvre, par-ci, par-là un troisième niveau de l'ordre de 1 V. C'est dû au fait que l'une des lignes de données essaie de définir un niveau logique bas alors que l'autre fournit un « UN ». Dans la famille MCS51, la résistance de rappel au niveau bas est plus forte que la résistance de forçage au niveau haut, de sorte que la tension moyenne n'est pas de 2,5 V, mais de 1 V environ.

pratiquement de 0 à 5 V donc. Avec des processeurs NMOS un « 1 » logique se traduit par une tension comprise entre 3 et 3,5 V. La série 8031 est compatible TTL, ce qui signifie qu'avec les processeurs CMOS, un niveau de tension inférieur à 0,8 V sera considéré comme un niveau bas (« 0 ») et que toute tension supérieure à 2 V, comme un niveau logique haut. Pas question de trouver des niveaux de tension compris entre ces deux seuils ! Le bruit superposé au signal est normal. Si l'on utilisait un oscilloscope de 20 MHz, un tel niveau de bruit ne serait pas visible et le signal semblerait parfait. Dans la pratique, le spectre de fréquences d'un processeur dont la fréquence d'horloge est de 15 MHz s'étale jusqu'à 200 MHz.

Figure 2

Le bus de données multiplexé du processeur (signal supérieur) et le signal PSEN. Les lignes concernées n'étant pas terminées sur la platine, on constate, sur le signal PSEN en particulier, que le signal dégringole, à intervalle régulier, à un niveau inférieur de 1 V environ au potentiel de la masse (1). L'effet est en principe identique pour la tension positive, mais il présente une amplitude moindre, vu que les flancs montants sont plus lents que les flancs descendants. La logique moderne peut heureusement fort bien s'accommoder de ces pics de tension et poursuivra pour cette raison son PTT (petit travail tranquille). Ici encore, la remarque qu'un oscilloscope travaillant à 20 MHz ne rend pas ces mini-crêtes reste vraie. On

constate la présence, sur la tension d'alimentation positive des ondulations résiduelles importantes (2). Elles sont dues à la commutation, non visible ici, du verrou d'adresse. Bien qu'à première vue il s'agisse de signaux manifestement erronés, les signaux (3) et (4) sont parfaitement normaux. Dans le cas du signal (3), la ligne CE de l'EPROM n'est plus active et, partant, le bus de données se trouve à haute impédance. À cause de la résistance de forçage au niveau haut

Figure 4

Les tensions de l'oscillateur. Elles n'appellent que peu de commentaires. Un oscilloscope 20 MHz visualise en règle générale une amplitude moindre. Des tensions d'oscillateur de quelques volts (crête à crête) suffisent à garantir un bon fonctionnement du processeur.

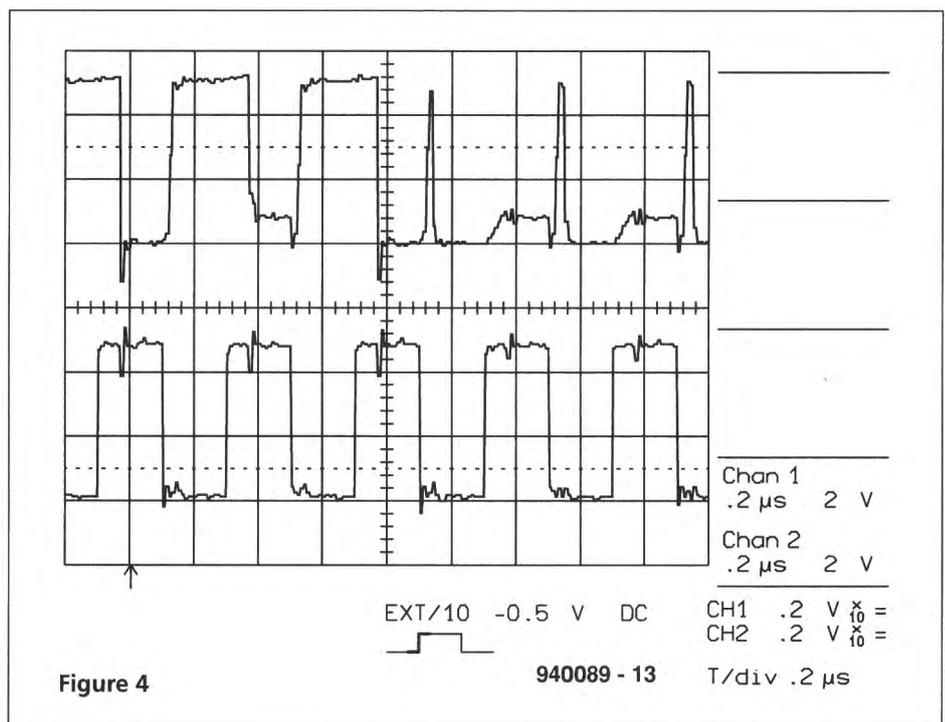


Figure 4

Figure 5

Un court-circuit sur le bus d'adresses (signal du bas) en aval d'un verrou du type HCT573. Le signal du haut est le signal ALE. Outre des niveaux logiques « 1 » et « 0 » quasi-parfaits, on découvre également un troisième niveau de l'ordre de 3 V. Ce niveau « bâtard » est dû au fait qu'une ligne d'adresse fournit un zéro logique alors que l'autre essaie de mettre un « 1 » logique sur le bus. Pour leur part, les sorties du verrou ne sont visiblement pas parfaitement symétriques, de sorte que le niveau obtenu n'est pas de 2,5 V, mais de 3 V. Bien que ce niveau se situe à l'intérieur des spécifications, il est le témoin d'un conflit électrique ! Nous constatons en outre qu'au cours de l'impulsion ALE positive on observe un changement additionnel sur le bus d'adresses. En voici la raison : si l'EPROM a émis un « 1 » au cours de l'impulsion PSEN, celui-ci reste sur le bus même après disparition de l'impulsion PSEN. Cette situation est due aux résistances de rappel au niveau haut. Dès que la lignes ALE est mise au niveau haut, ce « 1 » est transmis au bus d'adresses. À mi-chemin environ de l'impulsion ALE, le processeur

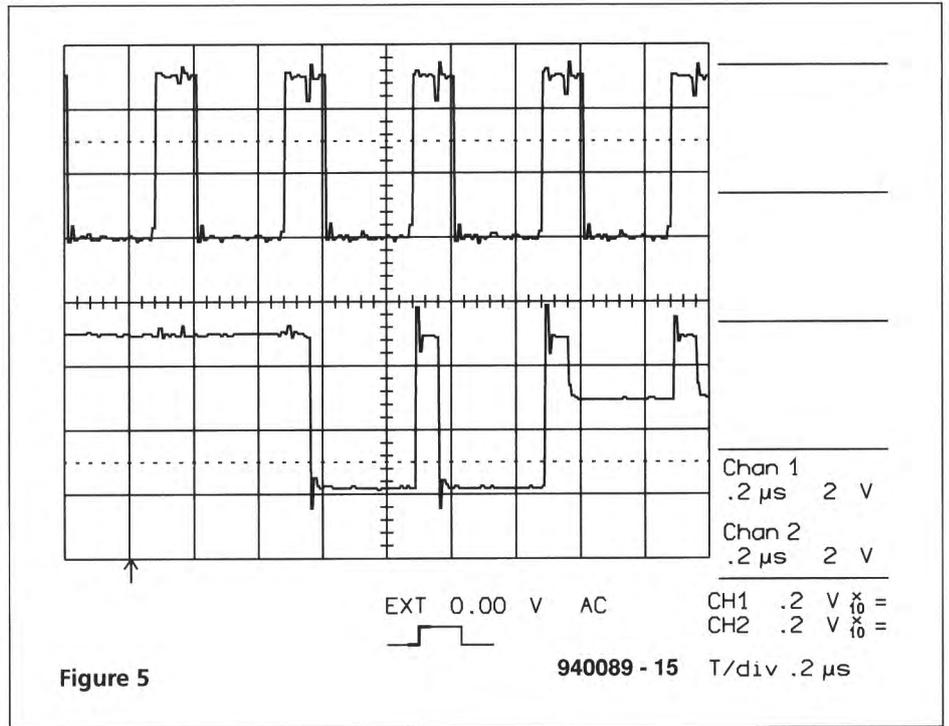


Figure 5

place la véritable information d'adresse sur le bus. Le verrou transmet à son tour cette information et la conserve même après que l'impulsion ALE soit revenue au niveau bas.



## LE SPECIALISTE DE L'INFORMATIQUE D'OCCASION ET DES PIECES DETACHEES

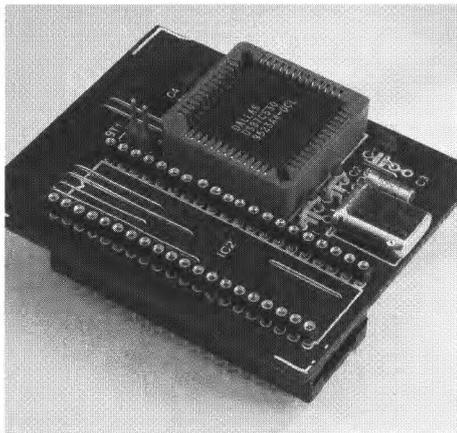
XID INFORMATIQUE, 46 RUE LOUIS ROLLAND - 92120 MONTROUGE - TEL: 42 53 20 40 - FAX: 42 53 18 94

Ouvert du mardi au samedi 10 h-12 h30 • 14 h-19 h

|   |  |  |   |   |  |
|---|--|--|---|---|--|
| <b>UC-CLAVIER</b><br>286 640K/20M0 .....590<br>ZENITH 386 SX 1/40 .....890<br>ZENITH 386 SX 2/40 .....990<br>IBM PS/2 386 SX 4/60 .....1340<br>IBM PS/2 386 DX 4/60 .....1640<br>IBM PS/2 386 DX 4/60 SCSI .....1990<br>486 SX33 4/60 .....1990<br>486 DX2/80 4/540 .....2850<br>PENTIUM 75 8/540 .....3950<br>PENTIUM 100 8/850 .....4290            | <b>MEMOIRES</b><br>2708/16/32/64 .....10<br>27128/256 .....15<br>27512 .....25<br>4116/64 .....10<br>4464 .....10<br>41256 .....10<br>44256 .....59<br>411000 .....20<br>411000 .....20<br>CACHE 8K*8 20 NS .....45<br>CACHE 32K*8 25 NS .....39<br>VIDEO 256K*8 .....169<br>VIDEO 512K*8 .....249<br>SIMM 1M0 80 NS .....169<br>SIMM 4M0 32 BITS .....0<br>SIMM 4 M0 EDO 32 BITS .....0<br>Cache 256ko PIPE .....195<br>Cache 256ko pour PCI/VLB .....195 | <b>CORDONS</b><br>Parallèle 2/5/7/10 .....49/99/129/189<br>Imprimante série .....69<br>Laplink parallèle 2/5 m .....99/179<br>Laplink série 2/5/10 m .....129/199/349<br>Midi .....199<br>SUBD 09 2m .....79<br>SUBD 25 2/5 M .....79/99<br>VGA SUBD 15 M/M/F .....69<br>Clavier<br>Câble 8c RJ45 le mètre .....5<br>Câble ethernet le mètre COAX .....4<br>Câble plat 25 C .....25<br>8C RJ453/5/10 .....89/129/199<br>COAX 5/10 .....89/129<br>NAPPE IDE .....29<br>NAPPE FD .....29<br>NAPPE MFM .....29<br>TENNET 3M .....129<br>NAPPE ESDI PS/2 .....129<br>NAPPE FD PS/2 .....69/89<br>ALIM FD 5 <sup>v</sup> /1A + 3 <sup>v</sup> /1/2 .....35<br>AUDIO CD MULTIPLE .....95 | <b>CORDONS SCSI</b><br>NAPPE INTERNE 3/4/8 CONNECT .....65/69/129<br>NAPPE 3 <sup>1/2</sup> HE 10-2 CENTRO 50 .....229<br>DB 50M/DB 50M .....170<br>CTR 50 M/CTR 50M 0.45M .....169<br>CTR 50 M/CTR 50F 1.8M .....249<br>DB 25M/CTR 50M .....149<br>µCTR50M/M 0.9M .....329<br>µD 50M/M 0.9M .....249<br>µM 50M/CTR 50M 0.9M .....295<br>µM 50M/CTR 50M 0.9M .....329 | <b>PIECES DETACHEES</b><br>Lecteur 5 1/2 1.2 Mo .....149<br>Lecteur 3 1/2 1.44 .....149<br>Lecteur 3 1/2 IBM PS/2 .....289<br>Lecteur Compaq 286 .....249<br>Rails 5 1/4 .....25<br>SUBD 25 .....29<br>Kit DD 2 1/2 sur 3 1/2 .....129<br>Alim. Pc à partir de .....99<br>Alim. PS/2 8530/35/55 .....199/369/199<br>Alim. PS/2 8560/70/80 .....199/249/249<br>Boîtier mini tour neuf .....329<br>Boîtier desktop neuf .....369<br>Boîtier grande tour neuf .....549<br>Clavier IBM 2 Touches .....99<br>Clavier IBM PS/2 .....199<br>Têles imp. IBM PROPRINTER .....249<br>Pièces divers imprimantes .....0 | <b>PRISES A SERTIR</b><br>Encartables 10/20/40 .....8/10/20<br>HE 10/14/20/26/40/50 .....6/7/8/9/10/12<br>RG 58 ethernet .....25<br>RJ 45 .....8<br>SUBD 25 .....29<br>Pince RJ 45/RG 58 .....295/295  |
| <b>MONITEURS</b><br>Hercules mono .....250<br>VGA mono .....290<br>CGA .....550<br>EGA .....650<br>VGA .....790<br>SVGA .....990  | <b>CARTES GRAPHIQUES</b><br>MONOCHROME .....79<br>HERCULE .....129<br>CGA .....149<br>EGA .....149<br>VGA .....169<br>SVGA 512 ko .....249<br>XGA IBM PS/2 .....390<br>SVGA 1M0 ISA neuve .....590<br>SVGA 1M0 VLB neuve .....590<br>SVGA 1M0 PCI neuve .....449   | <b>PRISES A SOUDER</b><br>Capot SUBD 09/15/25 .....7/7/8<br>SUBD 09/15/25 .....15/15/19<br>Div./Mini Div. .....0   | <b>CONTROLEURS DISQUES</b><br>MFM IBM XT .....149<br>MFM 16 BITS .....149<br>IDE ISA .....149<br>E-IDE VLB .....199<br>SCSI EISA .....399<br>SCSI Adap 1542 .....490<br>SCSI IBM PS/2 MCA .....449<br>ESDI IBM PS/2 .....349  | <b>A SAISIR</b><br>SOURIS PS/2 .....59<br>Boîte 3 1/2 720 ko .....15<br>Souris IBM PS/2 .....19<br>Sacoches cuir portable .....189<br>Modem externe 2400 .....199<br>Modem externe 1200 .....159<br>Fax Matracom .....790   | <b>CARTES MERES</b><br>8086 IBM XT .....249<br>80286 Goupil .....99<br>486 DX 33 mem 8 bits .....490<br>PS/2 8530/35/50/55 .....295/649/395/549<br>PS/2 8560/70/80 .....449/749/749<br>COMPAQ OLIVETTI .....0<br>486 VLB/PCI .....549<br>486 PCI .....699<br>PENTIUM TRITON .....749 |
| <b>CPU</b><br>8085/86/88 .....49<br>80186/188 .....69<br>80286 .....89<br>386 DX 20 .....169<br>386 DX 33 .....189<br>486 SX 33 .....99<br>486 SX 33 .....99<br>486 DX 33 .....280<br>486 DX 2/80 .....329<br>486 DX 4/100 .....299<br>486 DX 4/120 AMD .....399<br>5X86-100 CYRIX .....349<br>5X86-133 AMD .....349<br>P75 .....695<br>P100 .....849 | <b>MULTIMEDIA</b><br>CD ROM X2/X4/X6 .....199/399/499<br>CD ROM SCSI .....199<br>Carte son stéréo .....359<br>SB 16 VALUE .....690<br>HP 4/25/SOW .....99/199/299  | <b>DATA SWITCH</b><br>DB 25 1E-2S/4S .....99/179<br>DB 09 1E-2S/4S .....199/249<br>VGA 1E-2S/4S .....235/349<br>VGA+clavier 1E-2S/4S .....249/399<br>RJ 45 1E-2S/4S .....199/299   | <b>DISQUES DURS</b><br>MFM 20/40 .....199/349<br>PROMIO 40 MFM IBM PS/2 .....99<br>IDE 40 .....299<br>IDE 540/850/1,2 go .....979/1089/1219<br>MFM PS/2 20 .....349<br>ESDI PS/2 30/40 .....369/389<br>ESDI PS/2 60/80/120 .....549/699/989<br>80 Mo SCSI .....390  | <b>ADAPTEURS</b><br>Souris PS/2 sur AT .....49<br>Souris AT sur PS/2 .....49<br>SUBD 25 M/M F/F .....39<br>SUBD 09 M/M F/F .....39<br>SUBD 09/25 .....39  |  |
| <b>CONVERTISSEURS SIMM</b><br>4*30 → 1*72 .....129<br>2*72 → 1*72 .....199<br>4*30 → 1*30 .....269  | <b>NOUVEAU : Faites graver vos CD (archivage, ...)</b><br>pour 199 F <sup>ts</sup> (CD fourni)<br>Graveur de CD ROM YAMAHA 102 .....4850<br>CD ROM vierge .....59  | <b>MATERIEL A REVISER</b><br>Carte mère 386/486 .....59<br>Carte VGA .....39<br>Moniteur VGA couleur .....129<br>Moniteur VGA mono .....49<br>Cartes électroniques à partir de .....10<br>Disques durs .....49<br>Lecteurs de disquettes .....29<br>Claviers .....10   | <b>IMPRIMANTES</b><br>OLIVETTI DM 99 série .....390<br>OLIVETTI DM 99 parallèle .....590<br>NT 81 .....550<br>LASER CANON LBP 811 .....1149<br>IBM Prop 4202 .....690<br>IBM 5202 ave barc .....690<br>Laser HP II .....1349<br>ESPON STYLUS 800 .....990<br>TRACER HP 7475A .....695<br>TRACER HP 7550A .....995   |   |  |

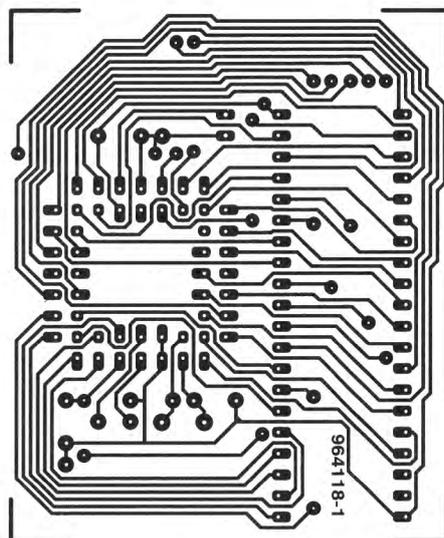
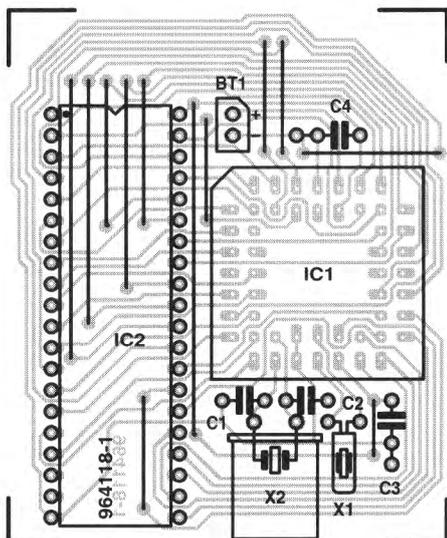
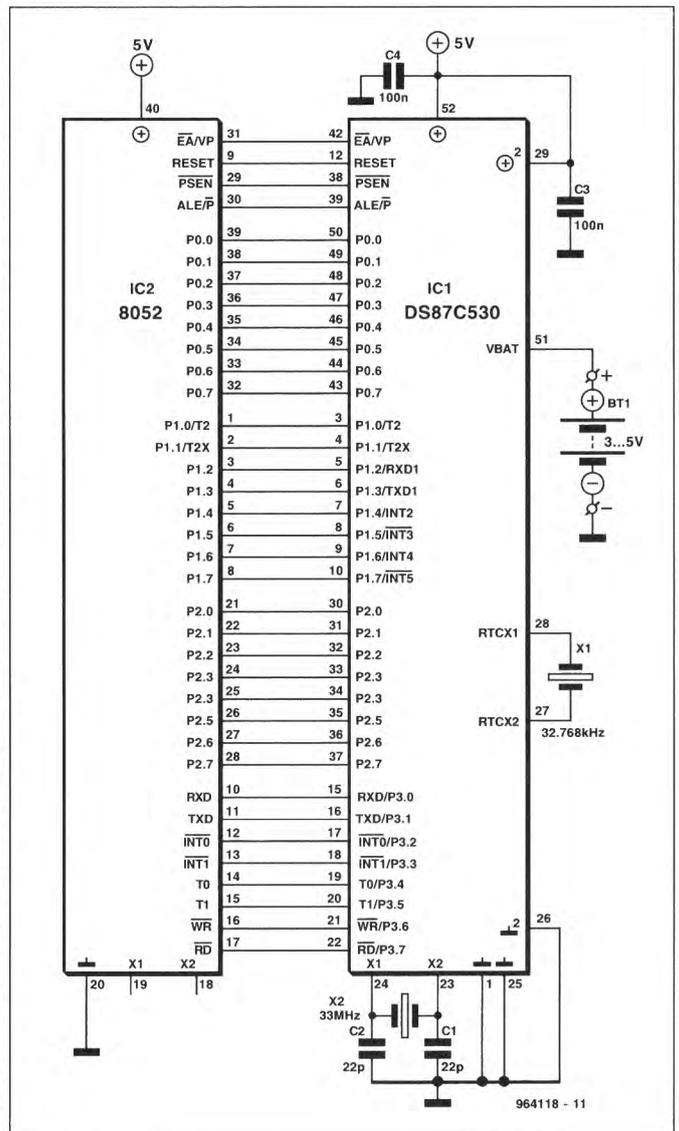
Prix TTC à 20,6% dans la limite des stocks disponibles le 10 août 1996, n'hésitez pas à nous téléphoner pour obtenir les derniers prix. Matériel garanti 3 mois au magasin

# Accélérateur pour MCS52



Dallas Semiconductor fournit depuis peu un dérivé de la famille du 8052, le DS87C530, au jeu d'instructions compatible avec celui de ce processeur. La grande différence entre ce composant et les processeurs standard de la famille du MCS52, est que l'exécution d'une instruction peut se faire en 4 impulsions d'horloge alors qu'il en faut normalement 12. Ce nouveau processeur peut en outre travailler à une fréquence maximale de 33 MHz de sorte qu'il est pratiquement 7,5 fois plus rapide qu'un 8051 classique. Outre cette vitesse de traitement plus élevée, le processeur dispose d'Entrées/Sorties additionnelles prenant la forme d'un temporisateur de chien de garde, d'une horloge en temps réel, d'une mémoire statique de 1 Koctet et de 2 ports sériels. Le circuit comporte une entrée d'horloge spéciale destinée à l'horloge en temps réel. Il possède une entrée supplémentaire destinée à un accu de sauvegarde; cette entrée permet de pourvoir à l'alimentation de la mémoire statique et de l'horloge même lorsque l'alimentation principale est coupée. Nous avons dessiné un module de conversion spécial pour vous faciliter le passage d'un 80xx ordinaire au DS87C530. Cette platine comporte un support qui vient s'enficher dans le support ayant abrité le processeur d'origine et un

support PLCC dans lequel vient s'enficher le DS87C530. Grâce à ce module, le remplacement d'un 8031, 8032, 8051 ou 8052 par ce microprocesseur sensiblement plus rapide est l'affaire de quelques secondes. Le support de ce module enfichable possède des broches de forte longueur qui viendront s'enficher purement et simplement dans le support d'origine. Doté d'un quartz de 32 MHz, cette platine gigogne pourra remplacer le processeur d'origine. Si l'on veut mettre à profit les nouvelles possibilités du DS87C530 on pourra implanter un quartz de 32,768 kHz et l'accu de sauvegarde. Il faudra bien entendu doter le programme de code additionnel pour pouvoir utiliser ces nouvelles possibilités. La fiche de caractéristiques de Dallas Semiconductor concernant de nouveau composant indique comment piloter ces capacités additionnelles.



## Condensateurs:

C1, C2 = 22 pF  
C3, C4 = 100 nF

## Semi-conducteurs:

IC1 = DS87C530  
(Dallas Semiconductor)  
IC2 = 2 barrettes autosécables  
de 20 contacts tulipe

## Divers:

Bt1 = accu rechargeable  
X1 = quartz 32,768 kHz  
X2 = quartz 33 MHz maximum

Liste des composants

# Horloge à LED pilotée par DCF

Frank Storz

Ce ne sont pas les montages d'horloges qui manquent ! Mais entre les origines de la technique d'intégration qui a permis de réaliser les premières « toquantes » électroniques et ce projet-ci, la différence est flagrante. Il s'agit ici d'une horloge pilotée par DCF77, sans aiguilles, mais dont la lecture reste analogique, grâce à une judicieuse disposition des LED. L'idée était de confier à un microprocesseur le plus gros de la tâche de manière à tendre vers une solution dans laquelle la part du matériel serait aussi réduite que possible, idéalement de n'employer qu'une seule puce. Le cœur du montage est un microcontrôleur 87C51. Autre objectif poursuivi : proposer aux étudiants d'une école d'informatique un sujet d'étude pratique et gratifiant, tout en leur donnant l'occasion de se servir d'outils de développement adéquats, assembleur, éditeur de liens, simulateur, émulateur en circuit, etc.

## Affichage de l'heure

Le premier souci a été d'assurer une excellente lisibilité du cadran (cf. figure 1), mais nous n'avons pas hésité à exhiber les aspects les plus esthétiques de son électronique. En guise d'aiguilles, on fait appel à des LED rectangulaires, de 2,5 mm sur 5 mm, disposées radialement par lignes de quatre. Le couple extérieur est indépendant de l'intérieur, de manière à ce que :

- la paire intérieure figure la petite aiguille,
- la paire extérieure, la trotteuse,
- les quatre ensemble, l'aiguille des minutes.

En tout, cela fait donc 240 diodes, éventuellement 120 paires, reliées au microcontrôleur par des tampons 74xx244 en matrice de 16 sur 8 et en multiplex temporel. Comme il y a toujours deux LED en série, les circuits d'attaque utilisés sous un rapport cyclique de 1:2 ne requièrent pas de résistance de limitation de courant. Voilà déjà une belle corvée d'épargnée !

Le cadran du prototype, nous l'avons réalisé en plexiglas rouge, sur lequel nous avons sérigraphié des repères horaires soulignés par de petites LED vertes de 3 mm, logées dans l'épaisseur de la plaque. L'effet est remarquable, surtout dans la pénombre.

## Le circuit

La figure 2 démontre à suffisance la simplicité du circuit logique, la figure 3 n'est pas en reste pour ce qui concerne

le récepteur radio. Les couples de LED qui représentent les aiguilles sont connectés directement aux tampons (IC2 à 4), puisqu'il n'y a pas de résistances en série, quant aux LED vertes, elles s'éclairent en permanence.

### Pour mieux suivre la figure 1 :

| repère | pièce      |
|--------|------------|
| 1      | cadran     |
| 2      | platine    |
| 3      | châssis    |
| 4      | vis        |
| 5      | entretoise |
| 6      | entretoise |
| 7      | écrou      |

Rien n'est laissé au hasard, puisqu'une photorésistance (LDR) transmet au microprocesseur une évaluation de la lumière ambiante, que le logiciel utilise pour déterminer le rapport cyclique de l'affichage. La seconde liaison au port P3 crée une hystérésis artificielle sur l'entrée de manière à éviter d'intempestifs allers et retours « entre chien et loup ».

## Mise à l'heure

La gestion temporelle est confiée entièrement au logiciel et c'est le quartz du microprocesseur qui en fixe le tempo. De cette manière, même en l'absence de réception de DCF77, l'horloge fonctionne comme n'importe quel modèle à quartz qu'on peut remettre à l'heure au moyen de deux poussoirs.

- L'un d'eux permet d'avancer les minutes ; chaque pression brève fait gagner une minute, tandis qu'une action de plus d'une seconde l'entraîne en avance rapide. Tout s'arrête dès qu'on relâche la touche.
- L'autre met en marche normale, en commençant par la seconde zéro du temps réglé précédemment.

Si l'horloge est en mode « DCF77 », pilotée par l'émetteur horaire, les poussoirs sont hors service.

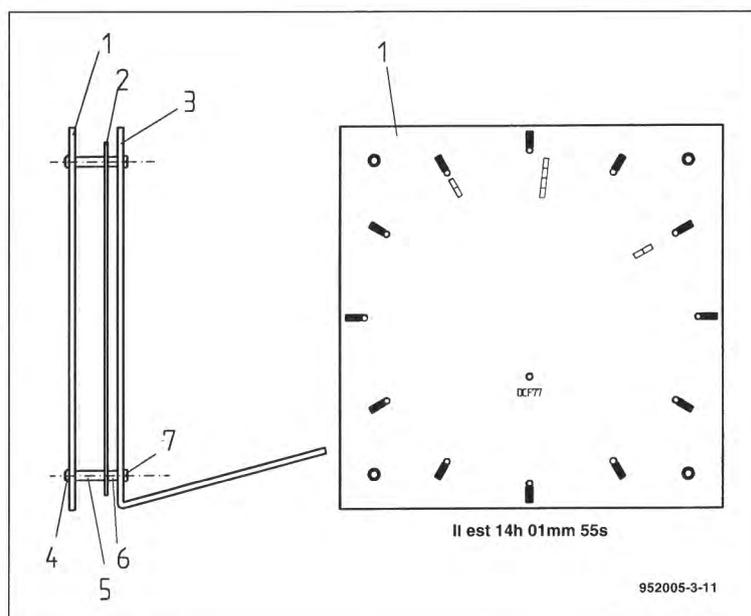
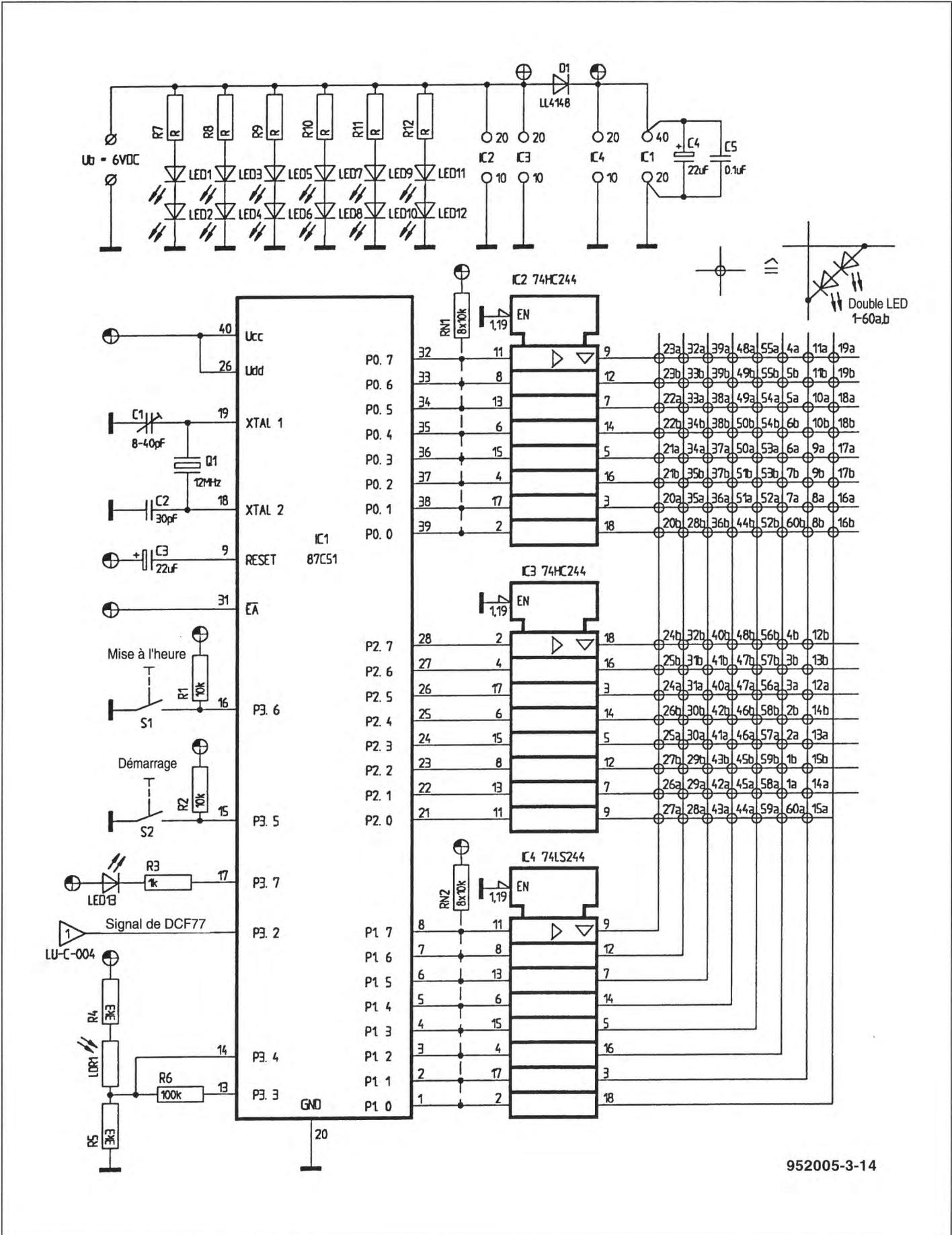


Figure 1 – L'assemblage mécanique de l'horloge DCF77.



952005-3-14

Figure 2 – La partie logique de l'horloge DCF77.

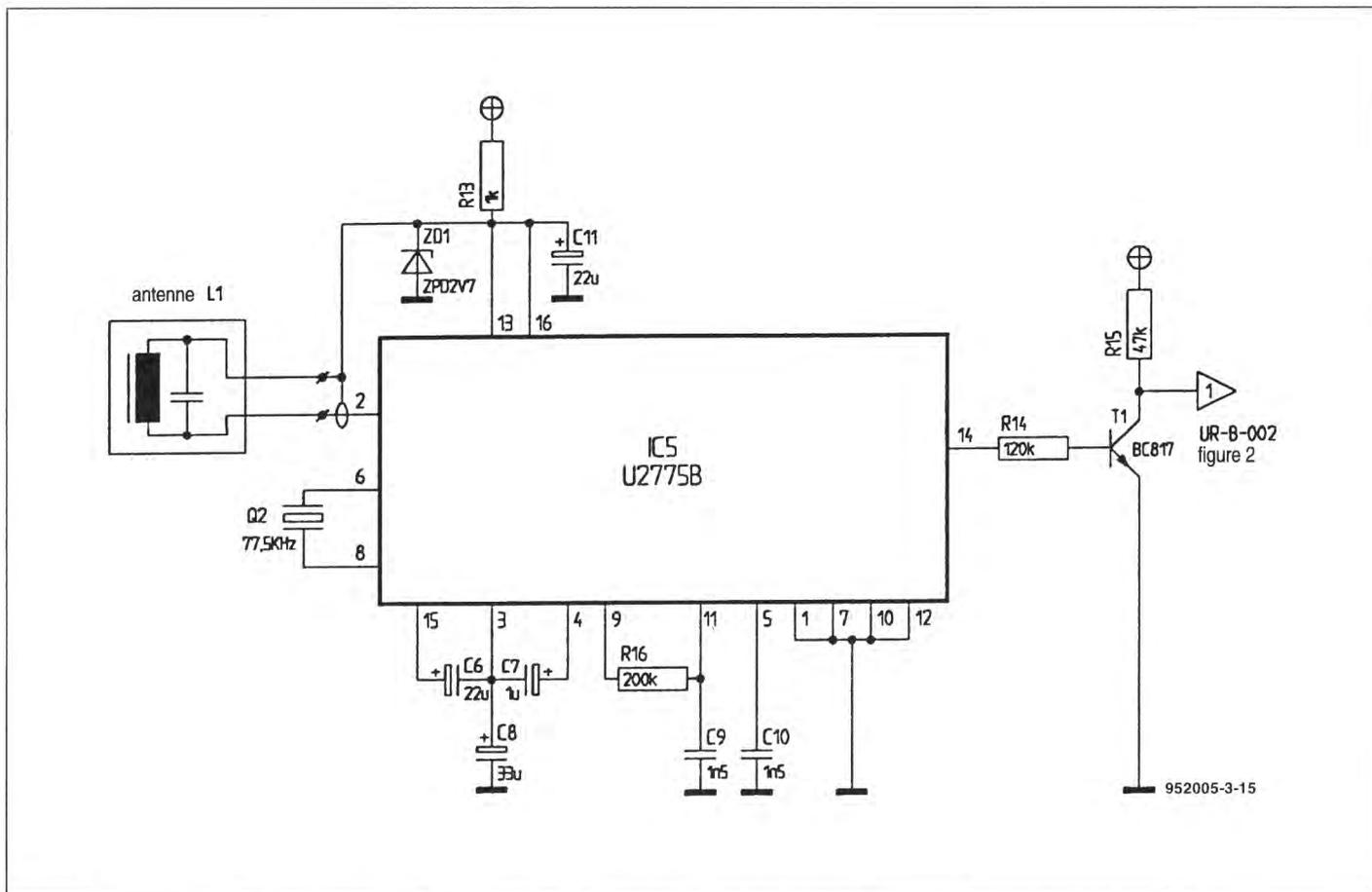


Figure 3 – Bien peu de composants sont nécessaires à la réception de DCF77, grâce au circuit intégré spécialisé.

## La réception de DCF77

Le récepteur horaire est construit autour d'un circuit intégré (IC5) développé pour la firme horlogère Junghans. Une antenne ferrite et une poignée de composants complètent la partie radio. Les impulsions de

seconde sont alors transmises au microcontrôleur pour exploitation.

C'est l'impulsion manquante (celle qui correspondrait à la seconde 59), qui annonce le début du message horaire codé et le logiciel s'en sert comme point de repère pour le

décodage. Dès que deux messages complets ont obtenu une corrélation satisfaisante, la mise à l'heure s'effectue à la seconde zéro qui suit.

La LED 13 est un témoin de réception. Elle montre les impulsions de seconde pendant

### Résistances :

R1, R2 = 10 k $\Omega$ , CMS  
 R3, R13 = 1 k $\Omega$ , CMS  
 R4, R5 = 3,3 k $\Omega$ , CMS  
 R6 = 100 k $\Omega$ , CMS  
 R7 à R12 = 150  $\Omega$ , CMS  
 R14 = 120 k $\Omega$ , CMS  
 R15 = 47 k $\Omega$ , CMS  
 R16 = 220 k $\Omega$ , CMS  
 RN1, RN2 = 8 x 10 k $\Omega$ , SIL9

### Condensateurs :

C1 = 8 à 40 pF ajustable, CMS  
 C2 = 30pF, CMS  
 C3, C4, C6, C11 = 22  $\mu$ F/6,3 V tantale, CMS  
 C5 = 1  $\mu$ F, CMS  
 C7 = 1  $\mu$ F/10 V tantale, CMS

C8 = 33  $\mu$ F/6,3 V tantale, CMS  
 C9, C10 = 1,5 nF, CMS

### Semi-conducteurs :

D1 = 1N4148, CMS  
 DP 0 ab à DP 60 ab = 240 LED rectangulaires 2,5 x 5 mm, rouges  
 LED1 à LED12 = LED 3 mm vertes  
 LED13 = LED 3 mm jaune  
 ZD1 = BZV55 C 2V7, CMS  
 T1 = BC817(6B), CMS  
 IC1 = 87C51, DIL40  
 IC2, IC3 = 74HC244, DIL20  
 IC4 = 74LS244, DIL20  
 IC5 = U2775B, CMS  
 LDR = A1060, TO18

### Divers :

Q1 = quartz 12 MHz, HC18  
 Q2 = quartz 77,5 kHz, TC38 Mini  
 Antenne pour DCF77 (cf. texte)  
 Support de CI à 40 broches  
 Prise d'alimentation continue 2,5 mm  
 S1 = mini-poussoir, hauteur du bouton : 2 mm  
 S2 = mini-poussoir, hauteur du bouton : 6 mm  
 40 cm de câble faradisé  
 114 ponts de câblage  
 Platine  
 IC5 est disponible (entre autres) chez CONRAD ELECTRONIC GmbH  
 Klaus Conrad Str. 1  
 D - 92240 Hirschau (Allemagne)

Liste des composants de l'horloge DCF77.

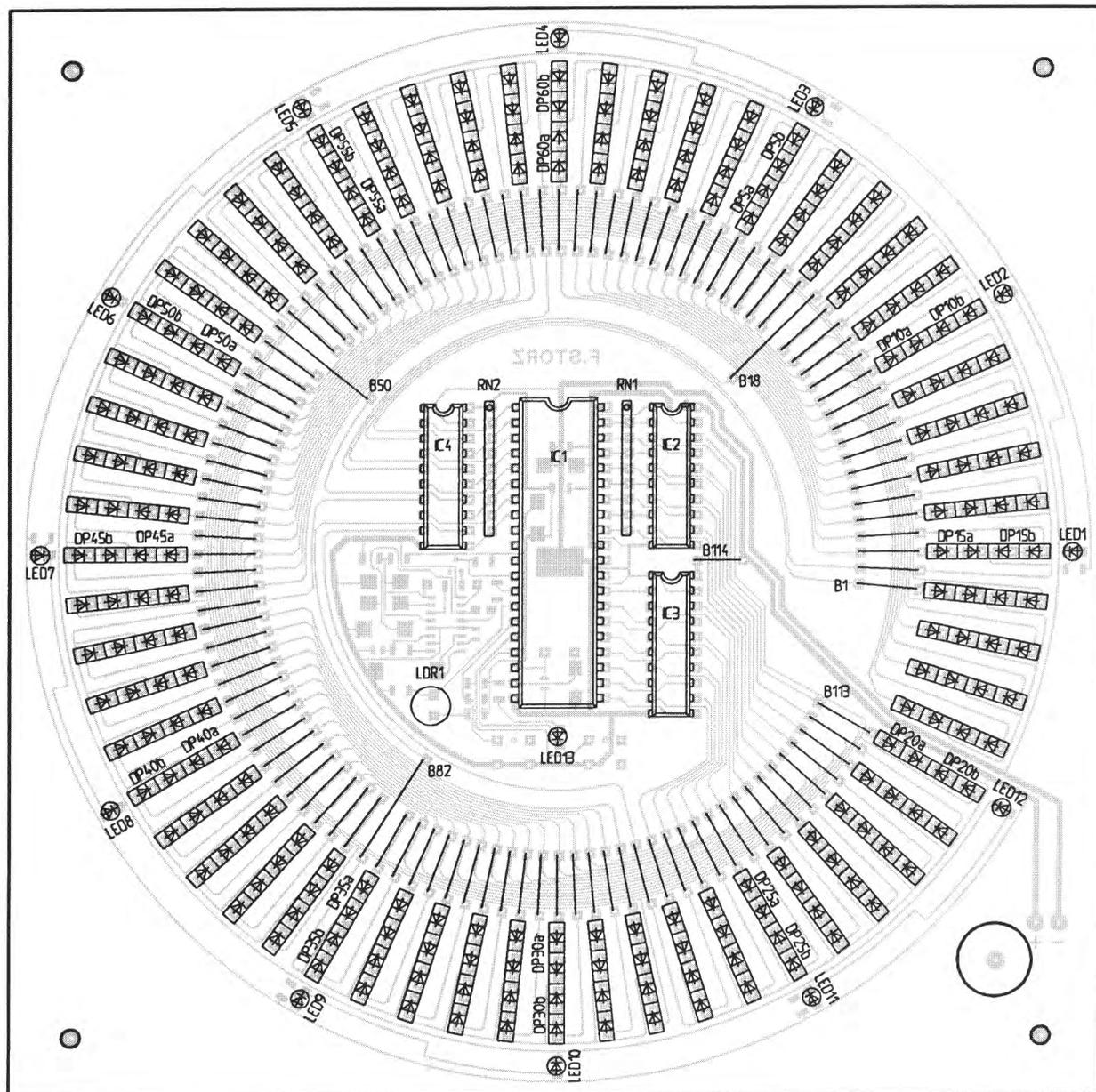


Figure 4 – La disposition des composants de l'horloge DCF77. Les CMS et le quartz se placent du côté soudures. La suite en figure 5.

la synchronisation, puis reste allumée en permanence comme indication de l'asservissement.

Il existe dans le commerce des circuits d'accord complets sur 77,5 kHz, avec antenne ferrite et condensateur parallèle. On les raccorde au récepteur via un simple câble faradisé. Comme l'affichage multiplexé à LED rayonne assez bien de parasites dans le même spectre de fréquence, il y a intérêt à positionner cette antenne à 30 ou 40 cm du cadran. La précaution s'applique également aux moniteurs, récepteurs de télévision et autres.

Si toutefois vous ne pouvez mettre la main sur l'une de ces antennes pré-réglées, la recette est simple : un bâtonnet de ferrite de 12 x 1 cm, une bobine de 140 spires de fil de cuivre émaillé de 0,2 mm, réparties sur une longueur de 3 cm d'un mandrin en carton et, en parallèle, un condensateur de 2,2 nF.

### Tension d'alimentation

Le montage est prévu pour fonctionner à partir d'une alimentation secteur de 6 V continus. À condition de court-circuiter la diode D1, on peut se contenter d'une

alimentation de 5 V, auquel cas la luminosité de l'affichage sera quelque peu réduite.

### La platine

Exception faite de l'antenne ferrite (on en a déjà mentionné la raison), tous les composants prennent place sur une platine carrée à simple face de 180 mm de côté. C'est l'emploi d'un mélange de composants normaux et de CMS qui le permet, ainsi que les inévitables 113 points de câblage pour relier les LED. Le circuit proprement dit n'en nécessite que deux. La largeur de 0,25 mm

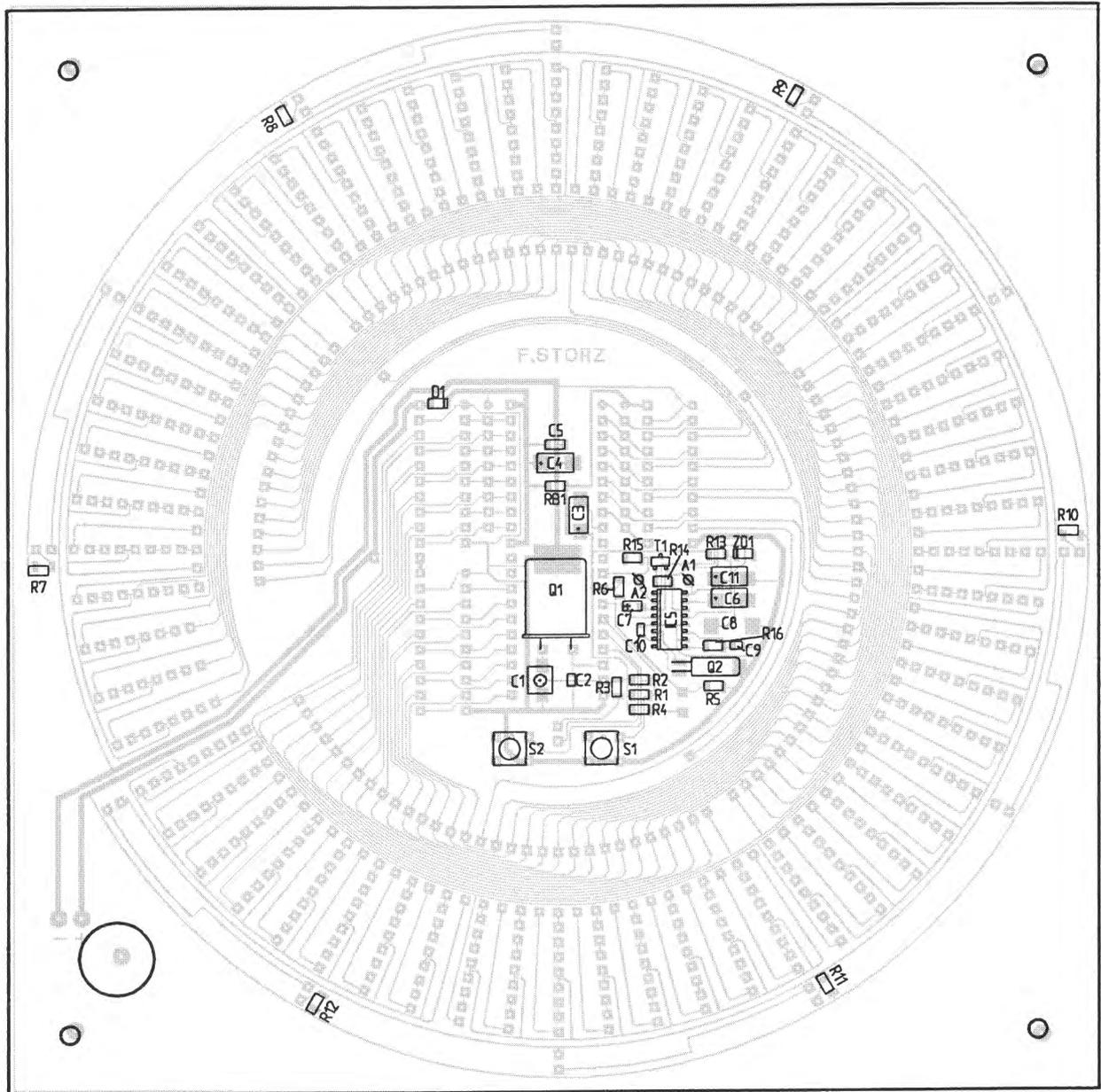


Figure 5 – Voici le côté soudures de la platine, où l'on remarque effectivement les CMS et le quartz.

des pistes et des intervalles permet encore d'utiliser la technique traditionnelle d'attaque chimique. Le tracé a été réalisé sur AutoCad.

### Le logiciel

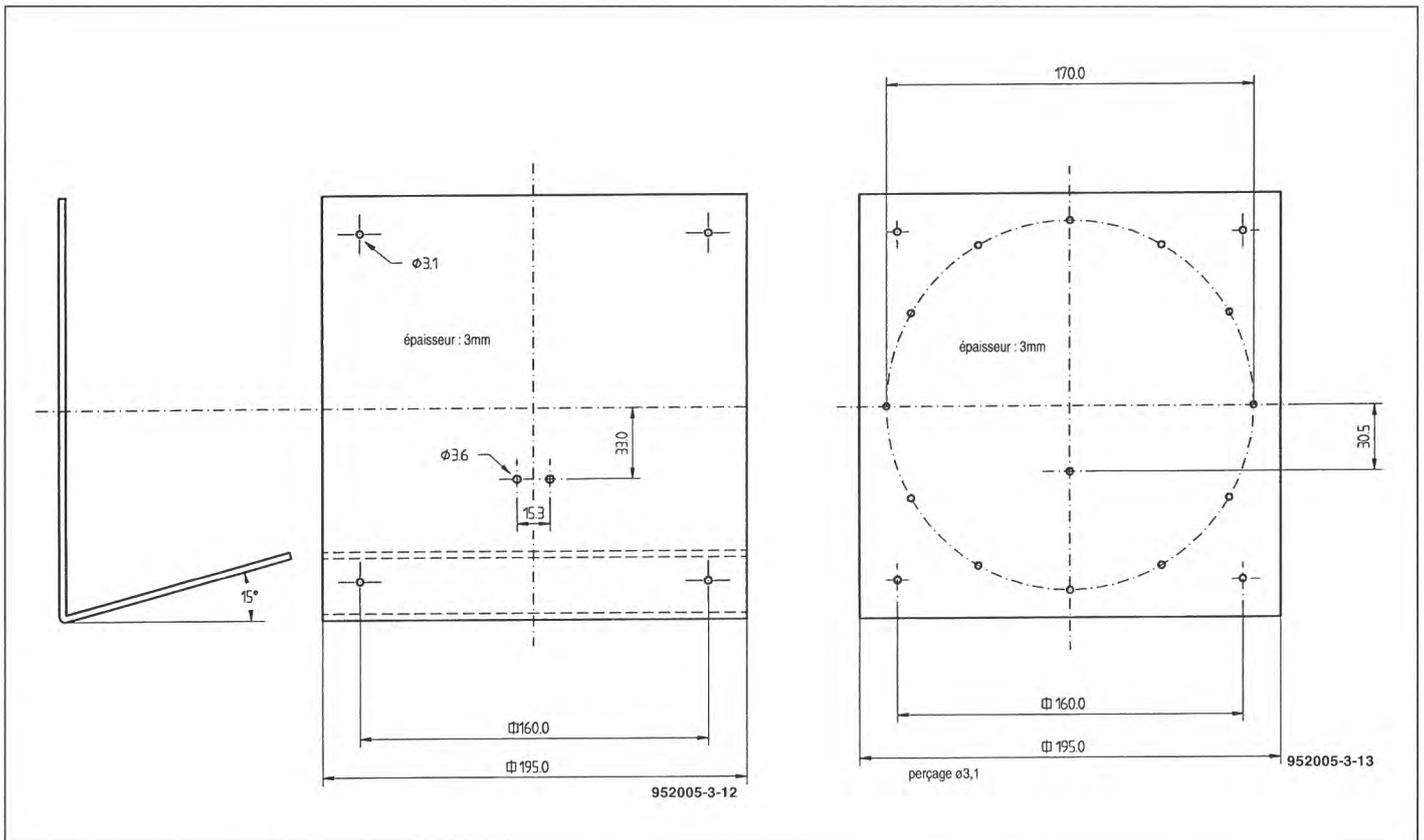
L'abondant logiciel est écrit en assembleur A51 compatible Intel. Toutes les routines sont des modules indépendants les uns des autres, reliés entre eux et au programme principal par un éditeur de liens. Les différentes tâches sont aisément localisables et, en

conséquence, les modifications ultérieures du logiciel grandement facilitées.

Il est clair que différentes actions doivent se dérouler en même temps : le multiplexage de l'affichage, le réglage de luminosité, la réception des informations de DCF77, leur décodage, la supervision des poussoirs, etc. Cette question de travail multitâche est réglée de la façon suivante : un temporisateur du 87C51 provoque de manière répétitive une interruption toutes les 250 µs. On en dérive une période de 2 ms pour le multiplexage, une autre de 10 ms pour l'exécution, les unes après les autres, des autres tâches.

### Bibliographie

*Martin Ohsmann :*  
**Apprenez à utiliser le microcontrôleur 8051 et son assembleur, initiation et remise à niveau ;**  
 1994, Publitrone Compact.  
 ISBN 2-86661-050-4.



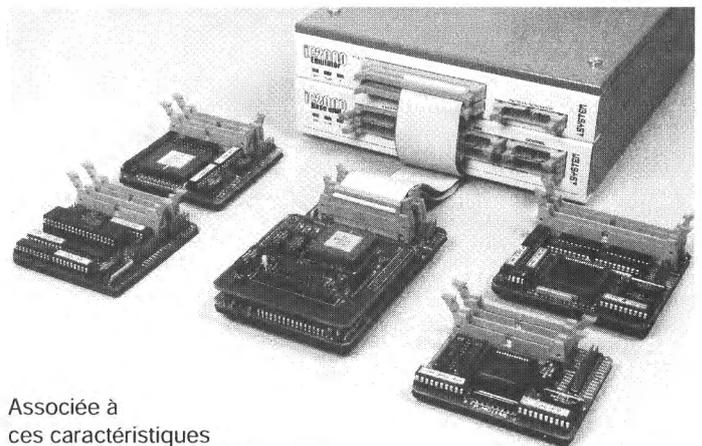
Figures 6 et 7 – Détails de construction de l'horloge.

## MARCHÉ

### STATION DE DÉVELOPPEMENT MULTIFAMILLES IC2000 :

Supportant à ce jour plus de 160 microcontrôleurs 8/16 & 32 bits, c'est grâce à la technologie XILINKS (logique dynamiquement programmable), que ce puissant émulateur universel temps réel a pu être développé. Au niveau des composants 8 bits, sont supportées les familles Z80/Z180, 8051, 68HC11, 68HC05, 8085, 6809 ainsi que les PIC. En ce qui concerne les 16/32 bits, les familles supportées sont les 186, 196, 198, 251, V25, 68HC16, 683xx et 386EM/EX.

La structure modulaire de cette véritable station d'émulation permet de s'adapter facilement aux besoins spécifiques de chaque utilisateur: l'Unité de Base, outre sa fonction de gestion de l'émulateur, peut se voir complétée en premier lieu par, un Simulateur de mémoire ROM/RAM 8/16 bits d'une capacité de 2 Mb extensible à 8 Mb. A cet ensemble, peut être rajoutée une interface spécifique fournissant une fonctionnalité d'émulation BDM pour processeurs 16/32 bits. Vient ensuite le Module d'Emulation Temps Réel 8/16 bits qui, associé aux sondes microprocesseurs, apporte une fonction d'émulation temps réel classique dotée d'une mémoire d'overlay de 256 ko extensible à 16 Mo, d'un système de points d'arrêt hardware évolué (qualification, évaluation d'expressions, compteur de passages), d'un espace mémoire double port permettant le suivi des variables utilisateur en mode « free run », d'un système de gestion des interruptions autorisant le service des ITs utilisateur sur point d'arrêt ou mode pas à pas. En dernier lieu, peut être rajouté à cet ensemble, un Module de Trace d'une capacité de 32 K x 96 bits apportant, outre une classique fonctionnalité de trace temps réel (niveau source C ou symbolique assembleur), l'analyse de performance, l'analyse du taux de couverture du code ainsi que l'analyse logique sur 16 voies.



Associée à ces caractéristiques hardwares, l'interface utilisateur sous DOS ou sous WINDOWS offre un environnement de développement optimisé intégrant un gestionnaire de projet, un éditeur multi-fichiers pseudo-syntaxique, un débogueur niveau source et une gestion des outils logiciels compatible avec les principales chaînes du marché (Keil, Iar, Cosmic, C++, 2500AD, Hi-tech, Microtec, Bytcraft, Softools, Paradigm...) qui font de l'IC2000 l'outil idéal pour le développement, la mise au point, et la maintenance d'applications.

### INGENIERIE ET SOLUTIONS EN INSTRUMENTATION ET TEST

Société I.S.I.T - ZI des POUMADERES - 32600 - L'ISLE JOURDAIN  
Tél : 62 07 29 54 - Fax : 62 07 29 53

# Quartz et moteur pas-à-pas pour horloge à balancier

Martin Lang

Le microprocesseur a parfois des applications tellement inattendues que la connaissance du matériel et du logiciel ne suffit plus. Il faut y ajouter un brin de fantaisie et s'en aller défricher de nouvelles terres. Le microprocesseur peut aussi s'intégrer dans une longue histoire, comme celle de l'horloge du clocher de Koglhof, qui depuis cent ans n'en finissait pas de tourner en rond, au point d'accuser avance ou retard au gré des vents. C'est ainsi qu'on est venu me demander de la ramener dans le droit chemin, si j'ose ainsi m'exprimer à propos de cette vénérable et monumentale comtoise. Bien entendu, il fallait garder intacte la substance de ses précieux organes d'origine. C'est ainsi qu'a germé le projet d'entraîner le balancier par un moteur pas-à-pas, lui-même piloté par une horloge à quartz. L'idée de base de la réalisation mécanique est schématisée à la figure 1 : un excentrique, solidaire du moteur pas-à-pas, une bielle et le tour est joué.

Presque toutes les pièces électroniques nécessaires se trouvent généralement dans le fond de tiroir d'un électronicien bricoleur. Il fallait que le moteur tourne exactement à 15,4 rotations par minute et on s'est orienté vers la commande par un microprocesseur 8031.

## Le matériel

Le schéma représenté à la figure 2 est une application classique du 8031 avec un 74573 comme tampon d'adresse et une EPROM 2716. L'adressage du verrou de données à six bits, un 74174, s'opère en combinant le signal  $\overline{WR}$  et l'adresse A11 à travers quelques portes NAND. Quatre de ces cellules fournissent les impulsions de commande au moteur pas-à-pas unipolaire. Les deux dernières fournissent des informations de contrôle destinées à être affichées par des LED. Tous ces signaux sont amplifiés par transis-

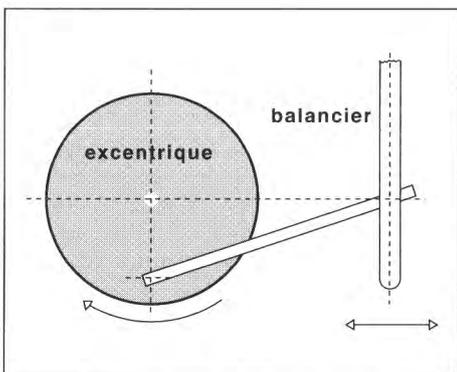


Figure 1 – Principe de la transformation mécanique d'une horloge à balancier pour lui conférer la précision du quartz.

tors. Le port 1 est disponible, durant la phase de mise au point, pour le réglage précis de la vitesse de rotation, après quoi, on peut l'adapter à n'importe quel autre usage. La cellule C1R1 sert à la mise à zéro initiale, lors de l'application de la tension. L'entrée d'interruption INT0 est reliée à un bouton poussoir pour le démarrage de l'horloge. Le réglage fin de la fréquence d'horloge s'opère sur les condensateurs C1 et C2.

## Le logiciel

Le programme prévoit qu'en cas de coupure de courant les aiguilles restent dans leur position. De cette manière, lorsque le courant est revenu, on peut remettre l'horloge à l'heure et la relancer (le départ est donné par l'interruption zéro).

Lors de la mise sous tension, le logiciel entre dans la routine d'initialisation « INIT ». Lors des tests, on a utilisé le temporisateur 1 pour la sortie sérielle, le temporisateur 0 pour la vitesse de rotation du moteur pas-à-pas. Pendant l'exécution du programme principal, la LED D10 s'allume pendant 0,5 secondes et s'éteint pendant 0,5 secondes également. Mais aussi longtemps que le poussoir de démarrage n'a pas été actionné, D10 bat la seconde.

Une action sur l'interrupteur de démarrage entraîne le logiciel dans la routine « INTER0 ». Les sept premières instructions de la routine vérifient si l'interruption est maintenue plus de 200 ms. Si c'est le cas, le moteur est mis en rotation rapide. À la fin de la routine, le temporisateur 0 démarre et à chaque interruption qu'il envoie, le moteur

tourne d'un pas. La LED D11 clignote à la moitié de la fréquence des pas du moteur. La LED D10 continue à battre la seconde.

## Résistances :

R1 = 10 k $\Omega$   
R2 à R7 = 1 k $\Omega$   
R8, R9 = 560  $\Omega$

## Condensateurs :

C1, C2 = 22 pF  
C3, C4 = 4700  $\mu$ F/10 V  
C5 = 330 nF  
C6, C12 = 100  $\mu$ F/10 V  
C7 à C11 = 100 nF

## Semi-conducteurs :

D1 à D5 = 1N4007  
V1 = 4 x 1N4007  
D10, D11 = LED  
T1 à T4 = TIP111  
T5, T6 = BC237  
U1 = 8031  
U2 = 74573  
U3 = 2716  
U4 = 74174  
U5 = 7400  
U6 = 7805

## Divers :

X1 = quartz 12 MHz  
F1 = fusible 2 A  
S1, S2 = poussoirs simples  
Moteur pas-à-pas unipolaire  
Réseau octuple de cavaliers

Liste des composants de l'horloge de clocher.



# La programmation d'EPROM et le BASIC à portée du 80C32

Martin LANG

Le SIMCAD, décrit dans ce numéro hors-série, peut se transformer, moyennant d'infimes modifications, en programmeur d'EPROM de 32K au format hexadécimal INTEL. À l'occasion, on peut l'utiliser pour transférer le BASIC d'un contrôleur 8052 AH dans une EPROM de 32K. Cette EPROM, de concert avec le microprocesseur 80C32, vous permet alors de réaliser un SIMCAD en CMOS qui entend le BASIC.

Avant d'avoir construit mon premier SIMCAD, j'étais tracassé par le fait qu'il n'était pas possible de copier le BASIC du 8052 directement dans une EPROM.

Dans la configuration actuelle, ce n'était toujours pas réalisable du fait que le BASIC ne peut programmer d'EPROM qu'à partir de l'adresse 8000<sub>H</sub>.

## Modification du matériel

Dans la version d'origine du SIMCAD, telle qu'on peut la voir dans l'article de ce hors-série qui y est consacré, on constate qu'il existe un moyen de commander extérieurement l'entrée A14 (broche 27) de l'EPROM. Dès ce moment, l'EPROM est partagée en deux blocs de 16 Ko qui peuvent être adressés indépendamment par l'une des sorties du port 1. Il faut pour cela interrompre la piste vers le microprocesseur (cf. la

## Synthèse

- Transfert des codes hexadécimaux INTEL sur le SIMCAD.
- Mémorisation des codes hexadécimaux en RAM ou en EPROM de différentes tailles.
- Transfert du BASIC du 8052AH dans une EPROM à partir de l'adresse 0000<sub>H</sub>, d'où possibilité de construire un SIMCAD en version 8032 CMOS qui se comporte comme un 8052.

figure 1) et souder un pont de câblage entre l'une des broches a19 ou c19 (P1.1) du connecteur de la carte et la piste qui mène à la broche 27 de l'EPROM. La figure 2 montre la manière la plus simple de procéder. En

outre, il est raisonnable de prévoir un support à force d'insertion nulle pour l'EPROM, parce qu'un support ordinaire ne résisterait pas longtemps à l'échange des EPROM. Il ne faut pas oublier non plus, comme l'article sur le SIMCAD l'explique, d'installer deux cavaliers : **JP1** qui relie P1.3 (a17) et ALDIS (a11) et **JP2** entre P1.4 (a16) et PRG (a12), la tension de programmation. En somme, nul besoin de jouer beaucoup du fer à souder pour réaliser les modifications nécessaires.

## Le logiciel

Le restant de l'opération n'est plus que l'affaire d'un peu de programmation. C'est ainsi que j'ai mis au point un logiciel de téléchargement pour fichiers hexadécimaux INTEL, qui facilite beaucoup la vérification en RAM des programmes écrits en assem-

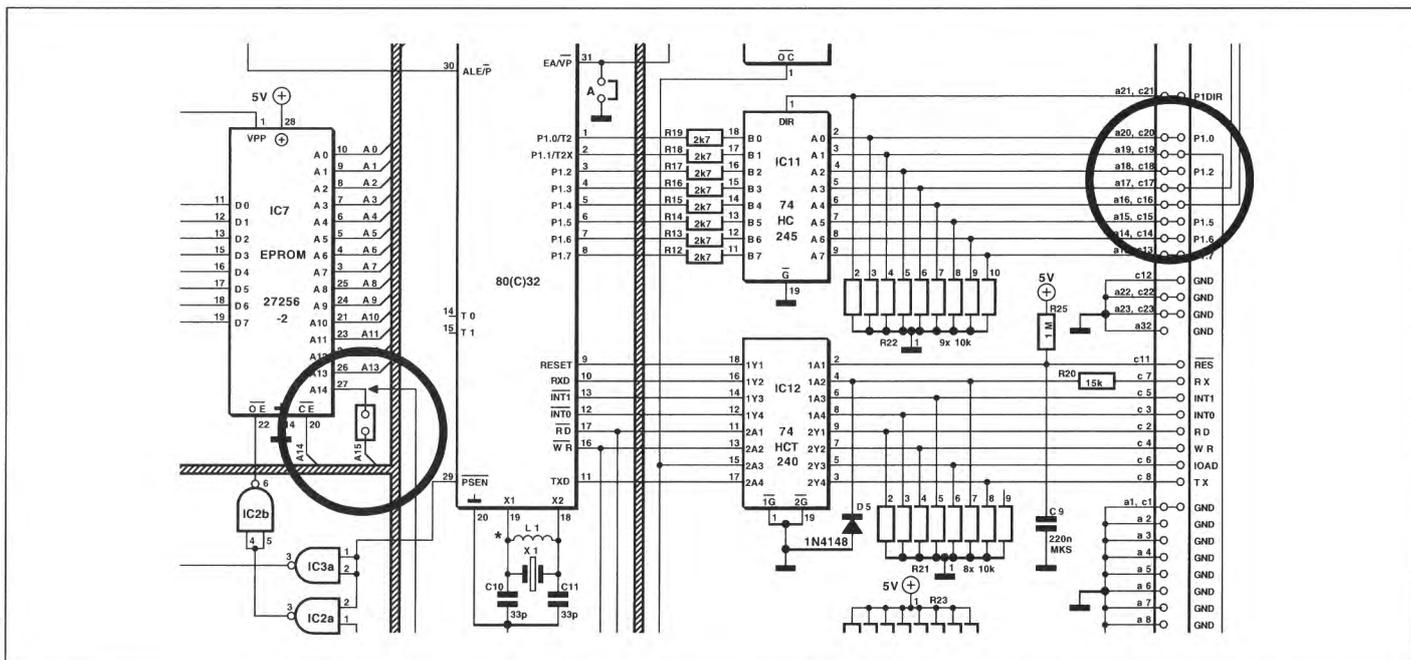


Figure 1 – Détail du schéma du SIMCAD, dont la version initiale est reproduite dans ce numéro. Les cercles repèrent les modifications à y apporter.

bleur et peut également se rendre utile dans un programmeur d'EPROM.

Ce programme ne commence qu'à la ligne 60 000, ce qui autorise une cohabitation en mémoire avec un autre programme.

Si l'on se reporte à la liste EPROM.BAS sur la disquette, on constate que le logiciel démarre par une sélection de fonctions :

0. Chargement des codes hexadécimaux en RAM (aux adresses 4000<sub>H</sub> à 7FFF<sub>H</sub>).
1. Transfert des codes hexadécimaux dans l'EPROM du SIMCAD aux adresses 0000<sub>H</sub> à 3FFF<sub>H</sub> et de 8000<sub>H</sub> à BFFF<sub>H</sub>.
2. Chargement des codes hexadécimaux dans l'EPROM aux adresses 0000<sub>H</sub> à 7FFF<sub>H</sub>.

Ce mode est destiné à programmer des EPROM de 32K pour n'importe quel autre système. Dans ce cas, il faut cependant veiller à arrêter la programmation à l'adresse 3FFF<sub>H</sub> puis de la reprendre à l'adresse 4000<sub>H</sub> lors d'une session ultérieure.

Dans le cas où le langage machine prévoit un domaine d'adressage entre 8000<sub>H</sub> et FFFF<sub>H</sub>, il suffit de soustraire 8000<sub>H</sub> à la variable « ADR » à la ligne 60 580 et tout fonctionne normalement.

3. Chargement des codes hexadécimaux en RAM et en EPROM en même temps (les options 0 et 1 ci-dessus).
4. Transfert du BASIC 8052AH dans l'EPROM à partir de l'adresse 0000<sub>H</sub>.

Après sélection d'une des options 1 à 4 commence le cycle normal de programmation d'EPROM (par périodes de 50 ms), puisque le SIMCAD ne dispose pas de routine de programmation intelligente pour EPROM et pour EEPROM.

Si c'est l'option 4 du menu qui a été choisie, le logiciel charge les codes du 8052AH BASIC dans la mémoire externe à partir de l'adresse 3F00<sub>H</sub> et commence la programmation de l'EPROM. C'est elle qui permettra la construction d'un SIMCAD BASIC en CMOS. On ne perd rien du contenu de l'EPROM dans les adresses 0000<sub>H</sub> à 1FFF<sub>H</sub> du fait que ce domaine n'était pas accessible en mode BASIC. La seule limitation par rapport à un « vrai » 8052 est la perte de la fonction « PGM » en raison d'un conflit d'adressage.

Lors de l'exécution des options 0 à 3, le terminal demande confirmation de l'envoi du fichier hexadécimal vers le SIMCAD. Ensuite, chaque ligne du programme est lue et exécutée tour à tour.

Encore un commentaire à propos du téléchargement de fichiers hexadécimaux dans le SIMCAD : après l'exécution de chaque instruction, un « ? » apparaît sur écran. Ce n'est qu'après cette invite que le terminal peut envoyer l'instruction suivante ! Le même mécanisme préside au chargement d'un fichier en BASIC auquel cas le signe « \$>\$ » annonce que le système est prêt pour la réception de la ligne suivante. Si l'on utilise le programme de communication « KERMIT », qui est du domaine public, une simple macro permet de résoudre le problème (on peut par exemple inscrire cette macro dans « MSKERMIT.INI ») :

```
def sa
set transmit prompt ?,-
transmit
```

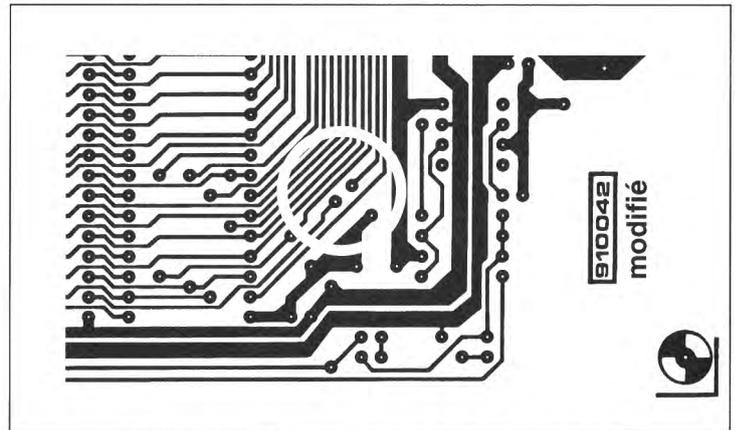


Figure 2 – La piste qui amène l'adresse A15 à l'EPROM doit être coupée à l'emplacement encerclé. Le nouveau tracé complet se trouve dans les pages consacrées aux platines.

Après l'invitation du SIMCAD à transmettre un fichier hexadécimal, on passe dans le mode de commande du KERMIT pour transmettre le fichier « saXXX.hex ».

## Starter Kit 68HC11

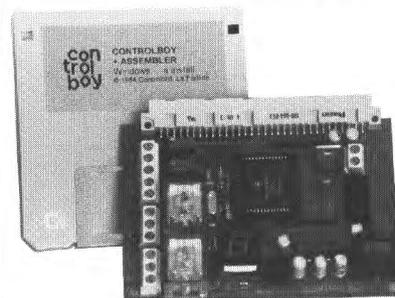
La technologie de microprocesseur est assez complexe: Il faut un programmeur, un effaceur, un assembleur, un débogueur, un simulateur, des livres... Avec Controlboy il ne faut rien en plus, sauf un P.C.

Le kit comprend une carte à base de 68HC11, deux logiciels de programmation sous Windows 3.1, et une documentation complète et française.

La carte Controlboy inclut 2k EEPROM, 256 octets RAM, des entrées et sorties analogiques et mable, enregistre des digitales, deux relais et un afficheur. données et remplace Le prototypage rapide permet la prise souvent un programme en main immédiate de la cible: On voit classique.

directement des entrées et on peut La programmation en régler directement des sorties. On crée assembleur gère l'en-un programme orienté objet en semble du cycle de développement quelque minute sans connaissance de l'oppement: éditer et as-langage. Ensuite on charge le sembler le fichier source. programme dans l'EEPROM sur la Ensuite on charge le pro-carte par une liaison série. Cette programme pour le débog-grammation comprend toutes les guer en temps réel et fonctions d'un automate program-

control  
boy



avec tout confort: points d'arrêt, pas à pas, table de symboles.

Le logiciel est aussi disponible pour des autres cibles à base de 68HC11 Demandez documentation Disquette démo 30 F. Controlboy Kit 999 F.

Assembleur 349 F TTC

**Controlord**  
484, av. de Guiol  
83210 La Farliède  
Tél: 94 48 71 74  
Fax: 94 33 41 47

# Convertisseur de protocole pour module thermomètre à cristaux liquides avec AT89C2051

La platine d'expérimentation pour AT89C2051, à usage universel, est relativement complète et encombrante. Les applications spécialisées, quant à elles, peuvent se passer d'une grande partie des composants, et même de l'alimentation.

## Généralités

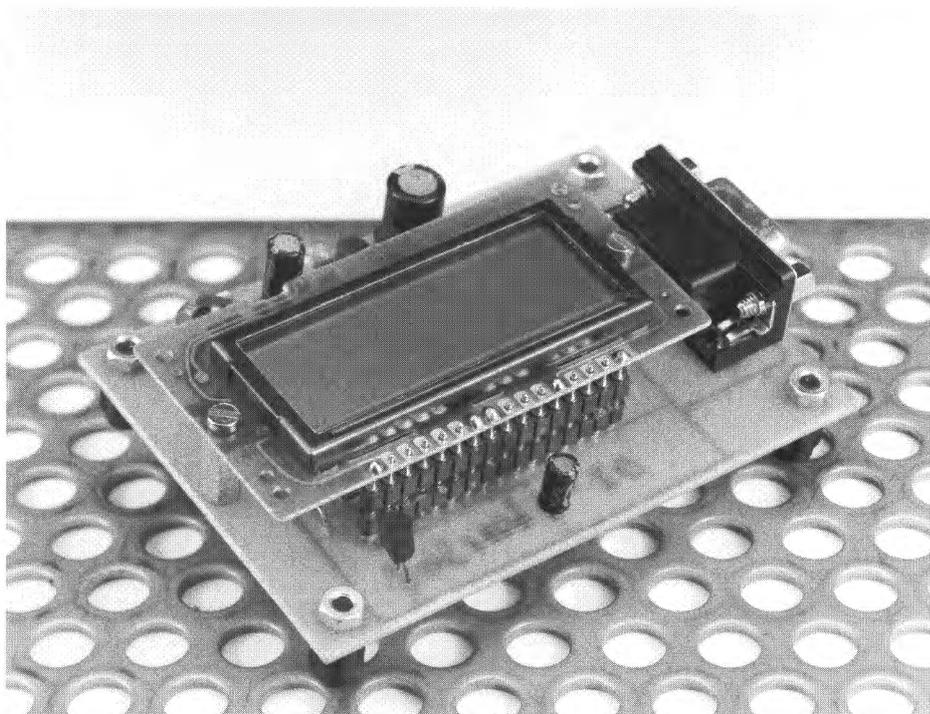
Le commerce spécialisé propose depuis un certain temps un module afficheur de température prêt à l'emploi. Il possède, en plus de l'affichage à cristaux liquides, une interface sérielle. Malheureusement, les données sont transmises sans lignes de dialogue, suivant un protocole différent de la norme RS-232. De ce fait, s'il est facile de raccorder le module à un microcontrôleur programmé spécialement, il est difficile de le raccorder directement à un PC.

C'est la raison d'être de ce convertisseur de protocole sériel, organisé autour du microcontrôleur à vingt broches AT89C2051 d'ATMEL. Si le PC dispose de plusieurs interfacesérielles, il est possible d'y connecter plusieurs modules de mesure de température, pour surveiller la température dans différentes pièces d'une habitation.

Le microcontrôleur est cadencé à la fréquence relativement basse de 1,8432 MHz. Comme la consommation décroît avec la fréquence, le montage entier peut prélever son courant d'alimentation sur l'interface sérielle du PC. Il suffit pour cela que le logiciel du PC active l'une au moins des lignes de dialogue, pour y appliquer la tension de +12 V que nous utiliserons (le GWBASIC, par exemple, le fait systématiquement).

## L'interface sérielle du module de mesure de température

L'interface sérielle du module de température comporte une ligne de données et une ligne d'horloge. Les niveaux de tension sont 0 V (bas) et 1,5 V (haut). Le module effectue *proprio motu* une mesure à chaque seconde, après quoi il émet, sans dialogue, la valeur mesurée. Chaque valeur comporte treize bits. Le premier bit est celui du signe : 0 pour une température positive, 1 pour une température négative. Les quatre bits suivants



représentent le chiffre des dizaines, les quatre suivants le chiffre des unités, les quatre derniers le chiffre des dixièmes.

Au repos, la ligne d'horloge est au niveau bas. Elle passe brièvement au niveau haut pour transmettre chaque bit. La trame temporelle est la suivante : la ligne d'horloge est d'abord au niveau bas pendant 125  $\mu$ s ; pendant ce temps, les données ne sont pas encore valides ; ensuite la ligne d'horloge passe au niveau haut pendant 125  $\mu$ s, avant de rester au niveau bas pendant 1 ms. Pendant ces 1,125 ms, les données sont valides et peuvent être lues. La durée d'un bit est donc de 1,25 ms. La seule exception est celle du premier bit, le bit de signe. Pour lui, le temps haut ne dure pas 125  $\mu$ s, mais 1875, si bien que la durée de ce bit de départ est de 3 ms. Au total, l'émission d'une mesure dure 18 ms.

## Schéma de l'interface

Le montage est constitué essentiellement du microcontrôleur ATMEL AT89C2051 et du module de mesure de température. Le montage du microcontrôleur est des plus simples (figure 1) : le condensateur C5 est nécessaire pour la remise à zéro à la mise sous tension ; C3, C4 et X1 constituent l'oscillateur. La fréquence d'horloge de 1,8432 MHz a été choisie basse à dessein, pour limiter la consommation d'énergie. Le module thermométrique comporte une rangée de seize contacts à souder au pas de 2,54 mm. Une rangée de support à seize contacts permet le raccordement électrique. Le module s'enfiche dans le support et la fixation mécanique est assurée par deux entretoises de 10 mm. Le support de pile du module est supprimé, ce qui ne pose pas de problème, puisqu'il est alimenté ici par l'interface (broche 16). La



tension est stabilisée à 1,5 V par la diode zener D5. La broche 5 est raccordée à la tension d'alimentation positive pour fixer à une seconde la cadence des mesures (sinon elle est de dix secondes). Les transistors T1 et T2, avec quelques résistances, portent aux niveaux TTL les signaux des lignes de données et d'horloge du module. Les signaux inversés par les transistors sont rétablis par les inverseurs du circuit intégré IC2. La ligne de données est ensuite appliquée à une ligne de port du microcontrôleur, P3.4, alors que la ligne d'horloge est appliquée à l'entrée d'interruption INT0 (P3.2). Les malins voient d'ici comment fonctionne le programme du microcontrôleur.

L'adaptation des niveaux sériels est vite faite : elle est tout simplement ignorée. Deux inverseurs d'IC2 servent de tampons. Les diodes D1 à D3 récupèrent tout ce que l'interface RS-232 du PC peut délivrer comme tension positive. Le JFET T3 fait circuler un courant quasi-constant dans une résistance réglable ; la tension qui en résulte pilote la base de T4, monté en émetteur-sui-veur. Voilà qui permet d'alimenter l'ensemble sous une tension suffisamment stable et un courant suffisant.

Le module thermomètre peut être étalonné par le remplacement de la résistance de 9,6 k $\Omega$ , située en bas à gauche côté soudures du module. La résistance de remplacement sera constituée de l'assemblage en série d'une résistance fixe de 8,2 k $\Omega$  et d'un potentiomètre de 2 k $\Omega$ .

### Programme ELEKTEMP.A51

Le programme qui transforme le microcontrôleur à tout faire en convertisseur de protocole se trouve sur la disquette d'accompagnement.

Dans un premier projet, le format sériel était d'abord converti en parallèle par quelques circuits intégrés logiques de la série 74. L'essentiel était un registre à décalage à 16 bits 74LS673 qui recevait les données sérielles et restituait la valeur mesurée sur les sorties parallèles du registre à décalage. Un monostable servait à détecter la pause et la fin de la transmission d'une mesure. Le programme correspondant se trouve aussi dans le fichier source ELEKTEMP.A51.

Dans la version actuelle, les composants matériels sont remplacés par le logiciel, un bel exemple du remplacement de la logique auxiliaire par un microcontrôleur. La ligne d'horloge est raccordée à une entrée d'interruption, le monostable est simulé par le deuxième compteur/temporisateur de l'AT89C2051 (le premier est utilisé par l'interface sérielle).

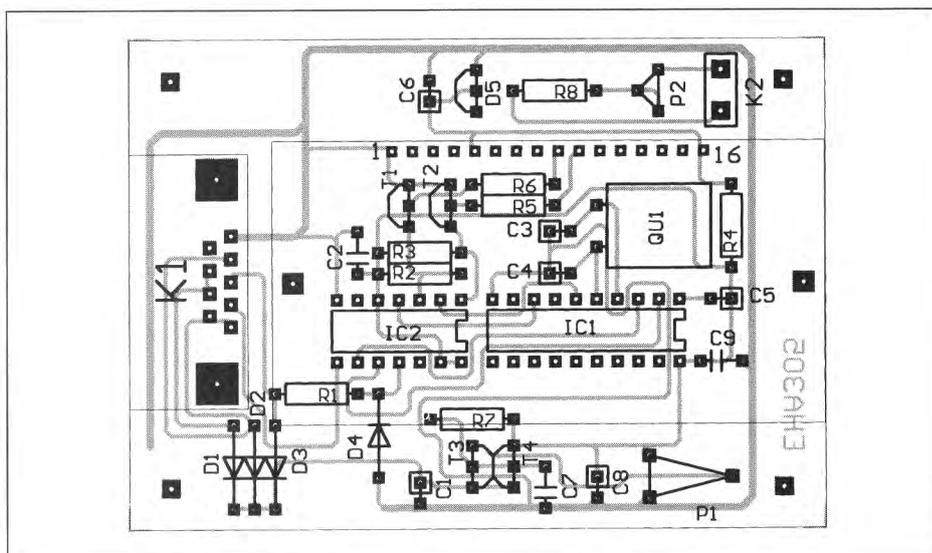


Figure 2 - Plan d'implantation du convertisseur de format sériel.

#### Résistances :

- R1 = 15 k $\Omega$
- R2 à R4 = 10 k $\Omega$
- R5, R6 = 4,7 k $\Omega$
- R7 = 2,2 k $\Omega$
- R8 = 8,2 k $\Omega$
- P1 = ajustable 1 M $\Omega$  à plat, pas 15 x 10
- P2 = ajustable 2 k $\Omega$  multitours debout

#### Condensateurs :

- C1 = 220  $\mu$ F/16V radial, pas 3,5
- C2, C7, C9 = 100 nF
- C3, C4 = 33 pF, pas 2,5
- C5 = 2,2  $\mu$ F/16V radial, pas 2,5
- C6 = 10  $\mu$ F/16V radial, pas 2,5
- C8 = 47  $\mu$ F/16V radial, pas 2,5

#### Semi-conducteurs :

- D1 à D3 = BAT43
- D4 = 1N4148
- D5 = ICL8069
- T1, T2 = BC548 ou équivalent
- T3 = BF245B
- T4 = BC550

- IC1 = AT89C2051, programmé
- IC2 = 74HC(T)14

#### Divers :

- Module thermomètre Conrad Réf. 195588
- X1 = quartz 1,8432 MHz
- K1 = prise SUBD-9 pour CI
- K2 = picot à souder 1 mm
- barrette support une rangée 16 points pour le module circuit imprimé

#### Remarque :

- Les composants R8 et P2 sont raccordés par des fils à l'arrière du module thermomètre, à la place de la résistance de 9,6 k $\Omega$ . Le potentiomètre permet alors de parfaire l'étalonnage du module.
- barrette de 16 picots pour le module
- 2 entretoises M2,5 x 10
- 4 vis à métaux M2,5 x 5 (fixation du module)

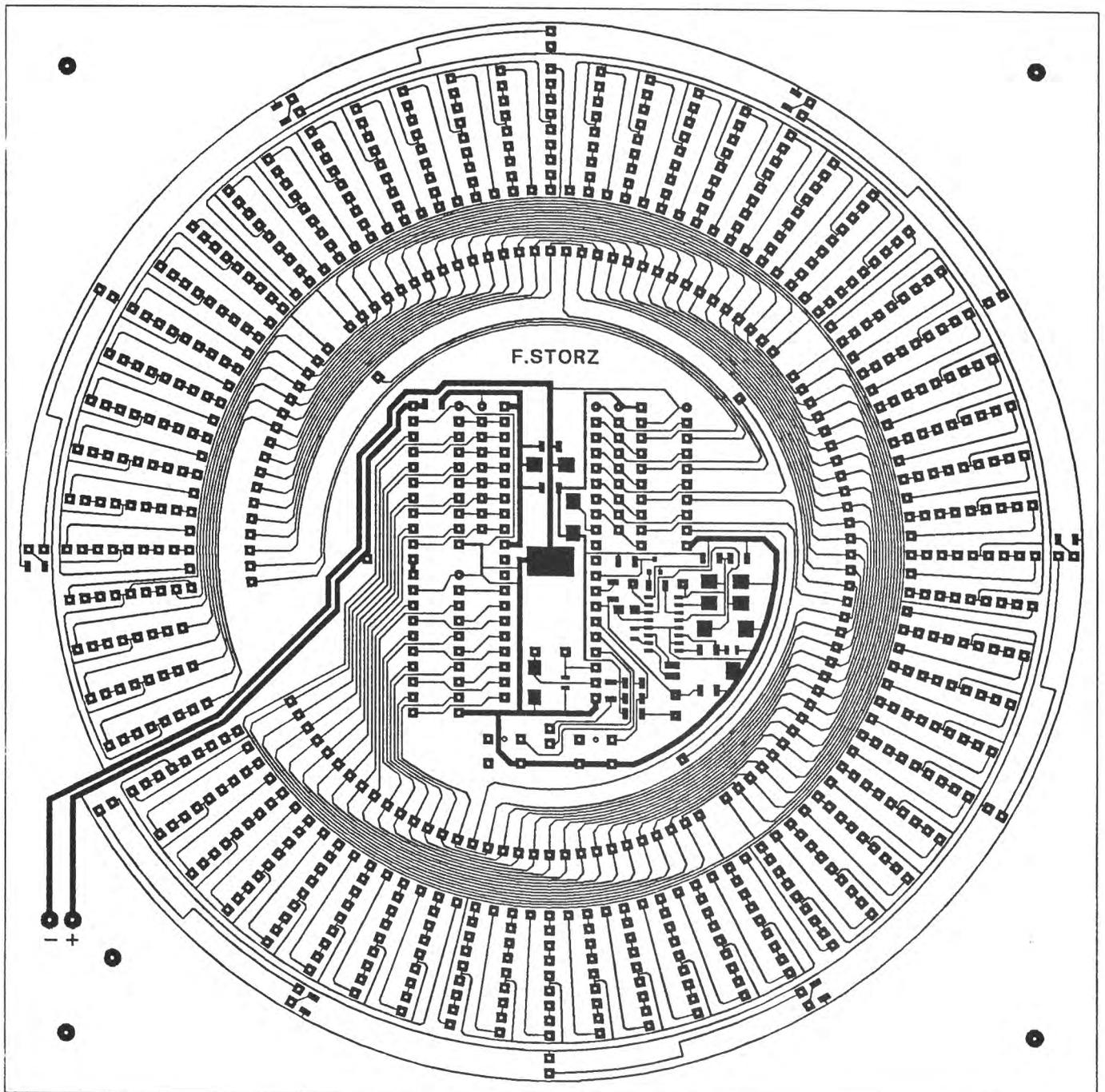
#### Liste des composants du convertisseur de format sériel.

Pour l'utilisateur qui ne veut pas se pencher sur le programme : l'interface fonctionne à 300 bauds. Le programme du microcontrôleur possède un mode automatique et mode interrogation (par défaut). Un « s » demande au programme d'envoyer le résultat de la dernière mesure sous la forme d'une suite de cinq caractères (signe, trois chiffres et <return>) ; un « a » place le module en mode automatique ; un « r » place le module en mode interrogation. Avec « a » et « s », le caractère est renvoyé en écho ; en mode

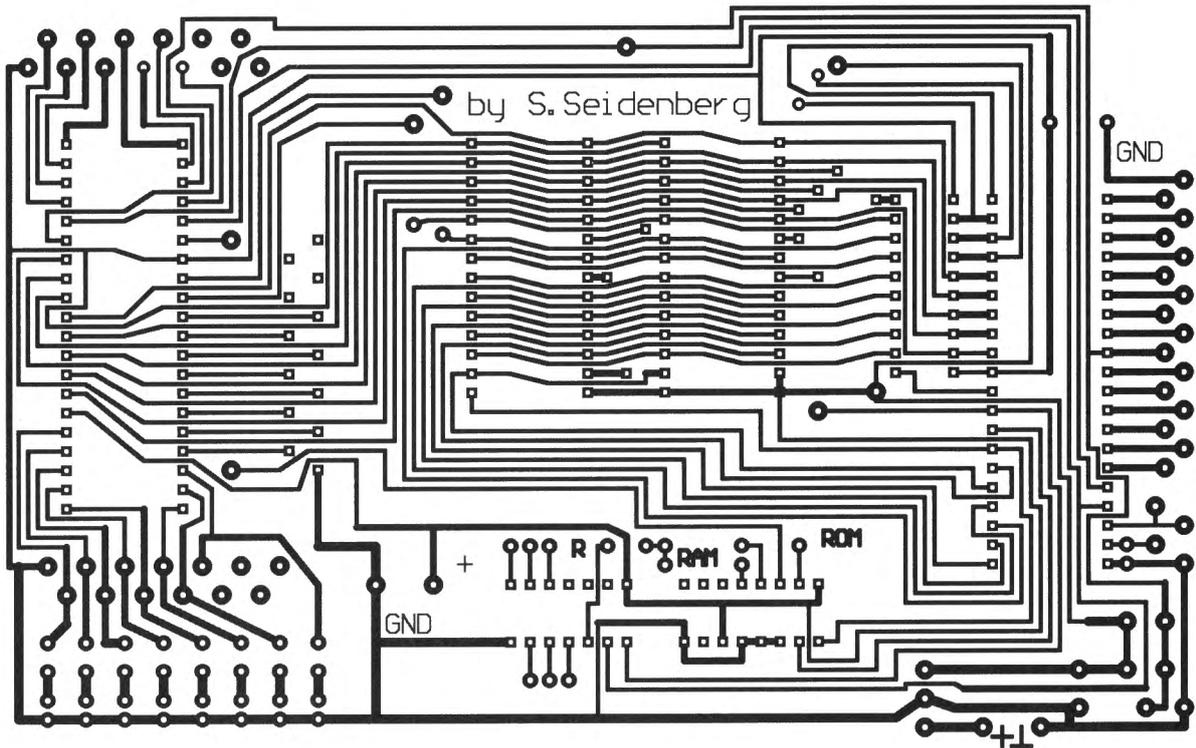
automatique, chaque nouvelle mesure est envoyée au PC (toutes les secondes). Le logiciel du PC doit faire en sorte qu'au moins une des lignes de sortie passe au niveau haut +12 V. Le GWBASIC utilisé pour les tests le fait automatiquement ; le C et le Pascal le permettent par les écritures ad hoc dans les registres du port. Un programme de communication du genre Procomm convient parfaitement pour les tests. Le module n'envoie rien avant d'avoir reçu un « s » ou un « a ».

**Attention !**

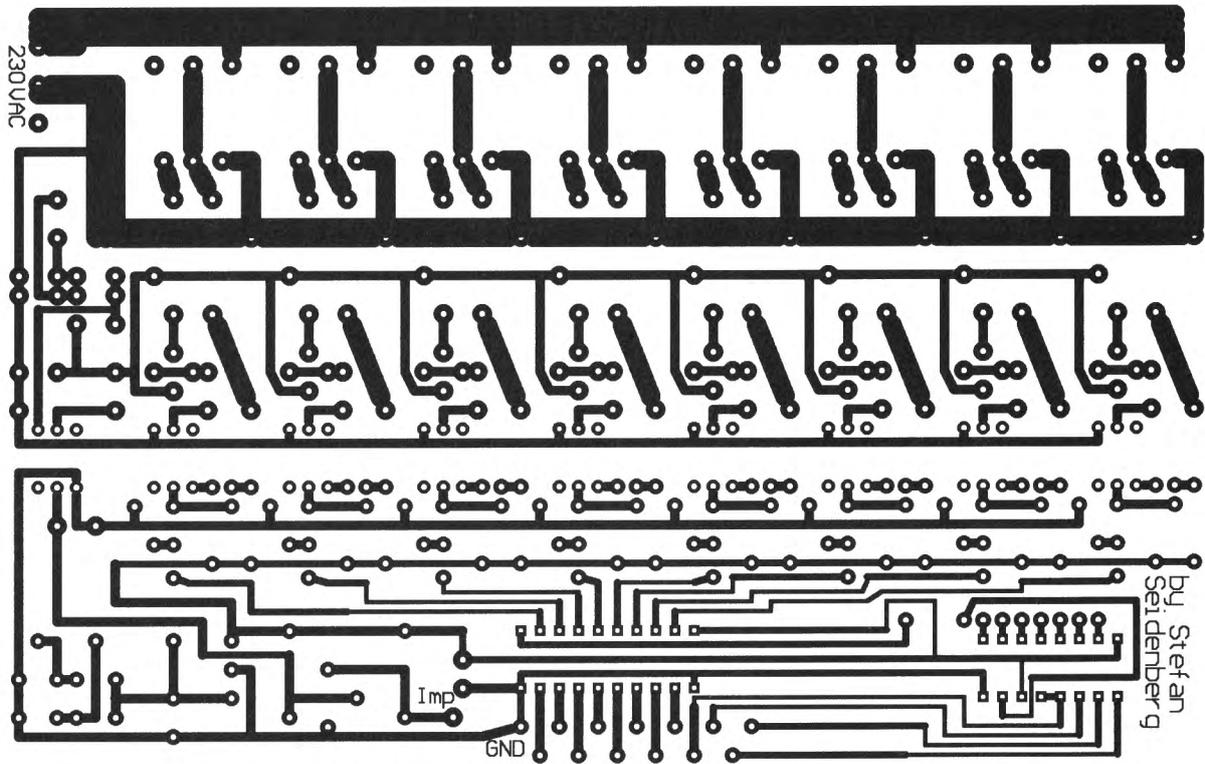
Avant de reproduire les dessins, vérifiez-en la configuration ; certains tracés sont présentés en miroir, d'autres non. Le cas échéant, il faudra procéder à une inversion.



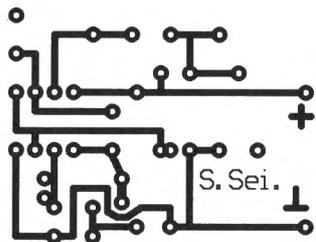
Horloge à LED – Figure 4 et 5 – page 79 et 80



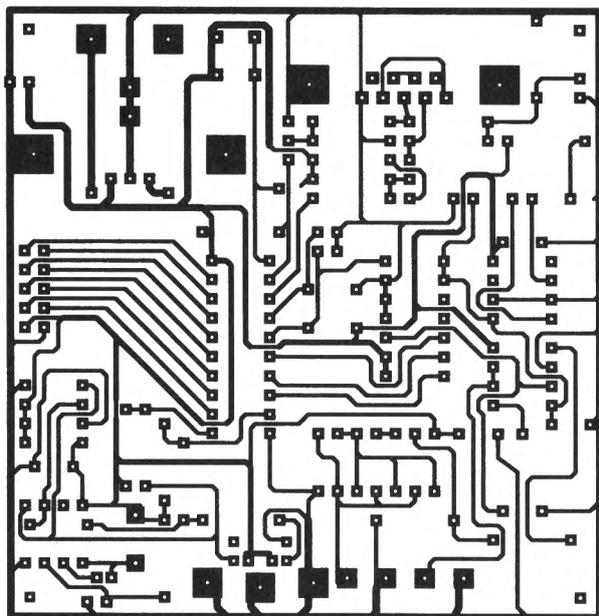
Jeu d'orgue – figure 2 – page 34



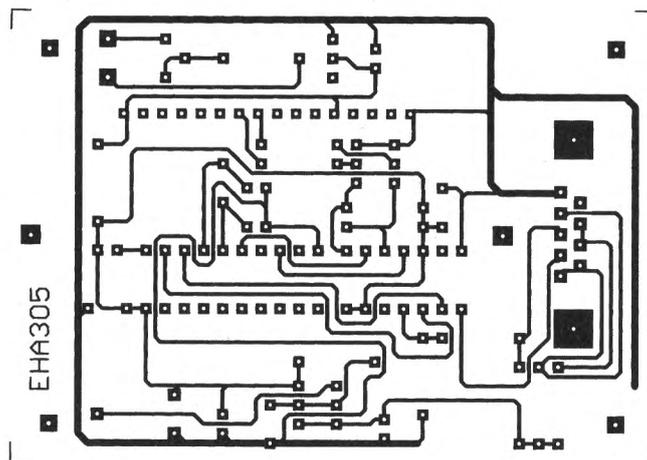
Jeu d'orgue – figure 5 – page 36



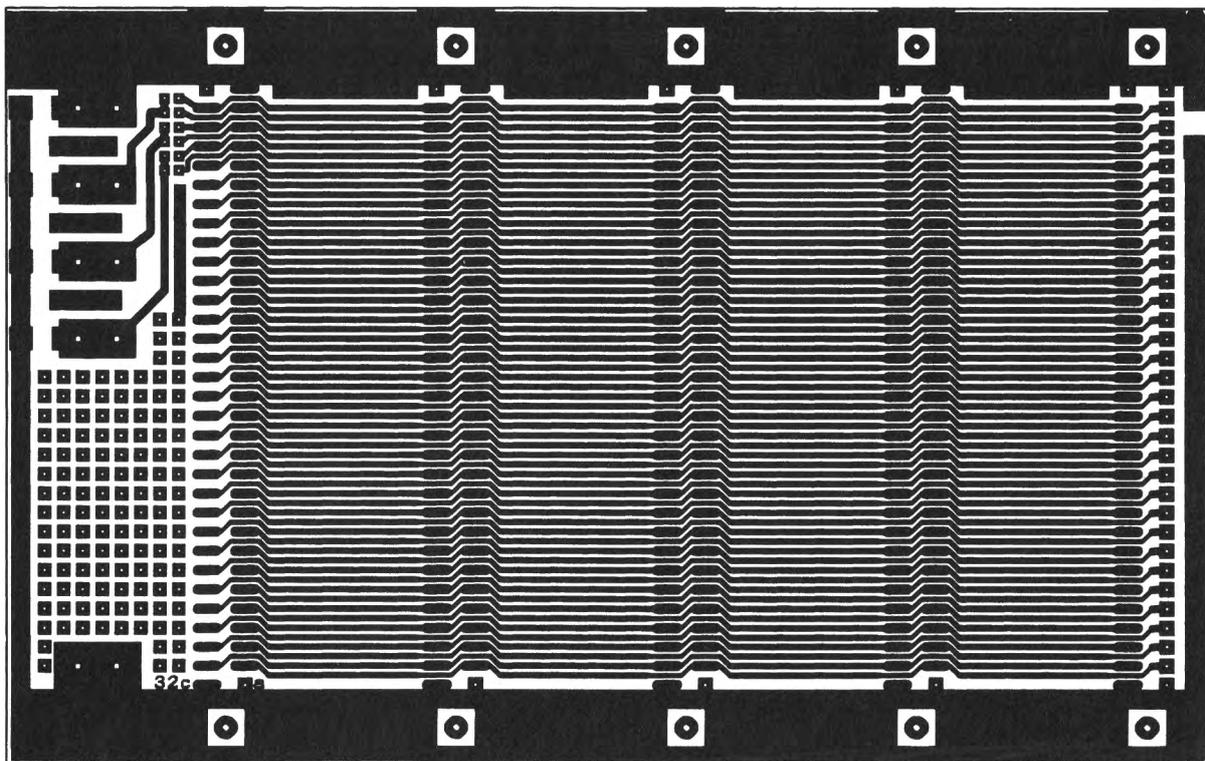
Jeu d'orgue – figure 8 – page 37



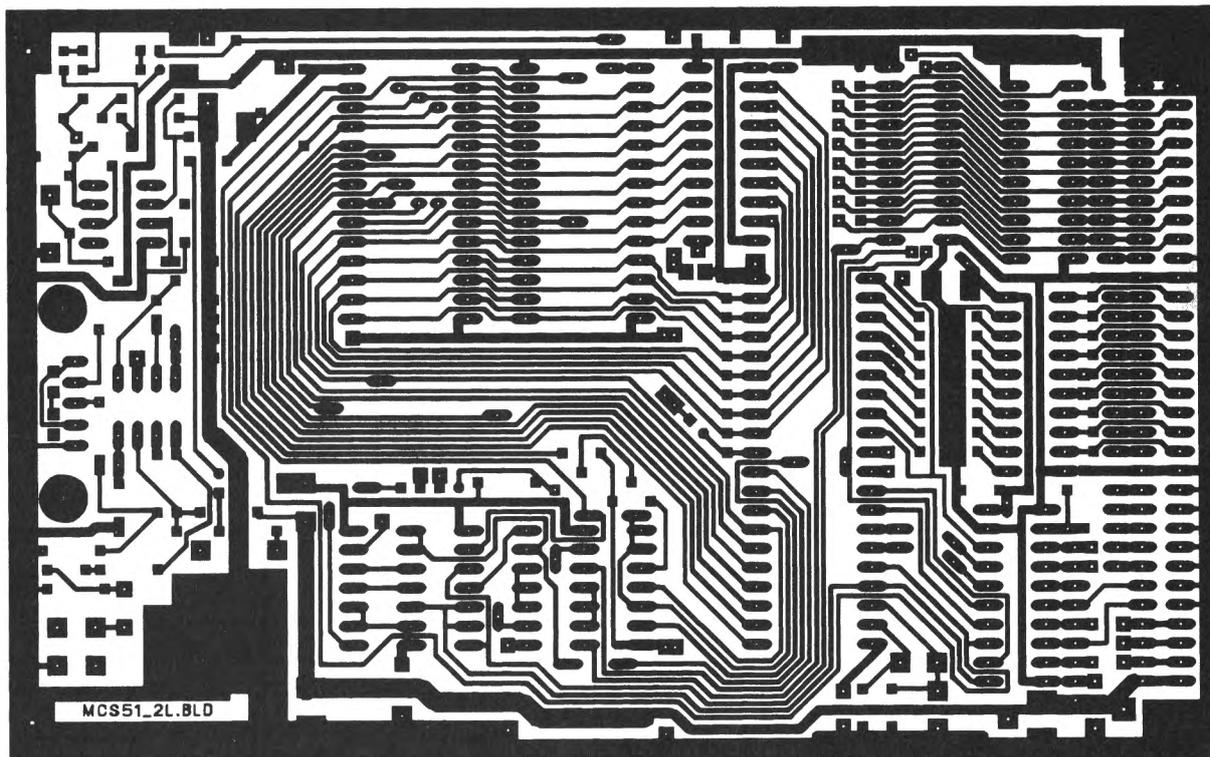
Platine d'expérimentation – figure 2 – page 48



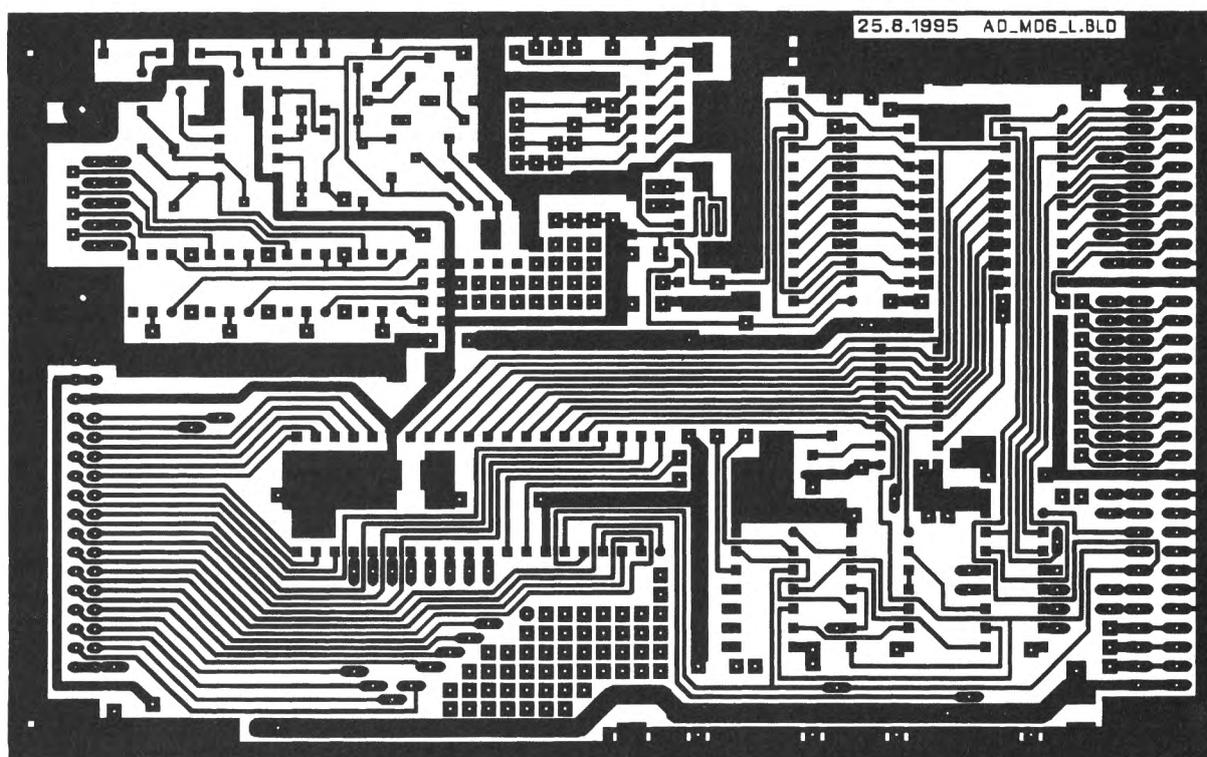
Convertisseur – figure 2 – page 88



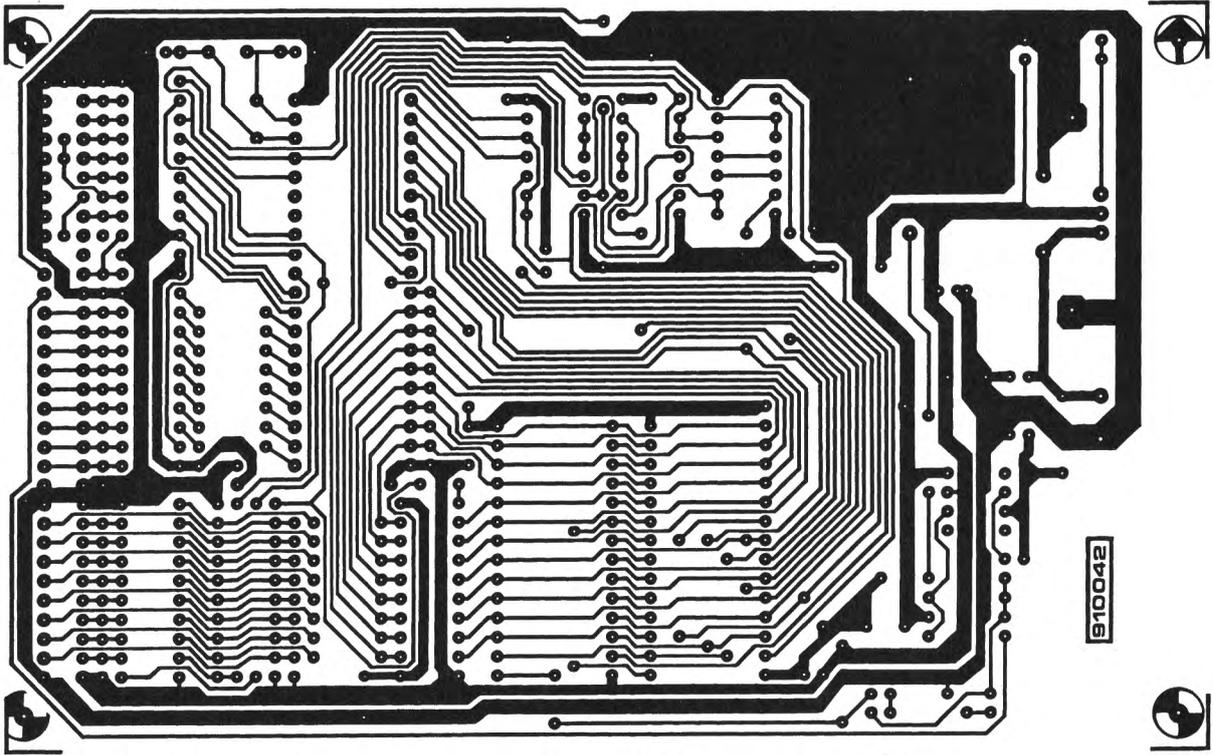
Jeu de construction – figure 2 – page 20



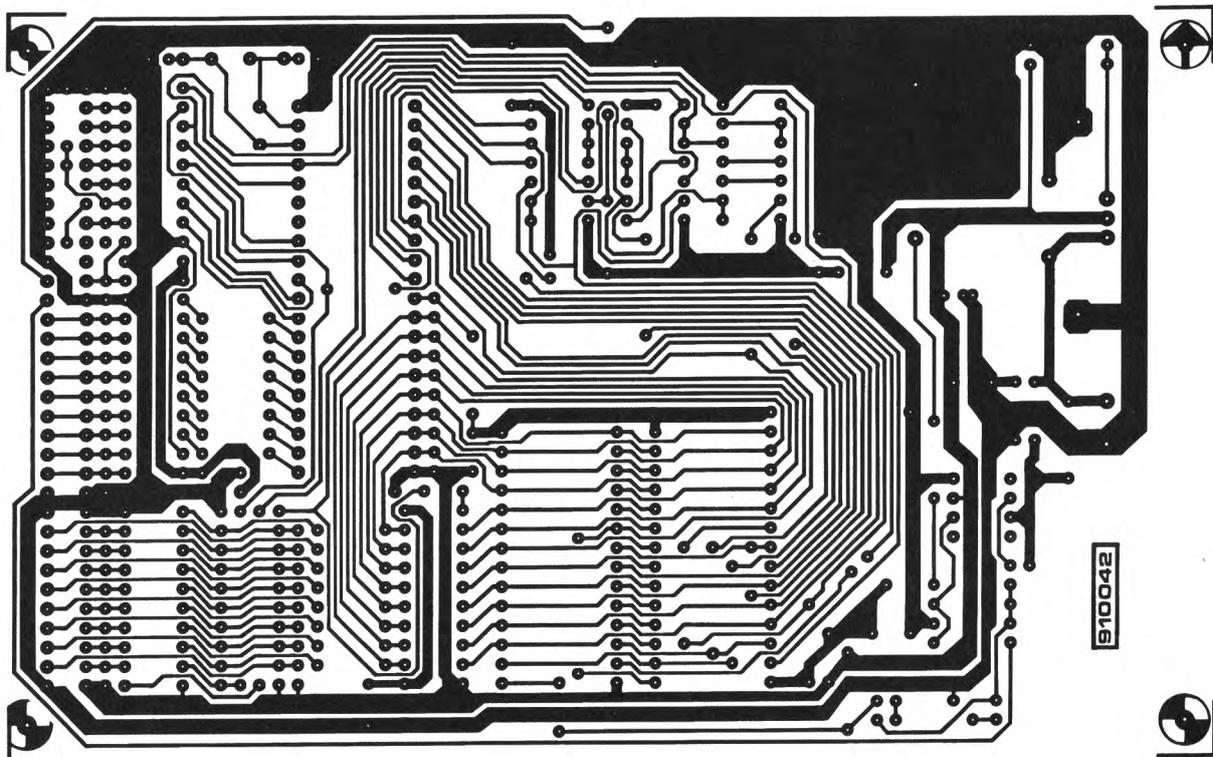
Jeu de construction – figure 5 – page 22



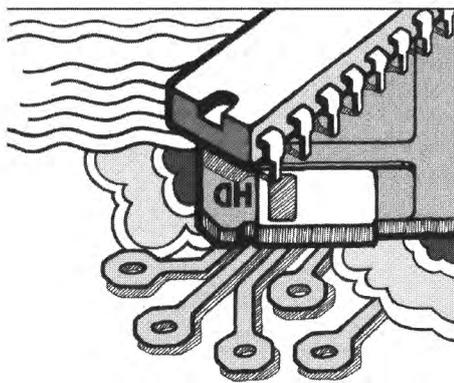
Jeu de construction – figure 7 – page 24



SIMCAD – figure 4 – page 15



EPROM – figure 2 – page 85



# PUBLITRONIC SERVICE

Il existe, pour certains schémas d'ELEKTOR, des circuits imprimés de qualité professionnelle, gravés, percés et sérigraphiés. PUBLITRONIC diffuse ces platines ainsi que des faces-avant (film plastique) signalées par la lettre F ou numéro de référence. Voici les références et les prix des circuits et faces-avant des derniers numéros d'ELEKTOR, en francs français, TVA incluse. Ajoutez les frais de port (5 FF par circuit jusqu'à 5 pièces, puis forfait de 30 FF à partir du 6<sup>e</sup>). Utilisez le bon en encart, ou passez par Minitel (3615 + Elektor - mot-clé = PU 1,01F/mn). Pour certains montages, PUBLITRONIC fournit un composant spécifique (EPROM programmée par exemple); celui-ci est mentionné dans la liste ESS. Exception faite de ces composants, PUBLITRONIC ne fournit pas de composants électroniques. Il appartient au client de s'assurer auparavant de la disponibilité de tous les composants nécessaires au montage dont il envisage la réalisation. Certains circuits et logiciels, plus anciens et identifiés par un \*, sont encore disponibles, mais en quantité limitée. Le prix de la majorité des logiciels inclut la fourniture par PUBLITRONIC de la disquette ou du composant (EPROM, GAL, PAL, ST062 etc). Quand il est mentionné « à envoyer », il faut envoyer le composant concerné à PUBLITRONIC qui le programmera (pour les 2716, ne pas envoyer de 2716 de Texas Instruments). Emballez bien les composants !. Cette liste annule toutes les listes EPS-ESS précédentes. Ces prix sont donnés sous réserves d'erreurs d'impression. L'éditeur, PUBLITRONIC, partie de Segment BV, ne peut pas être tenu pour responsable d'éventuelles erreurs et/ou des dommages consécutifs à l'utilisation des composants programmés.

1994

## F195: SEPTEMBRE 1994

|   |              |        |
|---|--------------|--------|
| pedale d'expression MIDI (ensemble C.I. + ESS 946635-1) | 940019-1     | 228,80 |
| EPROM 27C64 programmée (comprise)                       | ESS-946635-1 | 117,00 |
| RS485, interface série rapide                           | 940035-1     | 54,40  |
| effaceur d'EPROM intelligent                            | 940058-1     | 76,40  |
| assembleur/simulateur µPIC (disquette 3" 1/2 compr.)    | ESS-946196-1 | 84,00  |

## F196: OCTOBRE 1994

|                                  |          |        |
|----------------------------------|----------|--------|
| interrupteur acoustique          | 936052   | 93,80  |
| indicateur de potentiel statique | 940033-1 | 48,80  |
| fréquence 4 chiffres 1/2         | 940051-1 | 76,60  |
| The Car-AMP, l'amplificateur     | 940078-1 | 119,20 |
| moniteur d'alimentation de PC    | 940087-1 | 101,20 |

## F197: NOVEMBRE 1994

|   |              |        |
|---|--------------|--------|
| veilleur de nuit                                | 936054       | 80,40  |
| silicon-disk                                    | 940085-C     | 406,60 |
| EPROM 27256 programmée (comprise)               | ESS-946641-1 | 201,00 |
| chargeur de batterie de moto                    | 940083-1     | 61,20  |
| platine d'expérimentation pour ispLSI 1016      | 940093-C     | 183,60 |
| exemple d'application (disquette 3" 1/2 compr.) | ESS-946204-1 | 84,00  |
| loupe pour lignes d'image TV                    | 940065-C     | 224,80 |
| PIC 16C54 programmé (compris)                   | ESS-946643-1 | 174,00 |

## F198: DÉCEMBRE 1994

|                                    |          |        |
|------------------------------------|----------|--------|
| convertisseur parallèle - sérielle | 930134-1 | 109,60 |
| The Car-AMP, le convertisseur      | 940078-2 | 259,00 |
| alimentation pour transceiver      | 940054-1 | 77,80  |

1995

## F199: JANVIER 1995

|                                    |              |        |
|------------------------------------|--------------|--------|
| convertisseur sinus triphasé       | 940077-C     | 450,40 |
| GAL 16V8 programmée (comprise)     | ESS-946640-1 | 105,00 |
| EPROM 27C128 programmée (comprise) | ESS-946640-2 | 135,00 |
| mini-capacimètre                   | 940091-1     | 84,40  |
| caviste                            | 940098-1     | 92,20  |
| mini-audio-DAC                     | 940099-1     | 125,20 |
| carte de diagnostic P.O.S.T.       | 950008-C     | 250,00 |
| GAL 20V8 programmée (comprise)     | ESS-946639-1 | 93,00  |
| GAL 20V10 programmée (comprise)    | ESS-946639-2 | 111,00 |

## F200: FÉVRIER 1995

|                                 |          |        |
|---------------------------------|----------|--------|
| pendule murale à LED            | 930024-1 | 319,00 |
| central de commutation MIDI     | 930101-1 | 128,00 |
| SLIC, EEPROM à auto-chargeement | 940116-1 | 70,80  |
| décodeur SURROUND               | 950012-1 | 159,40 |
| distorsiomètre d'harmoniques    | 936024X  | 54,00  |

## F201: MARS 1995

|  |              |        |
|--|--------------|--------|
| testeur de télécommande IR                       | 940084-1     | 55,80  |
| régulateur de régime pour moteurs asynchrones    | 940095-1     | 64,60  |
| loupe pour microcontrôleur (C.I. + ESS-946203-1) | 940117-C     | 127,40 |
| disquette 3" 1/2 compr.                          | ESS-946203-1 | 99,00  |
| TÉLÉSWITCH, télécommutateur à base de PIC        |              |        |
| ensemble C.I. + ESS-946642-1                     | 950010-C     | 189,00 |
| PIC programmé (compris)                          | ESS-956501-1 | 112,60 |
| générateur de fonctions numérique à DSP          |              |        |
| ensemble C.I. + ESS-956001-1 + ESS-956501-1      | 950014-C     | 418,00 |
| disquette 3" 1/2 compr.                          | ESS-956001-1 | 157,60 |
| EPROM programmée (comprise)                      | ESS-956501-1 | 112,60 |
| Paperware (manuel sur papier)                    | 950014-P     | 60,00  |
| étage de puissance « auto »                      | 950024-1     | 82,00  |

## F202: AVRIL 1995

|   |              |        |
|---|--------------|--------|
| MINI-PREAMP                                 | 930106-1     | 228,60 |
| gradateur à télécommande IR                 | 940109-1     | 83,20  |
| carte pilote pour moteur pas à pas          |              |        |
| ensemble C.I. + ESS-956004-2 + ESS-956503-1 | 950038-C     | 411,40 |
| disquette 3" 1/2 compr.                     | ESS-956004-2 | 30,00  |
| 8751 programmé (compris)                    | ESS-956503-1 | 285,00 |
| testeur de polarité audio                   | 950040-1     | 44,20  |

## F203: MAI 1995

|  |              |        |
|--|--------------|--------|
| limiteur de bruit dynamique                                | 936064       | 87,60  |
| TELLURIX   | 940055       | 35,20  |
| analyseur MIDI (C.I. + ESS-956507-1)                       | 940020-C     | 278,00 |
| 27256 programmée (comprise)                                | ESS-956507-1 | 135,00 |
| programmeur FLASH (C.I. + ESS-946644-1)                    | 950003-C     | 215,20 |
| 27C64 programmée (comprise)                                | ESS-946644-1 | 117,00 |
| générateur de sinus Centronics (C.I. + ESS-956005-1)       | 950004-C     | 278,00 |
| disquette 3" 1/2 compr.                                    | ESS-956005-1 | 99,00  |
| testeur de capacité de cellules CdNi (C.I. + ESS-956506-1) | 950051-C     | 203,80 |
| ST62T15 programmé (compris)                                | ESS-956506-1 | 147,00 |

## F204: JUIN 1995

|  |          |        |
|--|----------|--------|
| ampli d'exercice pour guitare électrique | 926113   | 166,20 |
| ampli de répartition VGA                 | 950017-1 | 81,80  |
| générateur de fonctions universel        | 950068-1 | 239,80 |
| face avant plastifiée auto-collante      | 950068-F | 144,20 |
| recharge de piles alcalines              | 950065-1 | 53,80  |

## F205/206: JUILLET/AOÛT 1995

|                                   |              |        |
|-----------------------------------|--------------|--------|
| chargeur de batterie de moto      | 940083-1     | 61,20  |
| interface PC-fax bidirectionnelle | 954033-1     | 95,40  |
| carte d'entrée/sortie élémentaire | 954074-1     | 92,60  |
| détecteur pour eaux calcaires     | 954080-1     | 45,60  |
| tête de sonde active universelle  | 954093-1     | 64,40  |
| potentiomètre actif               | 954099-1     | 76,40  |
| Sablir (C.I. + ESS 946647-1)      | 950052-C     | 212,80 |
| 8751 programmé (compris)          | ESS-946647-1 | 144,00 |

## F207: SEPTEMBRE 1995

|   |              |        |
|---|--------------|--------|
| « NONANTE »                                     | 930102       | 100,20 |
| petit géné HF                                   | 950023-1     | 60,00  |
| automate pour volets & stores roulants          | 950035-1     | 78,60  |
| source de lumière constante                     | 950050-1     | 38,60  |
| carte-abri pour clé(s) de protection            | 950069-1     | 102,40 |
| GAL 20V8 programmée (comprise)                  | ESS-956511-1 | 81,00  |
| GAL 22V10 programmée (comprise)                 | ESS-956512-1 | 96,00  |
| chargeur rapide universel (C.I. + ESS-956509-1) | 950076-C     | 183,40 |
| ST62T20 programmé (compris)                     | ESS-956509-1 | 118,60 |

## F208: OCTOBRE 1995

|                           |              |        |
|---------------------------|--------------|--------|
| dipmètre                  | 936037       | 186,80 |
| affichage LCD intelligent |              |        |
| disquette 3" 1/2 compr.   | EPS-946205-1 | 75,00  |

## « BASIC MatchBox »

|   |              |        |
|---|--------------|--------|
| (C.I. + ESS 956508-1 + carte de mnémonique cartonnée) | 950011-C     | 445,20 |
| 87C51CGA44 programmé (compris)                        | ESS-956508-1 | 327,00 |
| disquette 3" 1/2 compr.                               | EPS-956009-1 | 87,00  |
| paperware cartonné                                    | EPS-950011-P | 24,00  |
| amplificateur de casque                               | 950064-1     | 40,60  |
| inhibiteur de copybit II (C.I. + ESS 956504-1)        | 950084-C     | 328,60 |
| MACH 120 programmé (compris)                          | ESS-956504-1 | 295,20 |

## F209: NOVEMBRE 1995

|   |              |        |
|---|--------------|--------|
| extenseur de base de temps                  | 950115-1     | 224,00 |
| « PIP show » (ensemble C.I. + ESS 956505-1) | 950078-C     | 444,40 |
| 87C51 programmé (inclus)                    | ESS-956505-1 | 249,00 |

## F210: DÉCEMBRE 1995

|   |              |        |
|---|--------------|--------|
| testeur de transistors intelligent                                  |              |        |
| (ensemble C.I. + ESS 956502-1)                                      | 950114-C     | 332,80 |
| PIC16C71 programmé (inclus)   | ESS-956502-1 | 267,00 |
| PA 300, ampli 300 W   | 950092-1     | 160,80 |
| alimentation échelonnée pour l'amateur                              | 950106-1     | 75,40  |
| micro-PIC   |              |        |
| (ensemble C.I. + ESS 956514-1 + ESS 956016-1)                       | 950093-C     | 332,20 |
| P87C50EBP N° sur 87C751-1N24 programmé (inclus)                     | ESS-956514-1 | 183,00 |
| disquette 3" 1/2 compr.   | ESS-956016-1 | 75,00  |
| interface parallèle I <sup>2</sup> C (ensemble C.I. + ESS 946202-1) | 950063-C     | 164,60 |
| disquette 3" 1/2 compr.   | ESS-946202-1 | 99,00  |

1996

## F211: JANVIER 1996

|   |              |        |
|---|--------------|--------|
| effets de lumière                                   | 940100-1     | 54,80  |
| convertisseur SECAM -> PAL                          | 950078-2     | 218,20 |
| inverseur de copybit (ensemble C.I. + ESS 956513-1) | 950104-C     | 330,40 |
| EPROM7032LC44-15 programmé (inclus)                 | ESS-956513-1 | 263,80 |
| testeur de composants                               | 960032-1     | 102,60 |

## F212: FÉVRIER 1996

|   |              |        |
|---|--------------|--------|
| testeur de SIMM (ensemble C.I. + ESS 956503-1)            | 960039-C     | 212,60 |
| EPROM 27128 programmée (incluse)                          | ESS-966503-1 | 77,40  |
| générateur de fonctions (ensemble C.I. + face avant)      | 950044-C     | 176,20 |
| platine principale  | 950044-1     | 89,00  |
| face avant autocollante                                   | 950044-F     | 102,20 |
| oscillateur tone-dip HF                                   | 950095-1     | 43,20  |
| amplificateur d'exercice pour guitare (C.I. + face avant) | 950016-C     | 227,80 |
| platine principale  | 950016-1     | 140,00 |
| face avant autocollante                                   | 950016-F     | 103,00 |
| jeu d'orgue lumineux                                      | 950123-1     | 76,80  |

## F213: MARS 1996

|  |              |        |
|--|--------------|--------|
| décodeur R.D.S. à PIC (ensemble C.I. + ESS 966505-1) | 960050-C     | 205,60 |
| PIC 16C84 programmé (inclus)                         | ESS-966505-1 | 171,00 |
| phyto-buzzer (4 exemplaires par platine)             | 950118-1     | 74,20  |

## F214: AVRIL 1996

|   |              |        |
|---|--------------|--------|
| moniteur d'interface Centronics (C.I. + ESS 966008-1) | 960052-C     | 122,20 |
| disquette 3" 1/2 (disquette incluse)                  | ESS-966008-1 | 45,00  |
| chargeur d'accus à U2402B                             | 950120-1     | 89,60  |
| carte-son PC en analyseur audio                       |              |        |
| disquette 3" 1/2 (disquette incluse)                  | ESS-966001-1 | 195,00 |

## F215: MAI 1996

|   |              |        |
|---|--------------|--------|
| Chessy, pendule pour jeux d'échecs (C.I. + ESS 946645-1)                      | 950097-C     | 338,20 |
| 87C51 programmé (87C51 inclus)  | ESS-946645-1 | 249,20 |
| analyseur logique compact (C.I. + ESS 966506-1 + ESS 966506-2 + ESS 966010-1) | 960033-C     | 522,60 |
| disquette 3" 1/2 (disquette incluse)  | ESS-966010-1 | 52,60  |
| ispLSI programmé (ispLSI SH016-60 inclus)                                     | ESS-966506-1 | 207,00 |
| ispLSI programmé (ispLSI SH016-60 inclus)                                     | ESS-966506-2 | 207,00 |
| Vu-mètre numérique (C.I. + ESS 946646-1)                                      | 950098-C     | 127,00 |
| DSP (DSP inclus)  | ESS-946646-1 | 332,60 |
| caisson de graves actifs  | 960049-1     | 126,40 |
| moniteur de tension secteur   | 960055-1     | 54,40  |

## F216: JUIN 1996

|   |              |        |
|---|--------------|--------|
| programmeur/émulateur d'EPROM Flash (C.I. + ESS 956017-1) | 960077-C     | 247,80 |
| disquette 3" 1/2 (disquette incluse)                      | ESS-956017-1 | 119,80 |
| cardio-tachygraphe robuste                                | 960005-1     | 77,40  |
| bip-bip anti-abois  | 960035-1     | 42,20  |
| préamplificateur TV-A 23 cm                               | 960072-1     | 55,80  |
| éclairage anti-éclairs                                    | 960022-1     | 54,40  |
| multiplexeur de claviers                                  | 950126-1     | 51,80  |

## F217/218: JUILLET/AOÛT 1996

|  |          |        |
|--|----------|--------|
| amplificateur de puissance audio mono-chip     | 964104-1 | 46,60  |
| décibel-milliwatt (dBm)-mètre 50 MHz           | 964039-1 | 123,80 |
| testeur de capacité de précision pour batterie | 964040-1 | 60,20  |
| fader vidéo                                    | 964076-1 | 91,60  |

## mini-programmeur d'EEPROM

|  |              |        |
|--|--------------|--------|
| disquette 3" 1/2 (disquette incluse)           | ESS 966012-1 | 45,00  |
| convertisseur A/N/A à 3 sous                   |              |        |
| disquette 3" 1/2 (disquette incluse)           | ESS 966509-1 | 52,60  |
| isolateur galvanique pour bus I <sup>2</sup> C | 964062-1     | 51,40  |
| port d'E/S Centronics                          | 964116-1     | 139,60 |

## F219: SEPTEMBRE 1996

|  |              |        |
|--|--------------|--------|
| thermomètre numérique mini-maxi (C.I. + EPS 966515-1, ST62T10 compris) | 960010-C     | 208,80 |
| ST62T10 programmé (composant compris)                                  | ESS 966515-1 | 147,00 |
| mise en veille I.R. économique et écologique                           | 960063-1     | 89,80  |
| boussole électronique  | 960085-1     | 55,60  |
| interface RS-232 pour CAN ICL7106                                      |              |        |
| disquette 3" 1/2 (disquette incluse)                                   | ESS 966016-1 | 45,00  |

# La réglementation CEM

## Les montages Elektor et la Compatibilité ElectroMagnétique, consignes générales de réalisation

### La réglementation CEM

À compter du 1<sup>er</sup> janvier 1996, tout appareil de réalisation personnelle doit tenir compte de la réglementation CEM. Cette réglementation dit qu'un appareil, quel qu'il soit, ne doit pas produire de rayonnement gênant (parasites) et qu'il ne doit pas non plus être sensible aux rayonnements parasites extérieurs. Sous le terme générique de parasites on entend toutes sortes de phénomènes tels que champs magnétiques et décharges électrostatiques, sans oublier le parasitage des lignes du secteur dans l'acceptation la plus large de cette notion.

### La législation

Même l'amateur n'est autorisé à utiliser son appareillage que lorsqu'il s'est assuré que celui-ci répond à la législation en vigueur. Les hautes instances sont relativement réticentes lorsqu'il s'agit d'appareils de réalisation personnelle et ne procédera à un contrôle du respect des dispositions légales qu'en cas de plainte. S'il s'avère que l'appareillage en question ne respecte pas les recommandations de la législation l'utilisateur (vous en l'occurrence) peut être tenu pour responsable des dommages encourus.



### La marque CEM

L'amateur de réalisations personnelles n'est pas tenu à apposer la marque d'approbation CEM sur son appareil.

### Elektor

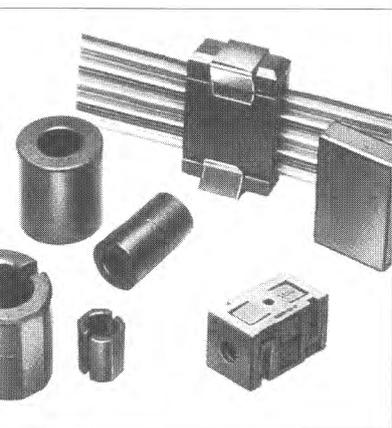
Les réalisations proposées par Elektor s'attachent à respecter la recommandation légale. Nous faisons de notre mieux, dans le cas de réalisations critiques, de donner le maximum d'informations additionnelles dans l'article. Il n'y a cependant aucune obligation légale à ce sujet pour Elektor qui ne peut pas non plus être tenu pour responsable des (ou mis en cause pour les) conséquences au cas où un appareil ne répondrait pas aux exigences fixées par la recommandation. Cette page donne un certain nombre de mesures pouvant être prises pour que le montage réponde aux exigences de la réglementation. Cela ne signifie en rien qu'il soit nécessaire à chaque fois de recourir à ces mesures. Ce n'est que dans certains cas qu'il pourra s'avérer nécessaire d'appliquer les recommandations données ici. Il y a bien longtemps que d'autres mesures, pour l'appareillage audio en particulier, sont prises et il n'y a donc rien de neuf sous le soleil.

### La CEM, pourquoi ?

L'avantage majeur (à long terme) pour le consommateur est que tous les appareils électriques et électroniques pourront, chez soi ou au bureau fonctionner tranquillement les uns avec les autres.

### Émission

La forme la plus ancienne et la plus courante de problème CEM est une émission trop importante : l'appareil émet de l'énergie HF gênante par l'intermédiaire de son boîtier ou de ses câbles. Il est bon de savoir qu'il existe, outre des limites à l'émission, également une interdiction d'appliquer à la ligne du secteur une énergie source de parasites même s'ils se trouvent dans le spectre des basses fréquences.



Exemples de filtres de ferrite pouvant être utilisés pour le passage de câbles.

### Immunité

Les exigences posées au niveau de l'insensibilité (ou immunité) sont elles au contraire toutes neuves. L'appareil doit, dans un environnement pollué électriquement dans certaines limites définies bien entendu, continuer de fonctionner normalement. Les exigences sont très variées et s'adressent à toutes les sources de parasites imaginables.

### Appareillage micro-informatique

Les appareils micro-informatiques forment le groupe concerné par l'application de la recommandation. Non seulement en raison du fait que les ordinateurs et les microprocesseurs sont des générateurs notables de parasites mais aussi parce qu'ils sont, de par l'exécution séquentielle des instructions, particulièrement sensibles aux parasites. Le fameux crash sans raison d'un PC est l'expression la plus courante.

### Le boîtier selon CEM

Un micro-ordinateur de réalisation personnelle ne pourra respecter les exigences CEM que s'il a été mis dans un coffret métallique. Il faudra au minimum faire en sorte que le fond et le dos du coffret aient une forme de L en une seule pièce. Tous les câbles se rejoignent sur la dite pièce ou y subissent un filtrage. Si l'on a besoin de connecteurs sur la face avant il faudra utiliser un fond de coffret en U. On obtient encore de meilleurs résultats par la mise en place sur toute la largeur de la face arrière d'un ruban de cuivre (2 cm de large, 1 mm d'épaisseur). Ce ruban pourra être doté d'intervalles réguliers de serre-câbles qui serviront à la fixation des câbles de terre. Le ruban est fixé tous les 5 cm à la face arrière à l'aide d'une liaison à vis non isolée. Un coffret fermé donne de meilleurs résultats qu'un fond en L ou en U. Il faut en outre s'assurer que les lignes de contact ont parfaitement étanches au rayonnement HF, caractéristique obtenue par l'utilisation d'un nombre suffisant de vis, caoutchouc conducteur ou ressorts de contact. Il ne faudra pas oublier d'enlever la couche de peinture ou d'oxydation éventuellement présente.

### L'alimentation selon CEM

Il faudra tenir compte, lorsque l'on réalise une alimentation avec les parasites entrants et sortants. On utilisera donc un filtre secteur standard qui se trouve, par l'intermédiaire de son enveloppe métallique, directement en contact avec le coffret métallique ou la surface de terre en métal. Il n'est pas recommandé de tenter de réaliser soi-même de type de filtre sachant qu'il est extrêmement difficile de mettre la main sur les composants sophistiqués qu'ils nécessitent. On utilisera de préférence un exemplaire de filtre à entrée secteur incorporée (embase euro) éventuellement dotée d'un porte-fusible et d'un interrupteur marche/arrêt incorporés. La simple utilisation d'un filtre de ce genre permet quasi-automatiquement de respecter une bonne part des exigences de sécurité électrique. On terminera le primaire du filtre avec son impédance caractéristique, dans la plupart des cas à l'aide d'une résistance-série de 50 Ω/1 W et un condensateur de 10 nF/250 V=, classe X2.

### Les périphériques et leur mise à la terre

Tous les câbles allant vers des périphériques, des capteurs de mesure, des relais de commande, etc doivent traverser l'enveloppe métallique ou le profil en L. Les lignes de terre des câbles sont reliés directement au ruban de mise à la terre à l'intérieur du boîtier à l'aide d'une liaison courte (< 5 cm). En cas d'utilisation d'embases le blindage devra être fixé à un connecteur métallique à blindage total. En principe, toutes les lignes de signal non blindées doivent être pourvues d'un filtre composé au minimum d'un tore de ferrite (30 mm) par câble, disposé le cas échéant autour de l'ensemble des câbles véhiculant des signaux. Il est permis de disposer ce tore à l'extérieur du boîtier (sur un PC par exemple). Les lignes dont il est admis qu'elles puissent avoir une résistance-série de 150 Ω seront dotées à l'intérieur du coffret d'une résistance-série de 150 Ω connectée au connecteur. Si cela est techniquement réalisable on pourra en outre doter ce point d'une capacité vers la masse (ruban de mise à la terre). Il est également admis d'utiliser des filtres en T ou en pi plus coûteux vendus dans le commerce. Dans tous les autres cas les liaisons doivent être faites à l'intérieur du boîtier à l'aide de câble blindé mis à la terre des 2 côtés sur le circuit imprimé d'un côté

et sur le ruban de terre de l'autre. Les lignes symétriques sont faites de conducteur double blindé torsadé également mis à la terre à ses 2 extrémités.

Le plan de masse CEM du circuit imprimé du montage doit être relié du mieux possible au ruban de masse, si possible même à l'aide d'une mise à la terre flexible ou d'un nombre de conducteurs parallèles, un morceau de câble multibrin par exemple.

### L'électricité statique

Toutes les pièces du montage accessibles de l'extérieur doivent être constituées, de préférence, par du matériau antistatique non conducteur. Tous les organes traversant le boîtier et accessibles de l'extérieur (potentiomètres, inverseurs, interrupteurs et autres axes) doivent être reliés galvaniquement à la terre (par le biais d'une résistance de 1 MΩ dans le cas d'un appareil de classe II). Toutes les entrées et sorties dont les conducteurs ou les âmes d'embase sont accessibles doivent être dotées d'un blindage (un enclot métallique mis à la terre par exemple), par l'intermédiaire duquel pourront s'écouler d'éventuelles décharges. La solution la plus simple pour ce faire est d'utiliser des contacts en retrait (embase sub D par exemple) à protection métallique mise à la terre et/ou dotés d'une protection des contacts.

### Les alimentations

Un transformateur d'alimentation doit être doté d'un réseau RC d'amortissement (snubber) tant au primaire qu'au secondaire. Les points de redressement doivent être filtrés à l'aide de réseaux RC. Le courant de charge (de crête) au secondaire dû aux condensateurs électrochimiques doit être limité par l'intermédiaire de la résistance interne du transformateur ou par le biais d'une résistance-série additionnelle. Il est recommandé de mettre du côté 230 V, un varistor (350 V/2 W) pris entre la phase et le neutre par rapport à la terre, ou entre la phase et le neutre. Il peut être nécessaire, côté secondaire, d'ajouter un suppresseur de transitoires que l'on placera de préférence en aval du condensateur de l'alimentation. Si l'alimentation est destinée à système numérique on pourra prendre, en vue de limiter les émissions, une self en mode commun dans les lignes alternatives du secondaire. Pour les applications audio il est recommandé en outre de prendre un blindage de terre entre le primaire et le secondaire du transformateur secteur. On reliera le dit blindage ou ruban de mise à la terre à l'aide d'une courte liaison. L'alimentation doit être en mesure de compenser 4 périodes d'absence de tension du secteur et de supporter des variations de -20 à +10% de la tension du secteur.

### Les montages audio

Dans le cas des montages audio c'est l'immunité qui constitue l'exigence la plus importante. On blindera de préférence tous les câbles. Cette précaution est souvent impossible dans le cas des câbles allant vers les haut-parleurs de sorte qu'il faudra les dater d'un filtrage distinct. On trouve dans le commerce des filtres en T ou en pi spéciaux forts courants n'ayant pas d'effet néfaste sur la reproduction des graves. On implante un filtre de ce genre dans chaque ligne, filtre à placer dans le coffret de protection métallique entourant les bornes de connexion des câbles.

### Les champs magnétiques Basse Fréquence

Les câbles blindés à l'intérieur du boîtier ne fournissent pas de protection contre les champs magnétiques BF générés par le transformateur d'alimentation; cela n'est vrai que pour une fréquence supérieure à quelques kHz. De ce fait, il faudra disposer ces câbles le plus près possible des parties métalliques du boîtier et les mettre, à l'une de leur extrémité, à la terre prévue pour les champs électriques. On pourra, dans les cas extrêmes, envisager de mettre l'alimentation dans un compartiment métallique distinct. On pourra obtenir une réduction additionnelle du ronflement par l'utilisation d'un transformateur spécial à anneau de distribution.

### Les champs Haute Fréquence

Les champs magnétiques HF ne doivent pas pouvoir entrer dans le boîtier métallique (il est déconseillé d'utiliser un boîtier en plastique pour un système haut de gamme). Tous les câbles audio externes doivent être blindés et le blindage doit être fixé à l'extérieur du boîtier. Ici encore on utilisera uniquement des connecteurs totalement métalliques. Tous les blindages internes de câble doivent être connectés au ruban de mise à la terre à l'intérieur du boîtier. Il est recommandé d'utiliser un boîtier d'une épaisseur suffisante (> 2 cm) en raison de l'effet péliculaire (skin effect), vu que sinon les champs intérieur et extérieur ne sont pas suffisamment séparés l'un de l'autre. Les éventuels orifices percés dans le



Exemple de filtre secteur standard. Il comporte une entrée secteur euro, un interrupteur marche/arrêt et un filtre efficace. Son enveloppe en métal doit être reliée au métal du boîtier.

boîtier doivent rester de faible diamètre (< 2 cm) et seront dotés de treillis métallique.

### Les radiateurs

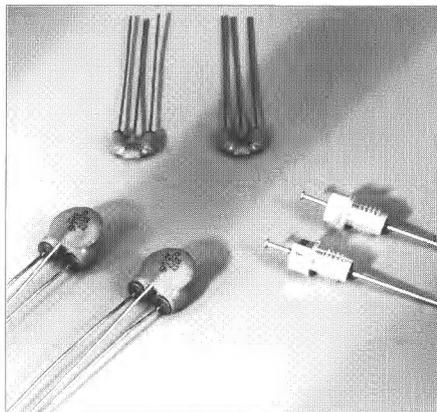
On mettra les radiateurs, que l'on placera de préférence à l'intérieur du boîtier, à l'autant d'endroits que possible à la terre par rapport au rayonnement HF. Les radiateurs d'une alimentation à découpage que l'on a omis de mettre à la terre sont une source garantie de problèmes ! On pourra éventuellement disposer un blindage de terre entre le transistor et le radiateur. Les orifices percés dans les radiateurs doivent être de faible diamètre et dotés de treillis métallique. Les ventilateurs aussi doivent être mis à l'intérieur du boîtier.

### Câbles

Sous l'aspect CEM les câbles peuvent faire office d'antennes (d'émission) et sont éminemment aptes à émettre des parasites (voire à en capter). Ceci est également vrai pour les câbles blindés. Le blindage d'un câble (coaxial) doit venir se glisser dans un connecteur faisant contact sur tout son pourtour. Le blindage pourra être utilisé comme conducteur de retour de courant pour la réalisation d'un blindage magnétique HF. Il est préférable, pour la protection magnétique BF, d'utiliser des paires de câbles torsadés (twisted pair) avec blindage. Dans le cas d'un câble multibrin il est préférable que chaque ligne de signal soit séparée de l'autre par un conducteur de terre et que l'ensemble du câble soit doté d'un blindage général. Les câbles dont une composante du signal qu'ils véhiculent dépasse 10 kHz, et qu'il n'est pas possible de filtrer à l'intérieur du boîtier seront dotés d'un tore en ferrite faisant office de self en mode commun.

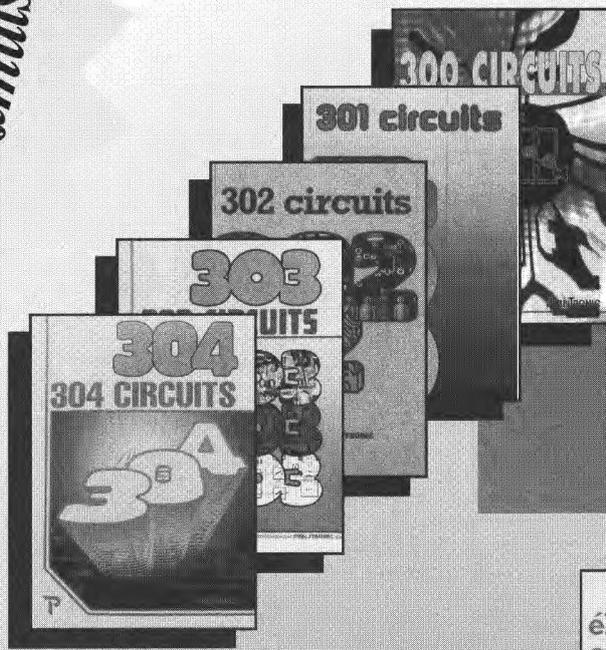
### Mise en coffret

Les circuits imprimés dessinés par Elektor sont actuellement dotés d'orifices de fixation entourés d'un lit de cuivre nu relié à la masse du circuit. Il est facile ainsi, par l'utilisation d'entretoises métalliques, d'assurer automatiquement une bonne liaison (HF) entre la platine et le plan de terre. Des réalisations critiques ont un plan de terre que l'on pourra, par exemple, relier au ruban de terre à l'aide d'un morceau de câble multiconducteur à 25 brins. Sur ce type de platine il n'est pas prévu d'autres points de fixation; de même, les orifices de fixation ne comportent pas de cuivre et partant sont isolés.



Les filtres en T ou en pi évitent l'entrée ou la sortie de parasites par les lignes de signal. Il en existe divers modèles pour différents courants et plages de fréquence.

**PUBLITRONIC**  
Lecture tous azimuts



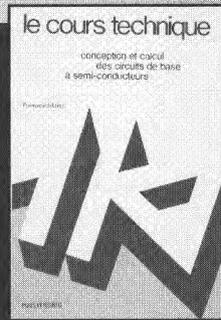
**Les "30X circuits"**

sont des recueils de schémas et d'idées pour le laboratoire et les loisirs de l'électronicien amateur. Les deux premiers "300 et 301 circuits" contiennent de nombreux inédits. Les autres reprennent en partie des montages publiés par ELEKTOR dans ses numéros Hors Gabarit.

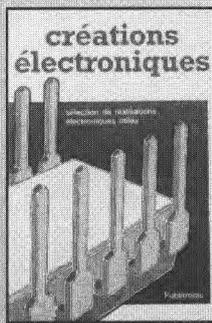
- 300 Circuits - 264 pages - 119 FF
- 301 Circuits - 376 pages - 119 FF
- 302 Circuits - 368 pages - 129 FF
- 303 Circuits - 384 pages - 163 FF
- 304 Circuits - 407 pages - 169 FF

**Le cours technique**

Etude des montages fondamentaux, conception et calcul des étages amplificateurs ou des oscillateurs. Mode d'emploi des semiconducteurs discrets.



112 pages  
69 FF



**Créations électroniques**

42 montages sélectionnés parmi les meilleurs publiés dans la revue ELEKTOR.

296 pages  
119 FF

**VIDEO**

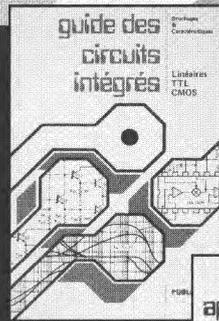
**Rési & Transi  
La conquête de l'électronique**

167 FF



**Guide des circuits intégrés**

Brochages et caractéristiques essentielles de 269 circuits intégrés. En français.



244 pages  
169 FF

**Guide des applications 1**

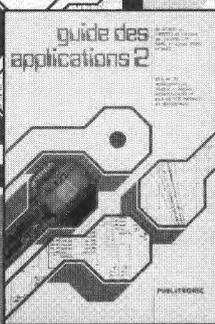
Applications variées d'intérêt universel. En anglais avec lexique anglais-français.

350 pages  
198 FF



**Guide des applications 2**

350 pages  
199 FF



**Rési & Transi:  
Echec aux mystères de l'électronique**

Initiation à l'électronique par la BD.

21 x 29,7 cm  
50 pages  
80 FF

Format des livres:  
14 x 21 cm

Utilisez le bon encarté à la fin de la revue, ou le Minitel 3615+ Elektor (mot-clé Pu)

**PUBLITRONIC**

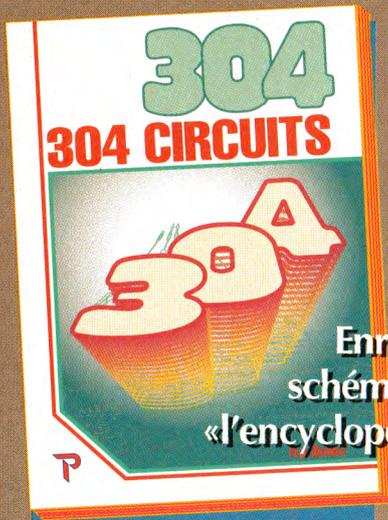
BP11564 - 75 395 PARIS Cedex 19

**BIBLIO**

PUBLITRONIC

BP 11564 - 75395 PARIS Cedex 19

DANS LA COLLECTION «300 CIRCUITS»



300 CIRCUITS\*  
301 CIRCUITS\*  
302 CIRCUITS\*  
303 CIRCUITS\*  
+ 304 CIRCUITS  
= 1510 SCHÉMAS

\* CES VOLUMES SONT TOUJOURS DISPONIBLES

Enrichissez votre schémathèque avec «l'encyclopédie ELEKTOR»!

304 CIRCUITS

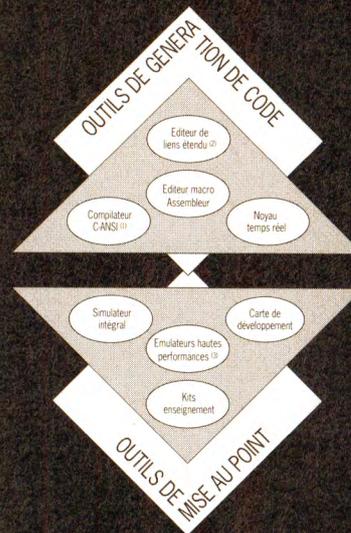
pour 169 F seulement (+ port)

Les meilleurs schémas sont dans ELEKTOR ;  
les meilleurs schémas d'Elektor sont dans le «304 circuits».

Commandez aussi par correspondance avec le BON DE COMMANDE à la fin de la revue, ou par MINITEL : 3615 code ELEKTOR, mot-clé PU 1,01 F/mn

Nos ouvrages sont disponibles chez les revendeurs de composants électroniques et chez les libraires spécialisés

UNE GAMME COMPLETE  
D'OUTILS DE  
DEVELOPPEMENT



(1) Optimisé pour le 8051 • Nombreux pragmas et modèles de compilation • Bibliothèques ANSI • Flottants simple et double précision.

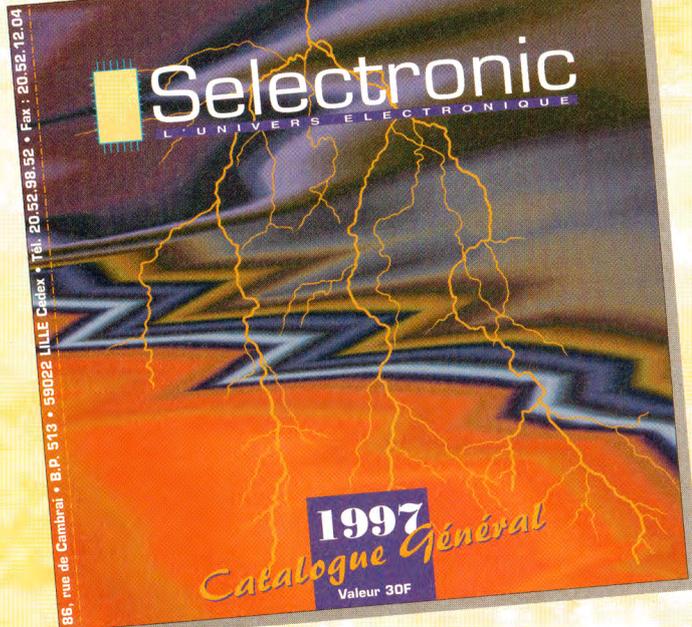
(2) Pagination de l'espace code jusqu'à 1 Mo.

(3) Supporte plus de 40 composants • Versions interne et externe • 40 MHz • Transparence totale • 512 ko de Ram d'émulation code.

RAISONNANCE 8051

DISTRIBUTEUR  
OMNITECH - SERTRONIQUE  
AGENCES  
BORDEAUX : 56 34 46 00  
LE MANS : 43 86 74 74  
LILLE : 20 33 21 97  
LYON : 72 73 11 87  
NANTES : 40 49 90 90  
PARIS : (1) 46 13 07 80  
ROUEN : 35 88 00 38

RAISONNANCE  
785 avenue Ambroise Croizat  
3890 CROLLES  
FRANCE  
Tél.: 04.76.08.18.16  
Fax: 04.76.08.09.97



LES MATÉRIELS ÉLECTRONIQUES  
ÉVOLUENT SANS CESSE...

NOTRE CATALOGUE AUSSI !

600 pages,  
plus de 10.000 références...

- APPA • B.I. • C.I.F. • C & K • C.K
- ELBOMEK • ELC • ELECTRO-PJP • ERSA • ESCORT
- FILOTEX • FINDER • GÜNTHER • HAMEG • H.P. • ILP • INTEL
- J.B.C. • JELT • LATTICE • MAXIM • M.I.C • MICROCHIP
- MOTOROLA • N.S. • PARALLAX • PHILIPS • SFERNICE • S.T.
- TEXAS • 3M • VARTA • VELLEMAN
- WELLER • etc.

Envoi contre 30,00 F en timbres-poste - Coupon à retourner à : Selectronic BP 513 59022 LILLE Cedex

OUI, je désire recevoir le "Catalogue général 1997" Selectronic à l'adresse suivante :

(Ci-joints 30,00 F en timbres-poste)

Nom : ..... Prénom : ..... Tél. : .....

N° : ..... Rue : .....

Code postal : ..... Ville : .....



Un circuit qui  
ne marche pas ?  
Il ne s'agit donc  
certainement pas  
d'un circuit imprimé  
du service PUBLITRONIC

Non seulement les circuits imprimés  
EPS PUBLITRONIC sont beaux  
mais en plus ils sont parfaits, autant pour  
leur robustesse mécanique que pour leurs caractéristiques électriques.

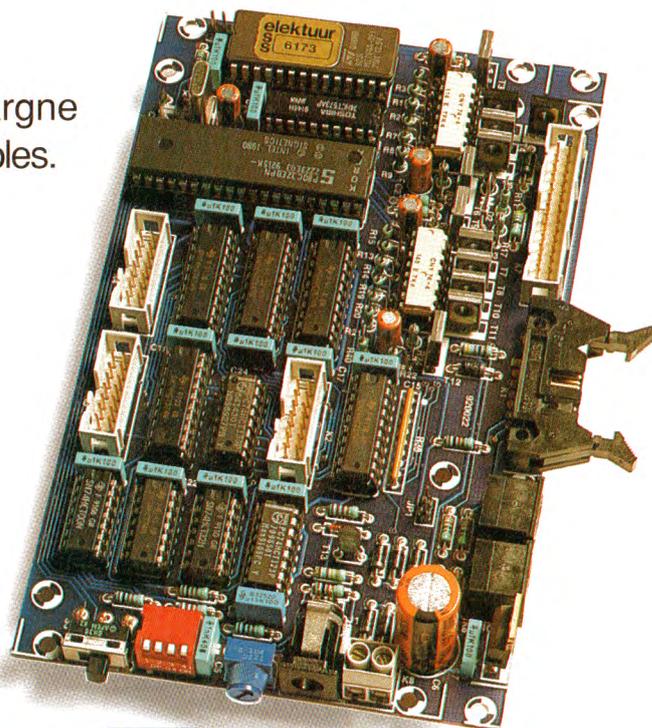
Ces circuits imprimés sont la garantie

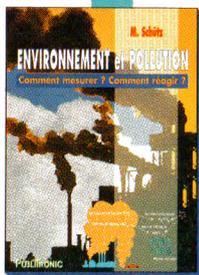
- d'une implantation optimale  
facilitée par une sérigraphie des silhouettes des composants avec leur référence  
et, le cas échéant, les indications de polarité,
- d'un perçage précis,
- d'une métallisation sans défaut,
- d'un soudage agréable grâce au vernis épargne
- d'un fonctionnement et d'une fiabilité incomparables.

---

**Ils sont parfaits,  
et en plus ils sont beaux !**

---



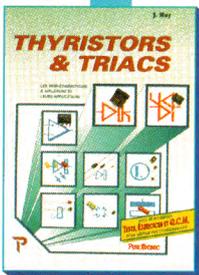


## Environnement et pollution • Comment mesurer ? Comment réagir ?

Est-ce un livre d'applications de l'électronique, un livre de chimie, de biologie ou d'écologie ? Il est à la fois tout cela et davantage. Lisez-le ! Si la vie ne vous intéresse pas, si le paysage lunaire est votre idéal et si vous en voulez à mort aux animaux de tout poil, à la nature et à sa diversité, lisez-le aussi, ne serait-ce que pour apprendre dans quel sens va le progrès.

Ce livre parle d'écologie. Il propose des moyens pour chacun de se faire une opinion, il explique, en gros, de quoi il retourne, de quels outils de mesure individuels on dispose et comment ils fonctionnent.

159 FF • 230 pages illustrées • format 14 x 21 cm



## Thyristors & Triacs

Principes et utilisation des semi-conducteurs à avalanche

Plus de 280 pages d'explications, plus de 400 schémas inédits, et de nombreux exercices pour tester vos connaissances

199 F • 283 pages • format 17 x 23,5 cm

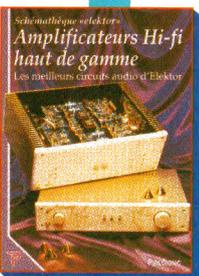


## L'art de l'amplificateur opérationnel

Le composant et ses principales utilisations

Plus de 170 pages, 200 schémas, graphiques et exercices (avec leurs corrigés !)

155 F • 171 pages • format 17 x 23,5 cm

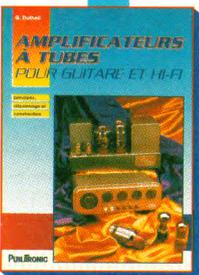


## Amplificateurs Hi-fi haut de gamme • Les meilleurs circuits audio d'Elektor complétée par des inédits

229 FF • 256 pages • format 17 x 23,5 cm • couverture cartonnée

«Si le plombier vous installait votre salle de bains comme d'aucuns vous torchent votre chaîne hi-fi, vous ne seriez pas propre sur vous tous les jours !» Voici donc une compilation de luxe des meilleures réalisations électroniques dans le domaine audio haut-de-gamme publiées dans le magazine Elektor, avec certains inédits.

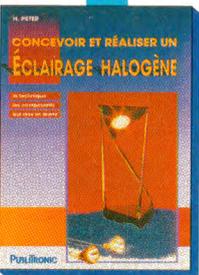
Extrait du sommaire : Préamplificateur «The Complet» • HexFet 60 : Amplificateur de puissance symétrique • FFA2000 : Etage de puissance en classe A • Préamplificateur «The Preamp» • Mini-Preamp, un préampli sans compromis • Central de commutation Hi-Fi • Amplificateur de casque à commande numérique • Filtre soustractif • Amplificateur de symétrisation • Système actif à trois voies • Mini caisson de graves etc



## Amplificateurs à tubes pour guitare et Hi-Fi • Principes, dépannage et construction

Référence moderne (et en français!) pour tous les amateurs de tubes. L'auteur présente les composants et les techniques des amplificateurs à tubes pour instruments de musique : diode, triode, pentode, étages d'entrée, correction de tonalité, déphasage, fonctionnement en classe A, push-pull, caractéristiques de tubes courants etc. Il donne ensuite des conseils pour la réparation des amplificateurs à tubes, un recensement des pannes et leur suppression, étage par étage. Pour finir, le lecteur trouvera la description de trois appareils à construire soi-même: un amplificateur pour guitare de 6 W, un amplificateur pour guitare de puissance moyenne et un amplificateur hi-fi de puissance à tubes.

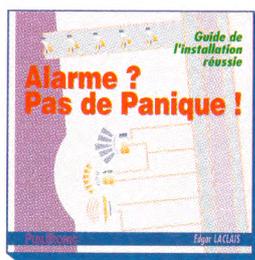
229 FF • 185 pages • format 17 x 23,5 cm • couverture cartonnée



## Concevoir et réaliser un éclairage halogène

La technique, les composants et leur mise en œuvre avec schéma de télécommande infra-rouge et gradateur

99 FF • 150 pages • format 14 x 21 cm



## Alarme ? Pas de panique !

Guide de l'installation réussie

«Dis-moi comment a été installée ton alarme et je te dirai ce qu'elle vaut»

95 FF • 88 pages • format 19 x 19 cm



## J'exploite les interfaces de mon PC • Mesurer, commander, réguler avec les ports standard de mon PC

L'informatique ? Pas de panique ! Pour tout savoir sur les ports standard de votre PC, sur leurs caractéristiques matérielles et sur la manière de les commander à l'aide de petits programmes simples et rapides.

Même si vous débutez, ce livre vous donnera la matière à faire des expériences captivantes et instructives sous la forme de circuits de saisie, de comptage, de régulation, de mesure, de conversion, mais aussi un circuit de programmation d'EPR0M, un oscilloscope à mémoire, et même des applications du bus I<sup>2</sup>C.

155 F • 155 pages • format 14 x 21 cm



## Je pilote l'interface parallèle de mon PC • Commander, réguler, simuler en BASIC avec le port d'imprimante de mon PC avec un système d'interfaces polyvalent

Ce deuxième livre de la collection «L'informatique ? Pas de panique !» vous explique comment faire, pas à pas, simplement, en utilisant la sortie «imprimante» de votre micro-ordinateur, pour faire marcher des «trucs». Ces trucs, ce sont des moteurs, des relais, des capteurs, c'est-à-dire des bras, des jambes, des yeux et des oreilles, tout ce dont a besoin un cerveau pour agir sur le monde extérieur et le percevoir. Le langage que parle le cerveau, dans ce cas précis, est le BASIC, que tout le monde connaît ou a envie de connaître.

155 F • 170 pages • format 14 x 21 cm

# Le Magazine de l'Électronique Créative en Format Électronique

# CD ELEKTOR 95 ELEKTUUR 95

Tous les articles  
de 1995 sur  
CD-ROM

Le CD  
Elektor/Elektuur 95  
comporte tous les arti-  
cles - exception faite  
des rubriques de nou-  
veautés - publiés en 1995  
dans les éditions  
française, néer-  
landaise, anglaise et  
allemande du magazi-  
ne mensuel consacré à  
l'électronique créative,  
Elektor/Elektuur.

Le CD-Elektor/Elektuur 95  
vous permet :

- l'impression des dessins des platines à 600 dpi max
- la modification, à l'aide d'un programme de dessin adéquat, des dessins de platine
- la recherche rapide par titre, mots, composants, dans les articles et les tables des matières mensuelle et annuelle
- l'exportation vers d'autres programmes des schémas, illustrations et dessins de platine

**Le prix de vente normal du CD-Elektor/Elektuur est de 320 FF/1 880FB.  
Pour les abonnés d'Elektor il ne coûte que 288 FF/ 1690 FB.**

10% de réduction pour  
les abonnés d'Elektor !

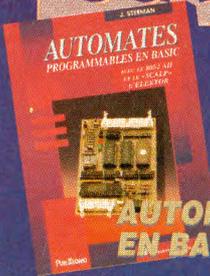
Matériel nécessaire : PC 386/486/Pentium - 4 Moctets de RAM minimum - Windows 3.1/3.11/95 - lecteur de CD-ROM - écran VGA

## COMMANDES (pour les non-abonnés)

Simple comme bonjour. Vous remplissez le bon de commande encarté présent en fin de magazine et vous nous le renvoyez. Nous vous ferons parvenir votre commande accompagnée d'un formulaire de justification de virement. Frais de port et d'emballage 17 FF / 99 FB

# les CD ELEKTOR

# SCALP en kit !



Nous avons rassemblé pour vous, en un kit complet, tous les composants requis pour réaliser la carte SCALP décrite dans le livre

**AUTOMATES PROGRAMMABLES EN BASIC** AVEC LE 8052 ET LE SCALP D'ELEKTOR

Dans ce kit, nous vous offrons une disquette avec l'un des meilleurs assembleurs du marché, lequel vous permettra d'exploiter efficacement la passerelle entre BASIC et ASSEMBLEUR du 8052



**jusqu'au 1er décembre 1996**  
**799 FF**  
**au lieu de 859 FF**

Pour obtenir le kit et la disquette, il suffit de retourner ce bon, une fois rempli, sous enveloppe affranchie, en l'adressant à  
**PUBLITRONIC**  
BP 11 564  
75395 PARIS  
Cedex 19  
accompagné du montant de votre commande.



**ELEKTOR**

## BON DE COMMANDE

|   | quantité | unité         | prix total |    |
|---|----------|---------------|------------|----|
| <b>RÉPERTOIRE DES BROCHAGES DES COMP. ÉLECTRON.</b> |          | <b>145 FF</b> | .....      | FF |
| <b>ENCEINTES ACOUSTIQUES &amp; HAUT-PARLEURS</b>    |          | <b>254 FF</b> | .....      | FF |
| <b>TRAITÉ DE L'ÉLECTRO. ANALOG. ET NUMÉR. VOL 2</b> |          | <b>254 FF</b> | .....      | FF |
| <b>TRAITÉ DE L'ÉLECTRO. ANALOG. ET NUMÉR. VOL 1</b> |          | <b>254 FF</b> | .....      | FF |
| <b>LE MANUEL DU MICROCONTROLEUR ST62</b>            |          | <b>254 FF</b> | .....      | FF |
| <b>JE PILOTE L'INTERFACE PARALLÈLE DE MON PC</b>    |          | <b>155 FF</b> | .....      | FF |
| <b>AMPLIFICATEURS HI-FI HAUT DE GAMME</b>           |          | <b>229 FF</b> | .....      | FF |
| <b>MULTIMÉDIA ? PAS DE PANIQUE !</b>                |          | <b>169 FF</b> | .....      | FF |
| <b>LE MANUEL DU BUS I2C</b>                         |          | <b>259 FF</b> | .....      | FF |
| <b>LE MANUEL DES MICROCONTROLEURS</b>               |          | <b>229 FF</b> | .....      | FF |
| <b>Alarme ? Pas de panique !</b>                    |          | <b>95 FF</b>  | .....      | FF |
| <b>Environnement et pollution</b>                   |          | <b>159 FF</b> | .....      | FF |
| <b>Automates programmables en BASIC</b>             |          | <b>249 FF</b> | .....      | FF |
| <b>Amplis à tubes pour guitare et Hi-Fi</b>         |          | <b>229 FF</b> | .....      | FF |
| <b>J'exploite les interfaces de mon PC</b>          |          | <b>155 FF</b> | .....      | FF |
| <b>Éclairage halogène</b>                           |          | <b>99 FF</b>  | .....      | FF |
| <b>Thyristors &amp; triacs</b>                      |          | <b>199 FF</b> | .....      | FF |
| <b>Votre PC à la carte</b>                          |          | <b>259 FF</b> | .....      | FF |
| <b>Le manuel des GAL</b>                            |          | <b>275 FF</b> | .....      | FF |
| <b>L'art de l'amplificateur opérationnel</b>        |          | <b>155 FF</b> | .....      | FF |
| <b>Logique floue &amp; régulation PID</b>           |          | <b>188 FF</b> | .....      | FF |
| <b>Microcontrôleurs PIC à structure RISC</b>        |          | <b>95 FF</b>  | .....      | FF |
| <b>Apprenez la conception des montages</b>          |          | <b>95 FF</b>  | .....      | FF |
| <b>Apprenez la mesure des circuits analogiques</b>  |          | <b>95 FF</b>  | .....      | FF |
| <b>Apprenez à utiliser le microcontrôleur 8051</b>  |          | <b>95 FF</b>  | .....      | FF |
| <b>Électronique et programmation pour débutants</b> |          | <b>95 FF</b>  | .....      | FF |
| <b>Le cours technique</b>                           |          | <b>69 FF</b>  | .....      | FF |
| <b>L'électronique ? Pas de panique ! vol. 1</b>     |          | <b>159 FF</b> | .....      | FF |
| <b>L'électronique ? Pas de panique ! vol. 2</b>     |          | <b>159 FF</b> | .....      | FF |
| <b>L'électronique ? Pas de panique ! vol. 3</b>     |          | <b>159 FF</b> | .....      | FF |
| <b>Guide des circuits intégrés</b>                  |          | <b>169 FF</b> | .....      | FF |

|  | quantité     | unité         | total |    |
|--|--------------|---------------|-------|----|
| <b>COMMANDEZ AUSSI PAR MINITEL 3615 + ELEKTOR (1,01 F/min)</b> | 300 Circuits | <b>119 FF</b> | ..... | FF |
|  | 301 Circuits | <b>119 FF</b> | ..... | FF |
|  | 302 Circuits | <b>129 FF</b> | ..... | FF |
|  | 303 Circuits | <b>163 FF</b> | ..... | FF |
|  | 304 Circuits | <b>169 FF</b> | ..... | FF |
| <b>Créations électroniques</b>                                 |              | <b>119 FF</b> | ..... | FF |
| <b>Guide des applications vol. 1</b>                           |              | <b>198 FF</b> | ..... | FF |
| <b>Guide des applications vol. 2</b>                           |              | <b>199 FF</b> | ..... | FF |
| <b>Vidéo : RÉSI &amp; TRANSI La conquête de l'électr.</b>      |              | <b>167 FF</b> | ..... | FF |
| <b>ELEKTOR HORS-SÉRIE Hautes Fréquences HF-1</b>               |              | <b>50 FF</b>  | ..... | FF |
| <b>ELEKTOR HORS-SÉRIE Hautes Fréquences HF-2</b>               |              | <b>50 FF</b>  | ..... | FF |
| <b>ELEKTOR HORS-SÉRIE Audio, Hi-Fi &amp; Musique BF-1</b>      |              | <b>50 FF</b>  | ..... | FF |
| <b>Mémo Formulaire</b>   |              | <b>74 FF</b>  | ..... | FF |
| <b>Mémotech Électronique</b>                                   |              | <b>245 FF</b> | ..... | FF |
| <b>Mesures et Essais - Tome 1</b>                              |              | <b>135 FF</b> | ..... | FF |
| <b>Mesures et Essais - Tome 2</b>                              |              | <b>141 FF</b> | ..... | FF |
| <b>ITEM TRACER (abonnés)</b>                                   |              | <b>99 FF</b>  | ..... | FF |
| <b>ITEM TRACER (non-abonnés)</b>                               |              | <b>125 FF</b> | ..... | FF |
| <b>CD-ROM ELEKTOR</b>  |              | <b>320 FF</b> | ..... | FF |
| .....  |              | ..... FF      | ..... | FF |
| .....  |              | ..... FF      | ..... | FF |
| .....  |              | ..... FF      | ..... | FF |
| .....  |              | ..... FF      | ..... | FF |

circuits et logiciels

SECAM  PAL   
Précisez !

\* (PORT GRATUIT À PARTIR DE 300 FF)

|  |                            |    |
|--|----------------------------|----|
| <b>Port &amp; emballage : Ajoutez le forfait selon les articles désirés. Le forfait maximum est de 30 FF.</b>  | <b>TOTAL</b> .....         | FF |
|  | <b>REPORT</b> .....        | FF |
| <b>PORT - Circuits : 5 FF par circuit jusqu'à 5 pièces, puis forfait 30 FF à partir du 6<sup>ème</sup> ou 30 FF pour un livre seul ou avec circuit, ou K7 vidéo.</b> | <b>PORT*</b> .....         | FF |
|  | <b>TOTAL À PAYER</b> ..... | FF |

**PUBLITRONIC**

Total à reporter ..... FF

Regroupez ici l'ensemble de votre commande

## HORS-SÉRIE MICROCONTRÔLEURS N° 1 LA DISQUETTE GRATUITE

Je désire recevoir la disquette gratuite des programmes de ce numéro hors-série microcontrôleurs n° 1 d'Elektor.

Je joins un chèque bancaire/CCP de 15 FF/90 FB établi à l'ordre de **PUBLITRONIC** comme participation aux frais de port et d'emballage.

Nom :

Prénom :

Adresse :

Code Postal :

Localité :

Pays-DOM/TOM :

Découpez ce bon après l'avoir dûment rempli et retournez-le avec votre paiement dans une enveloppe affranchie à Publitronec • BP 11 564 • 75395 PARIS Cedex 19

offre exceptionnelle valable jusqu'au 1er décembre 1996

Nom :

Prénom :

Adresse :

Code Postal :

Pays-DOM/TOM :

**Je commande**

.... exemplaire(s) du kit **SIMCAD** avec son logiciel à 799 FF l'unité, soit **FF**

.... **exemplaire(s) du kit SCALP** avec son assembleur à 799 FF l'unité, soit **FF**

**GRATUIT**

forfait port+emballage par commande

**TOTAL : FF**

Ci-joint ..... FF

chèque bancaire/CCP établi à l'ordre de **PUBLITRONIC**

justification de virement au **CCP de Lille n° 7.472.29.A libellé à PUBLITRONIC**

carte bancaire (complétez et signez ci-dessous s.v.p.)

**n° de carte de crédit :**

**ou**

**signature :**

**date de validité :**

### ABONNEMENT ELEKTOR

Oui, je prends un abonnement d'un an à Elektor et je reçois les 2 premiers numéros gratuitement.

L'année compte 11 parutions dont un numéro double en juillet/août. La réception du règlement avant le 10, vous permettra d'être servi le mois suivant. En cas de réabonnement, joignez votre étiquette d'envoi s.v.p.

| France | Étranger ou DOM/TOM |        | Belgique en FB | Suisse* en FS |
|--------|---------------------|--------|----------------|---------------|
|        | surface             | avion  |                |               |
| 270 FF | 380 FF              | 495 FF | 1950 FB        | 94 FS         |

\* Pour la Suisse, adressez-vous à : URS MEYER - CH2052 FONTAINEMELON  
\* Pour la Belgique virement au CCP 000-1347214 - 78 à Warneton

**ANCIENS NUMÉROS ELEKTOR : CERCLEZ les numéros désirés.**  
Prix par exemplaire, port (surface) inclus : 37 FF (64 FF\*) le premier ou seul n° demandé

|      |     |     |     |     |     |     |      |     |     |     |     |     |
|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|-----|-----|
| 1990 | 189 | 140 | 141 | 142 | 143 | 144 | 145* | 146 | 147 | 148 | 149 | 150 |
| 1991 | 151 | 152 | 153 | 154 | 155 | 156 | 157* | 158 | 159 | 160 | 161 | 162 |
| 1992 | 163 | 164 | 165 | 166 | 167 | 168 | 169* | 170 | 171 | 172 | 173 | 174 |
| 1993 | 175 | 176 | 177 | 178 | 179 | 180 | 181* | 182 | 183 | 184 | 185 | 186 |
| 1994 | 187 | 188 | 189 | 190 | 191 | 192 | 193* | 194 | 195 | 196 | 197 | 198 |
| 1995 | 199 | 200 | 201 | 202 | 203 | 204 | 205* | 206 | 207 | 208 | 209 | 210 |
| 1996 | 211 | 212 | 213 | 214 | 215 | 216 | 217* | 218 | 219 | 220 |     |     |

et 27 FF (54 FF\*) les n°s suivants. (\* n°s doubles)

### ANCIENS NUMÉROS ELEX :

Tarif 33 FF pour le premier ou seul exemplaire, puis 23 FF pour chacun des numéros suivants.  
ATTENTION ! Les numéros 4, 5, 6 et 7 sont épuisés.

### CASSETTE DE RANGEMENT : 49 FF

Emballage + port (surface) : 15 FF pour 1 cassette  
30 FF pour 2 (ou plus)

UTILISEZ LE BON DE COMMANDE AU VERSO  
COMPLÉTEZ CI-CONTRE ET JOIGNEZ VOTRE RÈGLEMENT.

n° 220

Veillez compléter très lisiblement, en vous limitant au nombre de cases, merci

nom et prénom :

adresse ou lieu-dit :

adresse ou complément d'adresse :

code postal :

bureau distributeur :

(Pays/Dom-Tom) :

Ci-joint

FF

par  carte bancaire  
 chèque bancaire  
 CCP à PUBLITRONIC  
 mandat à PUBLITRONIC  
ou  justification de virement au CCP de LILLE  
n° 7.472.29.A libellé à PUBLITRONIC

**GB** **VISA** carte bleue

N°

Date Validité

Signature

Envoyez sous enveloppe affranchie à : **PUBLITRONIC - B.P. 11 564 75395 PARIS CEDEX 19**  
ÉTRANGER : PAR CARTE VISA OU MANDAT UNIQUEMENT  
 Cochez si vous êtes déjà abonné

# LE CLUB ELEKTOR DU LIVRE D'ÉLECTRONIQUE

## TITRES DÉJÀ PARUS :

254 FF  
le volume  
au lieu de  
279 FF

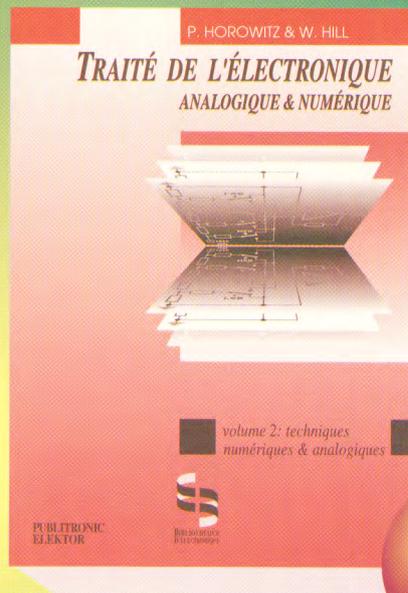


### TRAITÉ DE L'ÉLECTRONIQUE ANALOGIQUE & NUMÉRIQUE

Dans les pays anglo-saxons, The Art of Electronics est un ouvrage de plus de 1000 pages qui fait autorité dans les écoles, les universités, les centres de formation, les laboratoires et dans l'industrie. L'édition française compte deux volumes de plus de 500 pages chacun ; le premier est consacré entièrement aux techniques analogiques, le second aux techniques numériques et analogiques.

ÉDITION SPÉCIALE  
DISPONIBLE CHEZ  
L'ÉDITEUR

254 FF  
le volume  
au lieu de  
279 FF



Pour commander les éditions  
spéciales, utilisez le bon encarté  
dans cette revue !

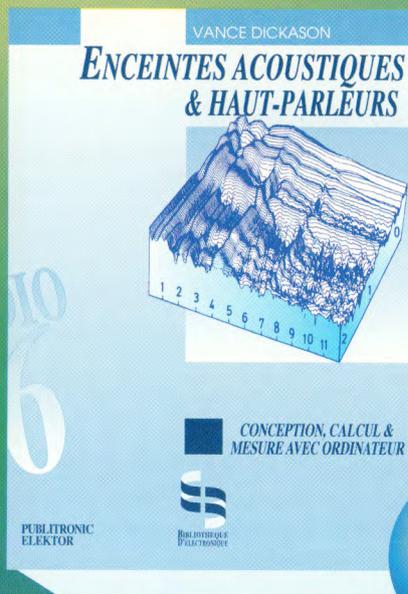
254 FF  
le volume  
au lieu de  
279 FF



### ENCEINTES ACOUSTIQUES & HAUT-PARLEURS

*Conception, calcul et mesures avec ordinateur*  
Tout ce qu'il faut savoir pour réussir la conception, la construction, le réglage et l'optimisation de votre Enceinte Idéale, pour votre studio hi-fi à la maison, mais aussi pour résoudre les problèmes spécifiques de la sonorisation de haut niveau de votre voiture, ou même d'installations de plus grande envergure.

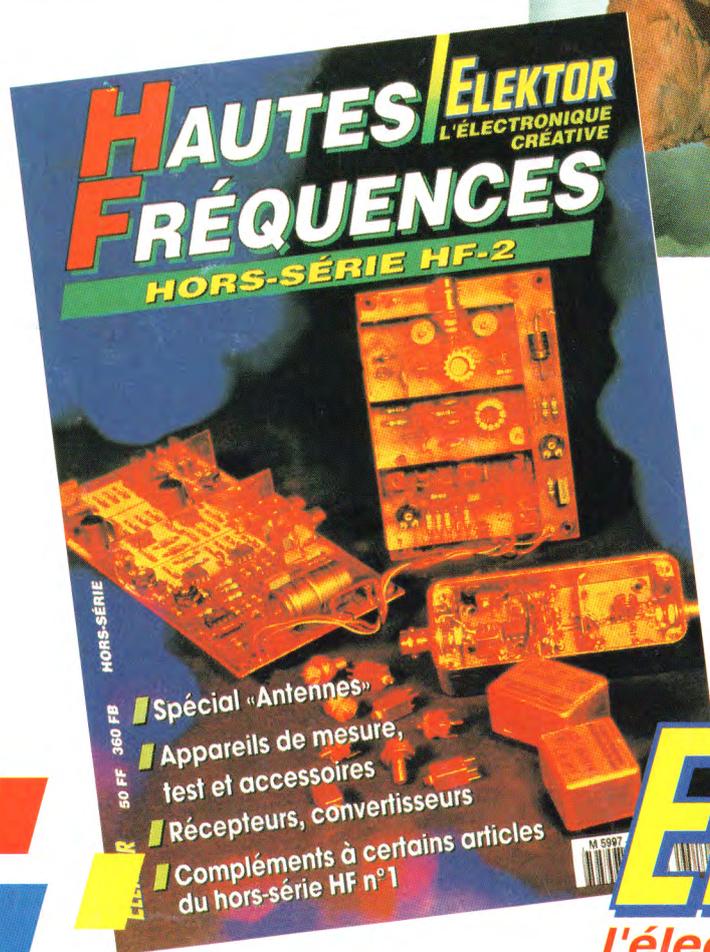
254 FF  
le volume  
au lieu de  
279 FF



### LE MANUEL DU MICROCONTRÔLEUR ST62

Les caractéristiques du microcontrôleur ST62 de SGS-Thomson sont étonnantes. Sur les traces de Luc Lemmens, l'ingénieur concepteur du laboratoire d'Elektor spécialiste de ce circuit, qui a écrit ce livre pour vous, devenez un as du ST62 !

... eh ben  
mon coco,  
si tu les  
trouves  
plus en  
kiosque,  
y a qu'à les  
commander  
chez moi !



**ELEKTOR**  
l'électronique créative

**Vous pouvez commander par correspondance\***  
**les numéros Hautes-Fréquences 1 et 2**  
**et le numéro Audio, Hi-Fi & Musique 1**  
**avec le bon de commande encarté dans la revue**

\*ajouter 5 FF (36 FB) de forfait de port et d'emballage – Joindre votre règlement à la commande par chèque bancaire ou postal à PUBLITRONIC (Pour la Belgique : virement au CCP 000-1347214-78 à Warneton)