

extensions MSX (5)

1^{ère} partie

programmeur d'EPROM

L'article qui suit constitue la première partie de la description d'un programmeur d'EPROM performant conçu tout spécialement à l'intention des ordinateurs au standard MSX. Grâce à un logiciel évolué du type menu, ce programmeur permettra aux utilisateurs d'un système MSX de tester la virginité (blank check), lire, programmer et vérifier (par comparaison) toutes sortes d'EPROM de capacité comprise entre 2 (2716) et 64 Koctets (27512).

En raison, peut-être, du quasi-échec de la mémoire à bulles, voici quelques années, le développement des mémoires quelles qu'elles soient n'a fait que s'accélérer, celui des mémoires mortes en particulier, les fameuses EPROM (Erasable Programmable Read Only Memory = mémoire à lecture seule effaçable et programmable) dont ne peut se passer le moindre système à μP non industriel. Un suivi constant de l'évolution de ces composants donne assez vite l'impression de l'existence d'une véritable course contre la montre entre les différents fabricants de ce type de circuits intégrés: en effet, il ne se passe guère d'année sans l'annonce de la naissance d'un

nouveau type d'EPROM. Les choses ont bien évolué cette dernière décennie dans le monde de la micro-informatique; cet intervalle de temps est en effet celui qui sépare l'apparition de l'un des premiers "micro-ordinateurs", le SC/MP, de celle des ordinateurs individuels les plus avancés basés sur le 80386 d'Intel, processeur très en avance non pas sur son temps, mais sur son logiciel. Tout ceci explique que de nos jours, un amateur de réalisations touchant à la micro-informatique ne soit plus intéressé par un nouveau type d'EPROM (pour une utilisation éventuelle bien évidemment) que si ce dernier répond par l'affirmative à un certain nombre de questions

sévères telles que par exemple:

- le prix à l'unité du composant concerné est-il en rapport avec l'évolution du marché,
- une unique tension d'alimentation de 5 V lui suffit-elle?
- ce composant se laisse-t-il effacer aux ultra-violets, technique d'effacement la plus communément disponible et la plus aisée d'accès?
- le brochage de ce nouveau composant est-il compatible avec celui de ses prédécesseurs?

En fonction des réponses obtenues à ces diverses questions, l'utilisateur potentiel fait son choix.

Nous ne vous apprendrons sans doute rien en écrivant qu'il existe un nombre incroyable de variétés d'EPROM, caractérisée chacune par un temps d'accès typique, une consommation de courant plus ou moins importante et une technique de programmation préférentielle. Bien que très fourni, le **tableau 1** ne prétend à rien de plus qu'à être une tentative d'énumération des EPROM les plus courantes. A la lecture de ce tableau, il devient évident que de plus en plus souvent les fabricants misent sur une programmation interactive associée à une tension de programmation faible et à une capacité ne cessant d'augmenter.

Grâce aux progrès rapides de la technologie des semi-conducteurs, les EPROM les plus lentes du type 2764 et celles de capacité supérieure (27128... 27512) ont un temps d'accès de 250 ns, leur version CMOS devenant de plus en plus courante, (préférée pour sa consommation moindre et sa meilleure immunité aux parasites).

Notre programmeur d'EPROM est relié à l'ordinateur MSX qui le commande par l'intermédiaire de la **cartouche timer + interface d'E/S** décrite dans le numéro de janvier 1987. Cette première partie de l'article se consacre uniquement à l'aspect matériel (*hard*) du programmeur, la seconde partie, publiée le

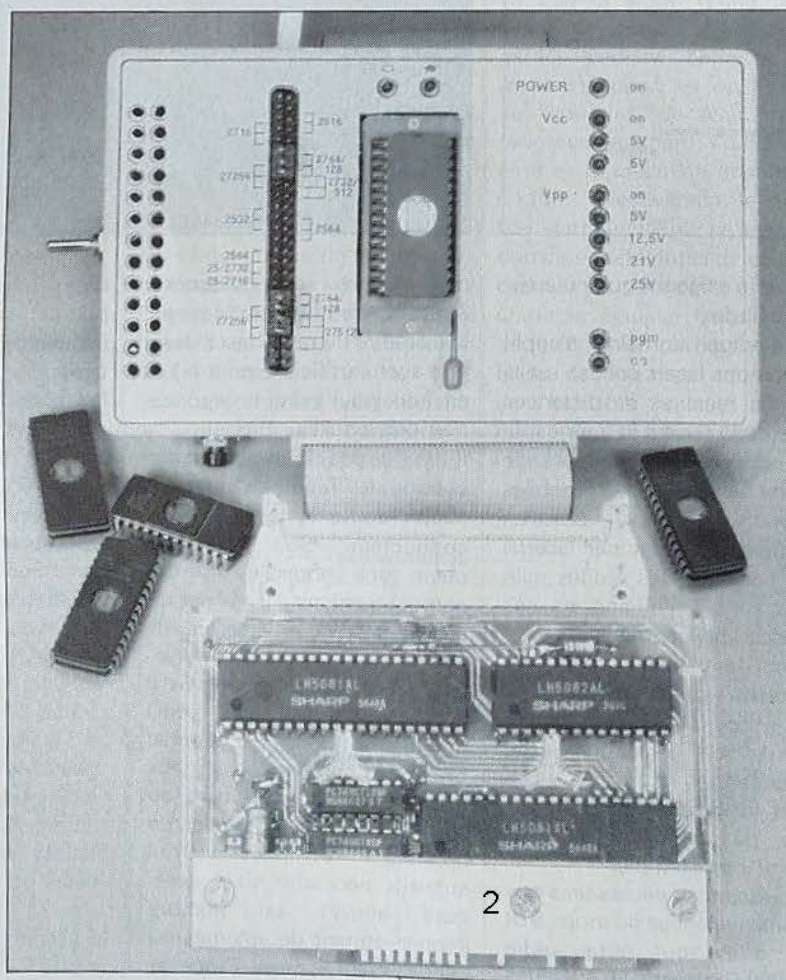


Tableau 1.

Tableau 1. Les principaux types d'EPROM utilisées actuellement et leurs caractéristiques.

Fabricant	Type	Organisation de la mémoire	Vpp	Méthode de programmation	Notes
AMD	AM9716	2K x 8	25 V	N	
	AM2716	2K x 8	25 V	N	
	AM2732	4K x 8	25 V	N	
	AM2732A	4K x 8	21 V	N	
	AM2764	8K x 8	21 V	N; I	
	AM2764A	8K x 8	12,5 V	I	
	AM27128	16K x 8	21 V	N; I	
	AM27128A	16K x 8	12,5 V	I	
	AM27256	32K x 8	12,5 V	I	
	AM27512	64K x 8	12,5 V	I	
Fujitsu	MBM2716	2K x 8	25 V	N	
	MBM8516	2K x 8	25 V	N	
	MBM2732A	4K x 8	21 V	N	
	MBM27C32A	4K x 8	21 V	N	
	MBM2764	8K x 8	21 V	N; I	CMOS
	MBM27C64	8K x 8	21 V	N; I	CMOS
	MBM27128	16K x 8	21 V	N; I	
	MBM27256	32K x 8	12,5 V	I	
	MBM27C256	32K x 8	12,5 V	N; I	CMOS
	MBM27C512	64K x 8	12,5 V	I	CMOS
Hitachi	HN462716	2K x 8	25 V	N	
	HN462532	4K x 8	25 V	N	
	HN462732	4K x 8	25 V	N	
	HN462732A	4K x 8	21 V	N	
	HN482764	8K x 8	21 V	N; I	
	HN27C64	8K x 8	21 V	N; I	CMOS
	HN482764P	8K x 8	21 V	N; I	OTP
	HN4827128	16K x 8	21 V	N; I	
	HN27128P	16K x 8	21 V	N; I	OTP
	HN27256	32K x 8	12,5 V	I	
HN27512	64K x 8	12,5 V	I		
Intel	2716	2K x 8	25 V	N	
	2732A	4K x 8	21 V	N	
	P2732A	4K x 8	21 V	N	OTP
	2764	8K x 8	21 V	N; I	
	P2764	8K x 8	21 V	I	OTP
	2764A	8K x 8	12,5 V	I	
	27C64	8K x 8	12,5 V	I	CMOS
	P2764A	8K x 8	12,5 V	I	OTP
	27128	16K x 8	21 V	N; I	
	27128A	16K x 8	12,5 V	I	
	P27218A	16K x 8	12,5 V	I	OTP
	27256	32K x 8	12,5 V	I	
	27C256	32K x 8	12,5 V	I	CMOS
	87C256	32K x 8	12,5 V	I	CMOS
27512	64K x 8	12,5 V	I		
27513	4 x 16K x 8	12,5 V	I	Pagee	
Mitsubishi	M5L2716	2K x 8	25 V	N	
	M5L2732	4K x 8	25 V	N	
	M5L2764	8K x 8	21 V	N	
	M5L27128	16K x 8	21 V	N; I	
	M5L27256	32K x 8	12,5 V	I	
Mostek	MK2716	2K x 8	25 V	N	
Motorola	MCM2716	2K x 8	25 V	N	
	MCM27L16	2K x 8	25 V	N	LP
	MCM2532	4K x 8	25 V	N	
	MCM25L32	4K x 8	25 V	N	LP
	MCM68764	8K x 8	25 V	M	
	MCM68766	8K x 8	25 V	M	
	MCM68769	8K x 8	25 V	M	

Fabricant	Type	Organisation de la mémoire	Vpp	Méthode de programmation	Notes
National Semiconductor	NMC2716	2K x 8	25 V	N	
	NMC27C16	2K x 8	25 V	N	CMOS
	NMC27C16H	2K x 8	25 V	F2	CMOS
	NMC27C16B	2K x 8	12,5 V	I	CMOS
	NMC27C32	4K x 8	25 V	N	CMOS
	NMC27C32H	4K x 8	25 V	F2	CMOS
	NMC27C32B	4K x 8	12,5 V	I; F2	CMOS
	NMC27C64	8K x 8	12,5 V	I; F2	CMOS
	NMC27CP128	16K x 8	12,5 V	I; F2	CMOS
	NMC27C256	32K x 8	12,5 V	I; F2	CMOS
	NMC27C512	64K x 8	12,5 V	I; F2	CMOS
NEC	μPD2716	2K x 8	25 V	N	
	μPD2732	4K x 8	25 V	N	
	μPD2732C	4K x 8	25 V	N	OTP
	μPD2732A	4K x 8	21 V	N	
	μPD2764	8K x 8	21 V	N; I	
	μPD27C64	8K x 8	21 V	N; I	CMOS
	μPD2764C	8K x 8	21 V	N; I	OTP
	μPD27C64C	8K x 8	21 V	N; I	CMOS
	μPD27128	16K x 8	21 V	N; I	OTP
	μPD27218C	16K x 8	21 V	N; I	OTP
	μPD27256	32K x 8	21 V	I	
	μPD27C256	32K x 8	21 V	I	CMOS
Rockwell	R87C32	4K x 8	21 V	N	CMOS
	R87C64	8K x 8	21 V	N	CMOS
	R27C64P	8K x 8	21 V	N	CMOS
SEEQ	2764	8K x 8	21 V	N; I	
	5133	8K x 8	21 V	N; I	
	27128	16K x 8	21 V	N; I	
	5143	16K x 8	21 V	N; I	
	27C256	32K x 8	12,5 V	I	CMOS
SGS/ATES	M2716	2K x 8	25 V	N	
	M2732A	4K x 8	21 V	N	
	M2764	8K x 8	21 V	N; I	
Texas Instruments	TMS2516	2K x 8	25 V	N; F1	
	TMS2532	4K x 8	25 V	N; F1	
	TMS25L32	4K x 8	25 V	N	LP
	TMS2732	4K x 8	25 V	N	
	TMS2732A	4K x 8	21 V	N	
	TMS2564	8K x 8	25 V	N; F1	
	TMS2764	8K x 8	21 V	N; I	
TMS27128	16K x 8	21 V	N; I		
Thomson-CSF	ET2716	2K x 8	25 V	N	
	ETC2716	2K x 8	25 V	N	CMOS
	ETC2732	4K x 8	25 V	N	CMOS
	ET2764	8K x 8	21 V	N	
Toshiba	TMM323	2K x 8	25 V	N	
	TMM2732	4K x 8	25 V	N	
	TMM2764	8K x 8	21 V	N; I	
	TMM2764DI	8K x 8	21 V	N; I	
	TMM27128	16K x 8	21 V	N; I	
	TMM27256	32K x 8	21 V	I	
	TC57256	32K x 8	21 V	I	

- I = programmation Interactive
- N = programmation Normale (= cycle de 50 ms)
- F1 = programmation Rapide type 1 (Fast 1 = cycle de 20 ms)
- F2 = programmation Rapide type 2 (Fast 2 = cycle de 10 ms)
- M = programmation du type préconisé par Motorola; n'est pas utilisée par le programmeur décrit ici
- LP = circuit à faible consommation (Low Power)
- OTP = circuit ne pouvant être programmé qu'une seule fois (One Time Programmable Device)
- CMOS = composant en technologie CMOS (= Complementary Metal Oxyde Semiconductor)

Les indications de type sont souvent suivies d'une indication de temps d'accès: 27512-12 (pour 120 ns) par exemple

La présence d'une PROM ou d'une EPROM dans ce tableau ne signifie pas nécessairement qu'elle peut être programmée à l'aide du programmeur d'EPROM décrit dans cet article (nous n'avons bien évidemment pas la prétention d'avoir testé un (ou plusieurs) exemplaire(s) de chacun des 123 types d'EPROM repris dans ce tableau.

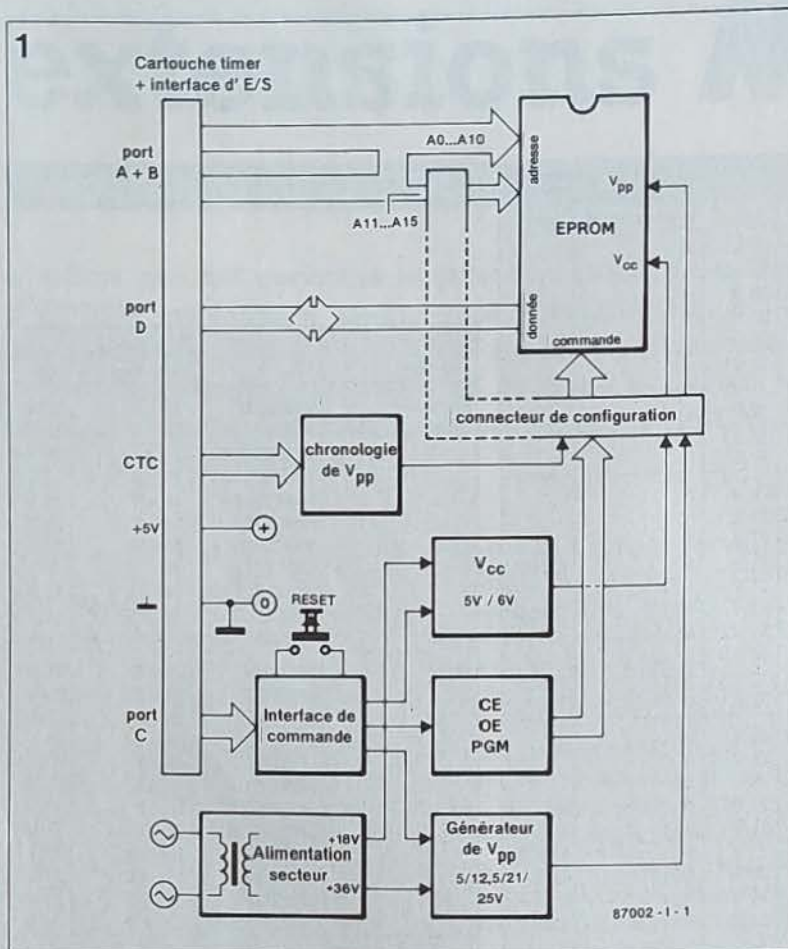


Figure 1. Synoptique du programmeur d'EPROM pour ordinateur MSX.

mois prochain s'attachera à décrire l'aspect logiciel (*soft*) de ce montage.

Le synoptique

La disposition des différents sous-ensembles constituant ce programmeur d'EPROM est donnée en figure 1. Deux des ports de la cartouche timer + interface d'E/S, ses ports A et B, véhiculent les lignes d'adresses de l'EPROM à programmer, son port D servant quant à lui à la transmission des données lors des processus de lecture et d'écriture. Le port C attaque l'interface de commande du programmeur. La transmission à ce dernier port de la combinaison de bits correspondante permet d'adopter la valeur de la tension d'alimentation prévue pour le type d'EPROM concerné (V_{cc}), 5 ou 6 V et de choisir la tension de programmation convenable (V_{pp}) 5, 12,5, 21 ou 25 V. Le port C contrôle en outre les lignes d'entrées OE (Output Enable = validation de la sortie) et CE (Chip Enable = validation du circuit) en fonction des circonstances pendant la lecture (*READ*), la vérification (*VERIFY*) et la programmation (*PROGRAM*).

Le CTC (Counter/Timer Controller = Compteur/Séquenceur ou Temporisateur) que comporte la cartouche timer est programmé de manière à commander logicielle-ment la bascule bistable assurant la

chronologie des impulsions lors de la PROGRAMMATION.

Il suffit d'un connecteur associé à quelques cavaliers de court-circuit pour faire en sorte que tous les signaux de programmation nécessaires soient appliqués aux broches adéquates de l'EPROM à programmer.

Les circuits logiques du programmeur tirent leur courant de l'alimentation de 5 V de l'ordinateur. Les tensions d'alimentation et de programmation de l'EPROM sont fournies par l'alimentation propre du programmeur.

Le schéma

Le tableau 2 donne les brochages et les dénominations des signaux présents sur les différentes broches des EPROM de la série 27XXX. Il peut arriver que certains types d'EPROM, celles de la série 25XX de Texas Instruments en particulier, ne respectent pas parfaitement les conventions données dans le tableau 2.

Un coup d'oeil rapide au schéma de la figure 3 montre que le circuit du programmeur d'EPROM n'est pas aussi complexe que ce que l'on pouvait craindre vu son universalité (attendez de voir le logiciel!!!). Comme indiqué précédemment, les adresses de l'EPROM sont fournies par les ports A et B du PIO, IC1 de la cartouche timer, le premier véhiculant l'octet d'adresse de poids faible

(LSB), $A_0 \dots A_7$, le port B fournissant quant à lui l'octet d'adresse de poids fort (MSB), $A_8 \dots A_{15}$. Sachant que nous avons adopté 2 Koctets, (2716 ou 2516 (TI)) comme capacité minimum de programmation pour notre programmeur, les lignes d'adresses $A_0 \dots A_{10}$ sont reliées directement aux broches correspondantes du support à force d'insertion nulle (FIN) destiné à recevoir l'EPROM. Les lignes d'adresses restantes sont disponibles sur le connecteur de sélection K2 qui sert à effectuer les interconnexions avec les broches de l'EPROM à programmer. Toutes les lignes d'adresses du programmeur comportent une résistance série de faible valeur destinées à éviter la destruction des sorties du PIO au cas où l'EPROM à programmer serait défectueuse.

Le port D du PIO, c'est-à-dire le port B de IC2 de la cartouche timer assure le transfert des octets de données vers et en provenance de l'ordinateur. A l'image des lignes d'adresses, les lignes de données $D_0 \dots D_7$ comportent elles aussi une résistance série de protection.

Toutes les fonctions de programmation sont contrôlées par l'intermédiaire du port C, (le port A de IC2 de la cartouche timer). En fonction du type d'EPROM concerné, défini à l'aide du connecteur de sélection, on dispose au port C des bits de contrôle $A_0 \dots A_6$.

Grâce aux bits 0 et 1 de ce port on peut sélectionner l'une des tensions de programmation disponibles, à savoir 5, 12,5, 21 et 25 V. La moitié d'un double décodeur/multiplexeur 2 vers 4, IC4 convertit la configuration formée par les deux bits $A_0 \dots A_1$ en un niveau logique présent à l'une des sorties $Y_0 \dots Y_3$; ce niveau logique entraîne la connexion à l'entrée de référence du régulateur de tension IC7 de celui des quatre réseaux déterminant le niveau de la tension de programmation choisi. Chaque sortie de IC4 attaque une paire de tampons TTL de puissance à sortie en collecteur ouvert; celui du bas (N7...N9 et N12) permet le passage d'un courant par la paire de résistances qui lui est associée, (R24-R34, R25-R35, R26-36, ou R22-R37 selon le cas); celui du haut (N10, N11, N15 et N16) assure l'illumination (ou l'extinction) de la LED (D6...D9) correspondante, ces LED indiquant la présence ou l'absence de la tension de programmation V_{pp} . Supposons que nous mettions V_{pp0} à 1 et V_{pp1} à 0. L'application de ces niveaux aux entrées 1A et 1B de IC4 entraîne l'activation de la sortie $Y1$, l'illumination de la LED D8 et la production par IC7 d'une tension de sortie de 21 V définie par le réseau

Tableau 2.

K2		2716	2516	2732	2532	2764	2564	27128	27256	27512
1	n.c.									
2	\overline{CE}		\overline{CE}							
3	PGM	\overline{CE}/PGM	PD/PGM							
4	V_{pp}	V_{pp}	V_{pp}							
5	\overline{OE}	\overline{OE}								
6	\overline{CE}					\overline{CE}		\overline{CE}		
7	\overline{OE}					\overline{OE}		\overline{OE}	OE	
8	A_{11}			A_{11}		A_{11}		A_{11}	A_{11}	A_{11}
9	\overline{CE}/PGM			\overline{CS}/PGM				\overline{CE}/PGM	\overline{CS}/PGM	\overline{CS}/PGM
10	V_{pp}			\overline{OE}/V_{pp}					\overline{OE}/V_{pp}	\overline{OE}/V_{pp}
11	V_{pp}				V_{pp}					
12	A_{11}				A_{11}		A_{11}			
13	\overline{CE}/PGM				PD/PGM		PD/PGM			
14	A_{12}						A_{12}			
15	V_{cc}	V_{cc}	V_{cc}	V_{cc}	V_{cc}		V_{cc}			
16	\overline{OE}	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.		S1			
17	\overline{OE}	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.		S2			
18	V_{pp}	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.		V_{pp}			
19	PGM					PGM		PGM		
20	V_{pp}					V_{pp}		V_{pp}	V_{pp}	
21	A_{12}					A_{12}		A_{12}	A_{12}	A_{12}
22	A_{13}					n.c.		A_{13}	A_{13}	A_{13}
23	A_{14}							A_{14}		A_{14}
24	A_{15}									A_{15}
25	n.c.									

* n.c. = non connecté

de résistances R8, R26 et R36 auxquelles s'ajoute celle de la sortie à collecteur ouvert du tampon N7, résistances prises à l'entrée de ce régulateur. Pas d'inquiétude, nous reviendrons en temps utile sur le fonctionnement de IC7.

Comme il est apparu que quelques-uns des types d'EPROM les plus récents nécessitent le passage de la tension d'alimentation V_{cc} de 5 à 6 V pour une programmation interactive, nous avons doté le programmeur de ces deux tensions dont on choisira l'une ou l'autre selon les besoins. A travers l'inverseur N6 le bit 3 du port C arrive à l'entrée de N5. Lorsqu'il conduit, ce tampon à collecteur ouvert met la paire R31-R32 à la masse. Ainsi en fonction du niveau du bit 3 du port C, cet inverseur détermine la tension de sortie V_{out} de IC6 par interconnexion de la broche 4 de IC6 soit à la paire R11-R33, soit au branchement en parallèle de la paire R11-R33 et de la combinaison formée par R31, R32 associée à la résistance du tampon en collecteur ouvert N5, procédé

identique à celui adopté pour la commande des tampons précédents. Lorsque la sortie de N5 est haute ($A3 = 1$) la tension de sortie fournie par IC6 V_{cc} est de 5 V; si la sortie de N5 est basse, ($A3 = 0$), la tension de sortie de IC6 atteint 6 V. L'illumination de la LED D3 ou D4 indique clairement en permanence quelle est la valeur de la tension d'alimentation de l'EPROM.

Le bit 2 du port C fonctionne comme une vanne: il laisse passer ou bloque la tension de programmation; le bit 4 assure une fonction identique à l'égard de la tension d'alimentation. Le bit 5 de ce même port définit le niveau logique de l'entrée \overline{OE} de l'EPROM, ligne qui doit être tirée au niveau logique bas pour une opération de lecture. Une paire de LED, D12/D13 indique la direction de transfert des données, de l'ordinateur vers l'EPROM lors de la programmation ou en sens inverse lors de la lecture et de la vérification.

Le bit 6 contrôle la ligne \overline{S} de l'EPROM. Les diodes D16, D17 et la résistance R30, qui force cette ligne

au niveau logique haut (*pull up*), constituent une porte logique AND destinée à assurer une commande correcte de la broche \overline{CE}/PGM des EPROM des types 2532, 2564, 2732, 27256 et 27512. Comme c'est le cas pour \overline{OE} , V_{pp} , $A_{11} \dots A_{15}$ et PGM/PGM, le signal \overline{CS} est disponible sur le connecteur de sélection K2, ceci de manière à pouvoir appliquer tous les niveaux logiques nécessaires aux broches de l'EPROM concernée.

Enfin, *last but not least*, le bit 7 est le seul à assurer une fonction d'entrée. Le logiciel de programmation teste cette ligne à la recherche d'un niveau logique bas provoqué par une action sur le bouton-poussoir S1, l'activation de ce interrupteur à contact fugitif provoque l'arrêt de l'exécution du programme et le retour au menu principal. Une action simultanée sur les touches CTRL et STOP rendent le contrôle de l'ordinateur à l'interpréteur BASIC.

Toutes les lignes de commande du port C ont été dotées de résistances qui les forcent au niveau logique

Tableau 2. Deux blocs de 3 et de 4 cavaliers de court-circuit permettent de sélectionner de nombreux types d'EPROM différents.

2

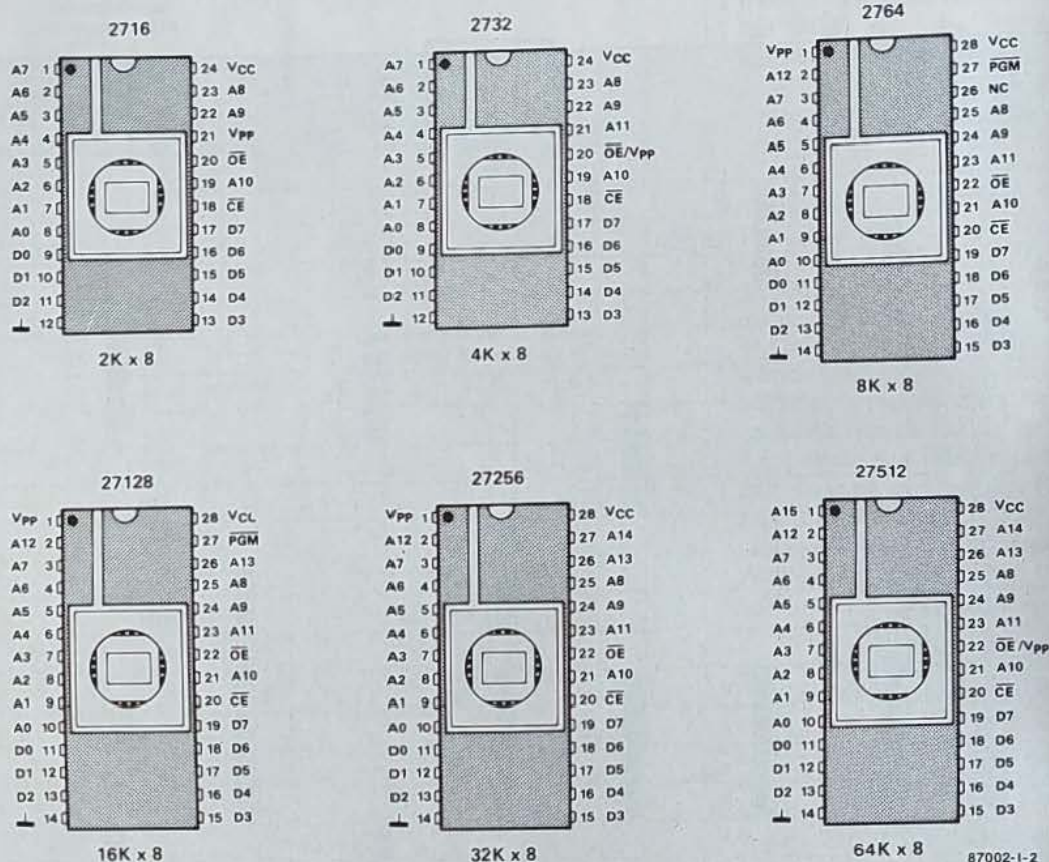


Figure 2. Portrait d'une famille qui ne cesse de s'agrandir, celle des EPROM: les brochages de la 2716 à la 27512, en passant par ceux des 25XX.

haut de manière à éviter qu'elles ne flottent (et donc à leur donner un niveau logique bien défini) lors de la mise sous tension.

Les circuits du programmeur ayant pour fonction de fournir les tensions V_{cc} et V_{pp} se ressemblent beaucoup et sont tous deux basés sur un régulateur du type L200. Lorsqu'ils se trouvent à un niveau logique haut, les bits 2 et 4 du port C provoquent l'entrée en saturation des transistors T3 et T4 par l'intermédiaire des tampons à collecteur ouvert N18 et N17 respectivement, de sorte que l'entrée de détection de courant du circuit intégré concerné est tirée à la masse, le circuit de commande de la sortie du régulateur étant ainsi mise hors fonction. Cette technique de mise hors fonction électronique (*hard shut down*) alliant simplicité et efficacité constitue une garantie contre un dépassement des niveaux de tension admissibles sur les lignes V_{pp} et V_{cc} . La photographie de la **figure 4** montre clairement comment les choses se passent. La tension de sortie de IC7, qui est en fait la tension de programmation, a été programmée de manière à adopter toutes les valeurs utiles comprises entre 5 et 25 V, avec descente à zéro entre les différentes valeurs; ce test s'est fait sur une EPROM 2732 implantée dans le support FIN.

Les lignes V_{cc} et V_{pp} sont protégées contre les court-circuits et peuvent

fournir 100 et 50 mA respectivement, les valeurs de ces courants étant définies par les résistances R3 (IC6) et R7 (IC7). Les condensateurs C1, C3 et C11 assurent le découplage des lignes V_{cc} et V_{pp} , les mettant ainsi à l'abri de pics de tension dévastateurs. Ces deux lignes sont dotées d'une LED qui visualise leur état et permet à l'utilisateur de détecter instantanément une EPROM défectueuse.

La tension d'alimentation de 5 V nécessaire aux circuits logiques du programmeur est prise aux broches 21 et 22 du connecteur K1 de la cartouche, de sorte que c'est en fait l'alimentation 5 V propre de l'ordinateur qui alimente l'ensemble cartouche timer + programmeur d'EPROM. Comme nous l'avons expliqué dans l'article consacré à cette cartouche timer pour MSX (janvier 1987), il est indispensable que l'utilisateur connaisse les possibilités de l'alimentation de son propre ordinateur, ceci de manière à éviter de la surcharger par l'adjonction d'extensions grosses consommatrices de courant. En règle générale, le connecteur pour cartouche d'un ordinateur MSX standard est en mesure de fournir 300 mA environ. La paire cartouche + programmeur consomme en principe (des mesures l'ont confirmé) entre 100 et 250 mA, de sorte qu'il ne devrait pas y avoir de problème; il est cepen-

dant préférable, avant d'implanter la cartouche dans le connecteur d'extension de son ordinateur MSX, de vérifier l'exactitude de cette prévision en mesurant la consommation réelle de cette association alimentée par une alimentation de laboratoire. Les impulsions de programmation de l'EPROM sont fournies par l'une des deux bascules bistables J-K (Set/Reset) que comporte IC5. Deux canaux du CTC (IC3) de la cartouche sont programmés pour fonctionner en mode séquenceur (*TIMER*). Lors de son lancement, la sortie 0 du séquenceur (TO0) génère logiquement une temporisation de 4 μ s garantissant la stabilité des signaux présents sur les lignes de données et d'adresses de l'EPROM, avant que n'ait lieu l'activation de la ligne PGM/PGM. La sortie TO0 est en outre reliée à l'entrée d'horloge CLK du second séquenceur présent dans le CTC-Z80. Ce séquenceur est démarré lorsque le premier arrive à zéro; la durée de la période de son signal de sortie est de 0,5 ms environ, sachant que le facteur de division adopté par programmation est 7 x 256. Le troisième séquenceur du CTC est programmé en compteur, comptant le nombre d'impulsions de 0,5 ms qui arrivent à son entrée. Dans la seconde (et dernière) partie de l'article consacré à ce montage que nous publierons le mois prochain, nous verrons de plus près

3

Figure 3. Schéma du programmeur d'EPROM commandé par l'intermédiaire de la cartouche timer + interface d'E/S décrite en janvier dernier.

Liste des composants

- Résistances:
 R1, R2, R6, R13, R18, R19, R23, R27, R38, R39 = 1 k
 R3 = 30Ω
 R4, R8, R11, R21, R24 = 6k8
 R5 = 22 Ω
 R7 = 80Ω
 R9 = 15 Ω
 R10, R12, R14... R16, R28... R30, R40... R72 = 12 k
 R17 = 1 M
 R20 = 39 k
 R22 = 680 Ω
 R25 = 1k5
 R26 = 820 Ω
 R31 = 15 k
 R32, R33 = 1k2 *
 R34 = 1k *
 R35 = 220 Ω *
 R36 = 68 Ω *
 R37 = 56 Ω *

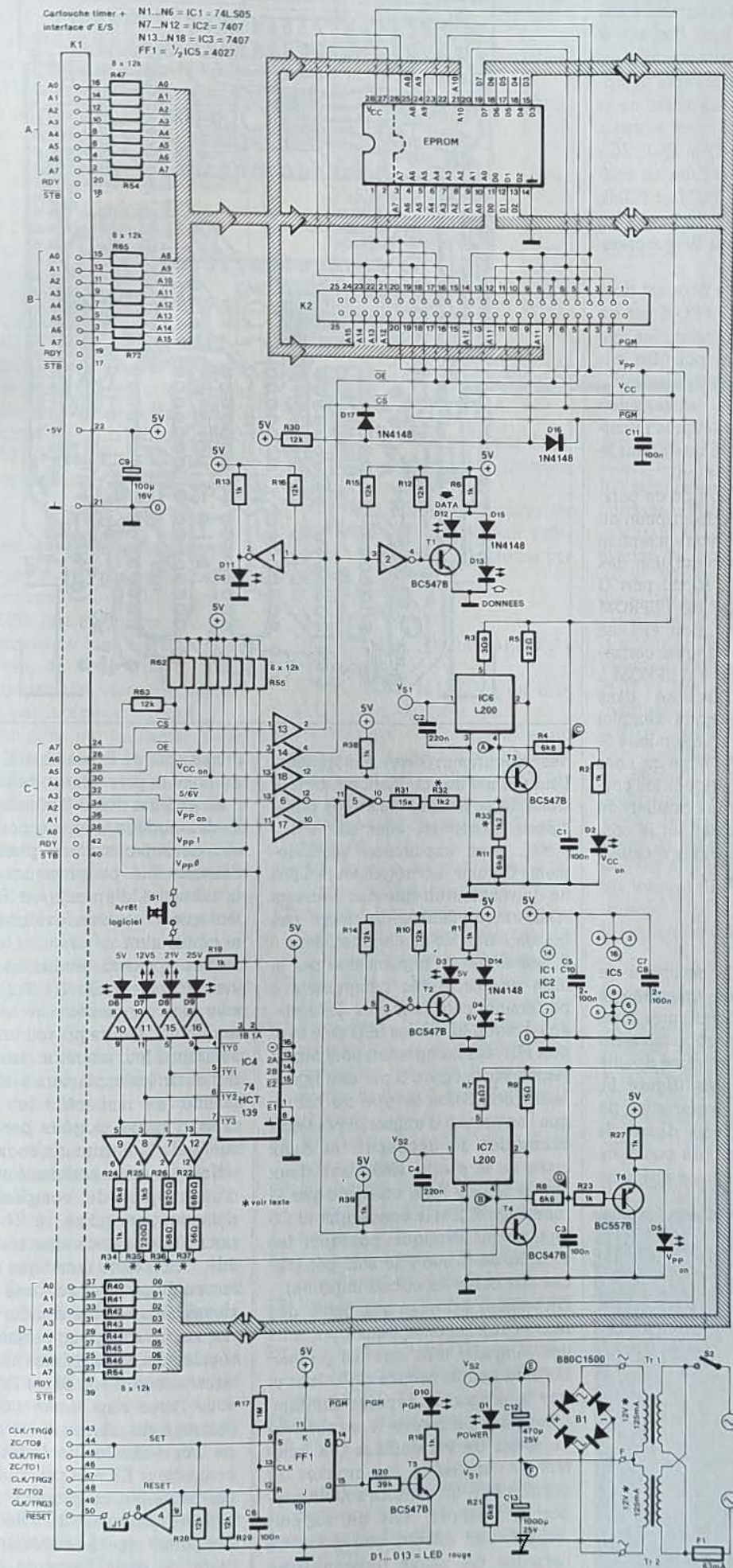
* voir texte

- Condensateurs:
 C1, C3, C5... C8, C10, C11 = 100 n
 C2, C4 = 220 n
 C9 = 100μ/16 V radial
 C12 = 470 μ/25 V axial
 C13 = 1 000 μ/25 V axial

- Semi-conducteurs:
 D1... D13 = LED rouge
 D14... D17 = 1N4148
 T1... T5 = BC 547B
 T6 = BC 557B
 IC1 = 75LS05
 IC2, IC3 = 7407
 IC4 = 74HCT139
 IC5 = 4027
 IC6, IC7 = L200

A, B = 2,7 V
 C = 0,3-5 / 6 V *
 D = 0,3 / 5 / 12,5 / 21 / 25 V *
 E = 40 V max.
 F = 1/2 V_{g2}

* Actionner la touche de fonction convenable pendant l'exécution du programme de test.
 Il s'agit ici de valeurs typiques avec une tolérance admissible de 10%.
 Toutes les tensions indiquées sont mesurées par rapport à la masse à l'aide d'un multimètre numérique (impédance d'entrée Z_{in} = 1 Mégohm).



D1... D13 = LED rouge

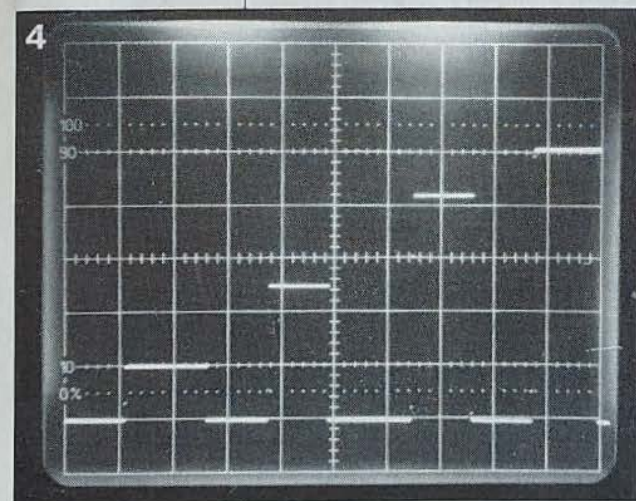
07002-1-3

Figure 5. Représentation de la sérigraphie de l'implantation des composants du programmeur d'EPROM. Vous remarquerez que les composants représentés en hachurés sont implantés côté soudure de la platine.

Divers:

- F1 = fusible 63 mA lent avec porte-fusible
- B1 = B80C1500
- K1 = connecteur (aux normes HE 10) en équerre mâle 50 broches (2 x 25) au pas de 2,54 mm encartable ou barrette de picots tronçonnables en équerre mâle de 50 broches au pas de 2,54 mm
- K2 = barrette de picots tronçonnables mâle 50 broches (2 x 25) au pas de 2,54 mm
- S1 = bouton-poussoir contact travail
- S2 = interrupteur secteur simple
- Tr1, Tr2 = transfo 12 V/125 mA (15 V max à vide) *
- support à force d'insertion nulle (ZIP) à 28 broches
- 7 cavaliers de court-circuit pour barrette au pas de 2,54 mm

Figure 4. Les caractéristiques de mise en et hors tension du L200 (IC7) garantissent l'absence de dépassement de tension sur la ligne Vpp.



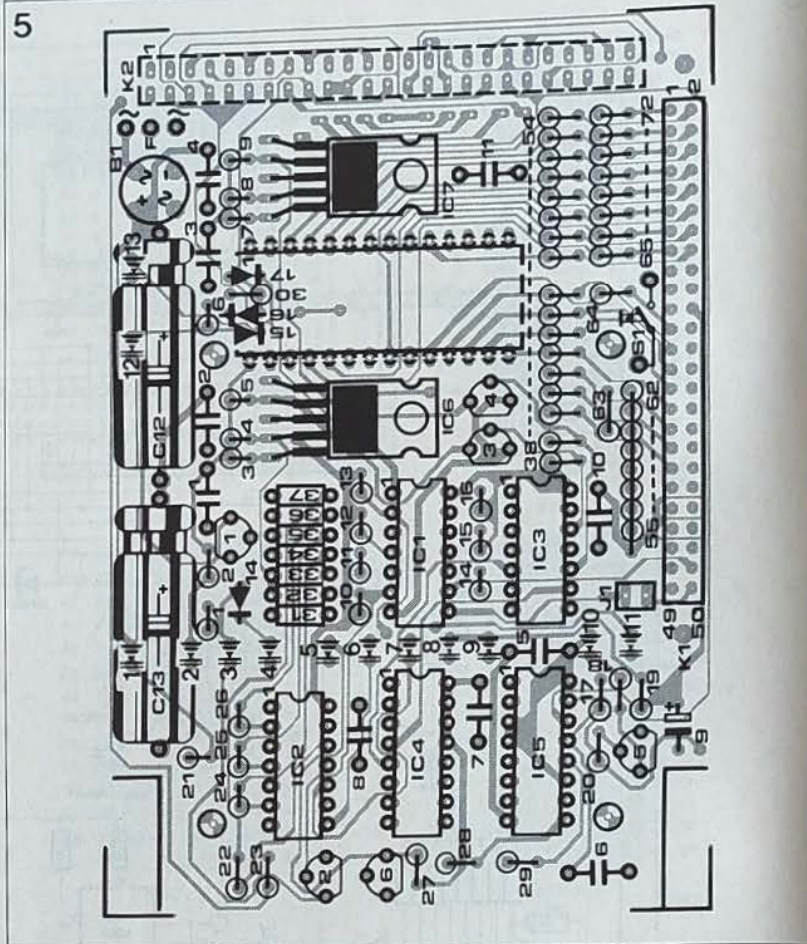
l'utilisation pratique de ce générateur d'impulsions de programmation piloté par logiciel. Pour l'instant, il nous suffit de savoir que l'arrivée en fin de comptage du troisième compteur provoque la remise à zéro de la bascule bistable J-K. Les signaux présents aux sorties Q et Q de IC5 sont également disponibles au connecteur K2 (baptisés PGM et PGM); la LED D10 visualise la présence ou l'absence d'impulsions de programmation.

L'alimentation propre dont est doté le programmeur d'EPROM est de concept classique, générant les tensions d'entrée brutes pour les circuits chargés de la régulation de V_{cc} et de V_{pp} . Cette alimentation appelle cependant quelques remarques importantes explicitées dans le paragraphe "La réalisation".

En guise de conclusion de ce paragraphe consacré à la description du circuit, nous attirons votre attention sur le fait que la configuration des bits des lignes $A_0 \dots A_6$ du port C est fonction du type de l'EPROM implantée dans le support FIN. Le mot de commande adéquat correspondant à chaque type d'EPROM à programmer sera indiqué dans l'article consacré au mode d'emploi du programmeur, article publié le mois prochain. Pour le moment, nous nous contentons d'indiquer les configurations à donner aux cavaliers de court-circuit à implanter sur le connecteur K2, configurations récapitulées dans le **tableau 2**.

La réalisation

Pour vous donner le maximum de chances de réaliser un montage fonctionnant du premier coup, nous avons conçu pour le programmeur d'EPROM un circuit imprimé double face à trous métallisés (**figure 5**), caractérisé par une implantation de composants relativement dense. Sa réalisation ne devrait pas poser de problème à condition d'effectuer



des soudures précises et soignées. Pour réduire au minimum les dimensions de la platine, toutes les résistances, exception faite de R31...R37, sont implantées verticalement. Comme les régulateurs L200 ne doivent fournir que des courants relativement faibles, ils n'ont pas besoin d'être dotés d'un radiateur.

Il faut débiter l'implantation par la mise en place des composants à positionner côté soudures de la platine, à savoir toutes les LED et le support FIN; ces composants sont représentés sur la figure 5 par des lignes hachurées. Selon le type de boîtier que l'on prévoit d'utiliser, il peut être nécessaire de découper les deux coins de la platine situés aux deux extrémités de l'axe constitué par la résistance R22 et le condensateur C6 (option qui explique pourquoi les 4 points de fixation ne sont pas placés aux coins du circuit imprimé). On veillera à donner aux pattes des LED et aux broches du support FIN une longueur telle que les premières affleurent la surface du boîtier et que le second la dépasse suffisamment pour permettre la manoeuvre du levier de verrouillage (en fonction de l'épaisseur des broches du support FIN, on utilisera soit un support à wrapper, soit un support "tulip", soit encore une paire de barrettes de picots tronçonnables simples (2 x 14 picots), l'essentiel étant d'obtenir une parfaite tenue

mécanique de l'ensemble. Il s'agit là du point le plus délicat du montage; il est en effet très difficile de réussir le dessoudage d'un support soudé aux deux faces d'une platine sans détruire une ou plusieurs pistes!!! L'utilisation d'un support FIN Textool constitue bien évidemment le nec plus ultra.

Les composants en liaison directe avec le secteur, S2, Tr1, Tr2 et F1 ne sont pas implantés sur le circuit imprimé. Il faudra prévoir un espace suffisant à leur intention dans le boîtier où on les implantera à côté de la platine, en respectant les précautions d'usage exigées par la présence de la tension du secteur.

Nous recommandons l'utilisation d'un support de composants (ou d'un support tulipe) à 14 broches pour l'implantation des résistances R31...R37, cette technique facilitant le remplacement de l'une ou plusieurs d'entre elles si celui-ci s'avérait nécessaire pour permettre aux régulateurs de fournir les niveaux de tension requis (voir **photo 7**). Comme vous l'avez sans doute constaté à l'examen du tableau 2, les cavaliers de court-circuits implantés sur le connecteur K2 vont par triplettes ou par quateron; ce procédé a l'avantage de permettre la sélection de n'importe quelle configuration à l'aide de deux blocs de cavaliers seulement. Pour fabriquer ces deux blocs de sélection, il suffit de coller

ensemble respectivement trois et quatre cavaliers; ces blocs seront ensuite implantés aux emplacements adéquats du connecteur K2 pour effectuer la sélection du type d'EPROM convenable et en permettre une programmation ultérieure. Pour donner un *look* professionnel à son programmeur d'EPROM, on pourra réaliser une face avant basée sur l'exemple de la figure 6. La liaison du programmeur d'EPROM et de la cartouche timer + interface d'E/S se fait à l'aide d'un morceau de câble multibrin à 50 conducteurs, ce qui implique qu'il faut penser, lors du perçage des orifices dans le boîtier, à découper à l'endroit convenable, une fente permettant le passage du câble à 50 conducteurs vers K1 (ou le cas échéant celui du connecteur à 50 broches si l'on adopte cette dernière solution).

Essais et branchement

Toutes les fonctions essentielles du programmeur comportent une ou deux LED chargée(s) de visualiser l'état instantané des lignes correspondantes, de sorte que les essais du programmeur terminé peuvent se faire par logiciel interposé.

On commence par implanter la cartouche timer dans le connecteur d'extension prévu à son intention sur tout ordinateur MSX, mais **sans** y avoir encore relié le programmeur cependant, sachant qu'il faudra auparavant tester l'alimentation interne de ce dernier. Mettre le programmeur sous tension par action sur S2 et mesurer les tensions V_{s1} et V_{s2} . Il est **extrêmement important** que V_{s2} soit **toujours** inférieure à 40 V, et ceci quelles que soient les circonstances. Si tel n'était pas le cas aux essais, il faudra implanter une autre paire de transformateurs; le respect de cette valeur est impératif si l'on veut éviter la destruction de IC7. La valeur de V_{s1} doit être approximativement la moitié de celle de V_{s2} .

Si tout va bien jusqu'à présent, connectez le programmeur à la cartouche et mettez l'ordinateur sous tension. Ce dernier devrait démarrer (*booter*) comme d'habitude. Pas de problème jusqu'à présent? Le premier pas consiste alors à vérifier la présence du +5 V sur le circuit du programmeur et à mesurer la présence des tensions prévues aux points de test indiqués sur le schéma.

On entre ensuite le programme du **tableau 3**. Son exécution devrait provoquer l'illumination et l'extinction de chacune des LED lors de l'action sur la touche de fonction correspondante (voir ci-après). Voici ce qui

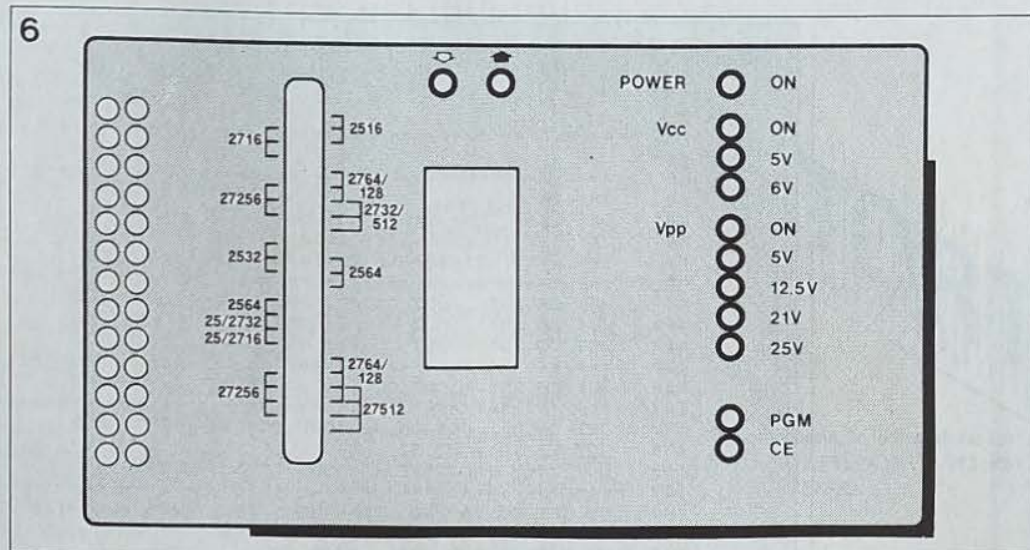


Figure 6. Exemple de dessin de face "avant" pour le programmeur d'EPROM.

devrait se passer dans le cas d'une électronique fonctionnant correctement:

1. Lors de la mise sous tension de l'ordinateur, on devrait voir s'illuminer les LED suivantes (états par défaut):

$V_{pp} = 5\text{ V}$ (D6);
 $V_{cc} = 5\text{ V}$ (D3);
 DATA IN (D13) (flèche blanche);
 POWER on

A noter que ni la LED V_{cc} on, ni la LED V_{pp} on ne s'illuminent.

2. L'exécution du programme du tableau 3 donne aux touches de fonction de l'ordinateur MSX les fonctions suivantes (une action sur RESET arrête l'exécution du programme):

F1: fait monter au niveau haut la ligne d'adresses suivante;

F2: chaque nouvelle action provoque le passage au niveau haut de la ligne de données suivante;

F3: une action génère une impulsion PGM/PGM de 50 ms (implanter provisoirement le cavalier de court-circuit J1, à la sortie de N4, sur la paire de picots prévue à cet effet sur la platine);

F4: fait passer V_{cc} de 5 à 6 V ou inversement;

F5: fait passer V_{pp} à la valeur suivante: 5, 12,5, 21 et 25 V, puis à nouveau 5 V... etc;

F6: permet de revenir aux fonction (et valeurs) de défaut;

F7: fait changer le niveau logique de la ligne CE;

F8: fait basculer le niveau logique de la ligne de direction des données (OE);

F9: met V_{pp} en ou hors fonction;

F10: met V_{pp} en ou hors fonction.

On peut vérifier l'exactitude de ces correspondances en effectuant la mesure sur le broche convenable du support FIN.

Au cours de ce test, mesurer V_{cc} et V_{pp} de manière à vérifier s'il faut

remplacer l'une des résistances R32...R37 pour obtenir que IC6 et IC7 fournissent les tensions de sortie correctes. Modifiez si nécessaire la valeur de R33 de manière à ce que la tension V_{cc} soit très exactement de +5 V. Vérifiez ensuite l'obtention d'une tension de +6 V lors d'une action sur F4; adaptez le cas échéant la valeur de R32. Mesurez les quatre valeurs possibles de V_{pp} (5, 12,5, 21 et 25 V) pour vérifier que les valeurs indiquées de R34...R37 permettent à IC7 de fournir les niveaux de tension recherchés. Effectuez une modification progressive les valeurs des résistances qui déterminent la valeur des tensions de sortie, et, si possible, utilisez des résistances à stabilité élevée de manière à obtenir les valeurs de V_{cc} avec une précision de $\pm 0,1\text{ V}$ et de V_{pp} avec une précision de 0,5 V.

Le mois prochain

La seconde partie de cet article sera publiée dans le prochain numéro d'Elektor (avril 87); comme indiqué plus haut, cette partie sera consacrée à la description du logiciel sans lequel ce programmeur ne saurait

Figure 7. Gros plan sur les résistances chargées de définir les niveaux de tension, R31...R37.

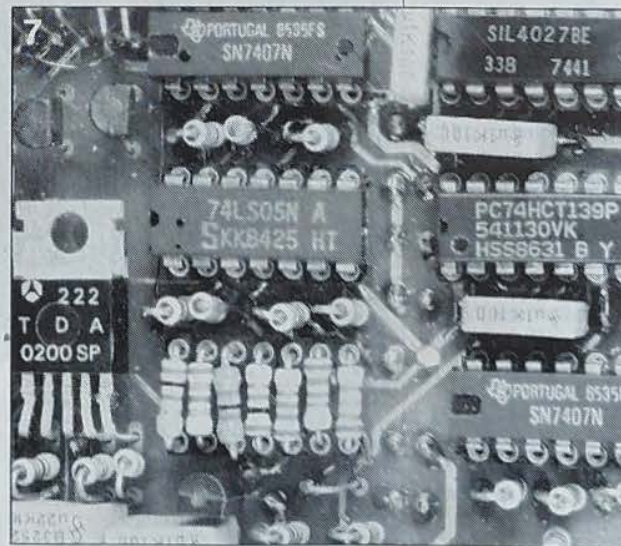


Tableau 3.

```

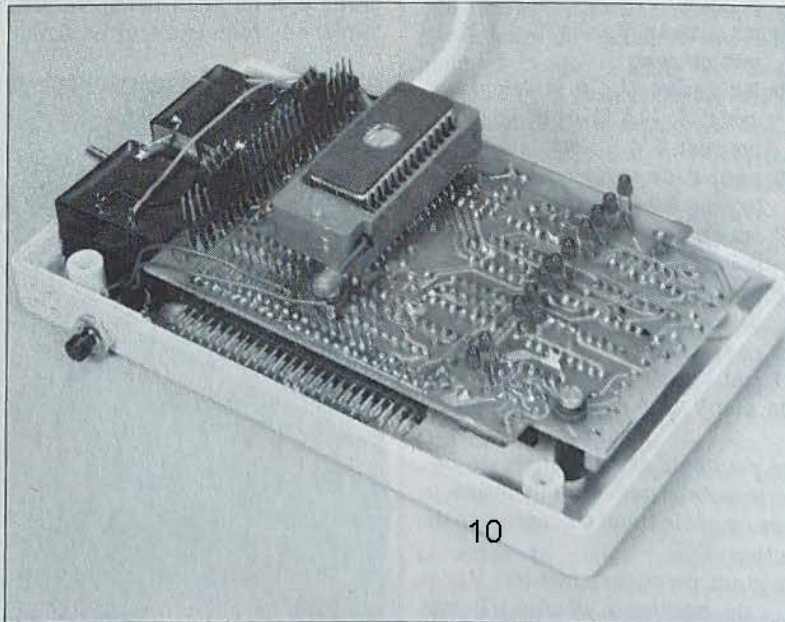
===== TEST PROGRAM EPROMMER
10 ----- address-area
20 -----
30 -----
40 A=3*16
50 DA= 4+A : DB= 5+A : DC= 8+A : DD= 9+A
60 CA= 6+A : CB= 7+A : CC=10+A : CD=11+A
70 T0=12+A : T1=13+A : T2=14+A : T3=15+A
80 ----- port a,b and d as output (mode 3)
90 OUT CA,255 : OUT CA,0 : OUT CA,7 : OUT CA,3
100 OUT CB,255 : OUT CB,0 : OUT CB,7 : OUT CB,3
110 OUT CD,255 : OUT CD,0 : OUT CD,7 : OUT CD,3
120 ----- port c with 7 outputs and 1 input (mode 3)
130 OUT CC,255 : OUT CC,128 : OUT CC,7 : OUT CC,3
140 ----- reset configuration
150 OUT DA,0 : OUT DB,0 : OUT DC,255 : OUT DD,0
160 OUT T2,5 : OUT T2,1
170 OUT T0,3 : OUT T1,3 : OUT T2,3 : OUT T3,3
180 ----- initialisation
190 ON KEY GOSUB 290, 340, 360, 390, 420, 450, 470, 500, 530, 560
200 FOR I=1 TO 10 : KEY(I) ON : NEXT
210 ON STOP GOSUB 280 : STOP ON
220 A=1 : B=1 : C=255 : D=1
230 ----- execution loop
240 OUT DA,A : OUT DB,B : OUT DC,C : OUT DD,D
250 IF INP (DC) < 128 THEN 260 : ----- reset pressed?
260 GOTO 240
270 ----- on stop routine
280 STOP OFF : GOSUB 450 : OUT DC,C : END
290 Rotate address line high ----- key 1 routine
300 KEY(1) OFF
310 IF A=128 THEN A=0 : B=1 : ELSE A=A*2
320 IF B=128 THEN B=0 : A=1 : ELSE B=B*2
330 KEY(1) ON : RETURN
340 Rotate dataline high ----- key 2 routine
350 KEY(2) OFF : IF D=128 THEN D=1 ELSE D=D*2 : KEY(2) ON : RETURN
360 One program pulse of 50 ms ----- key 3 routine
370 KEY(3) OFF : OUT T2,&B01010101 : OUT T2,100 : OUT T1,&B00111101
380 OUT T1,7 : OUT T0,&B00010101 : OUT T0,0 : KEY(3) ON : RETURN
390 Vcc change ----- key 4 routine
400 KEY(4) OFF : C=C AND 8 : C=C+8 : C=C AND 8
410 C=(INP (DC) AND 247) OR C : KEY(4) ON : RETURN
420 Vpp change ----- key 5 routine
430 KEY(5) OFF : C=C AND 3 : C=C-1 : C=C AND 3
440 C=(INP (DC) AND 252) OR C : KEY(5) ON : RETURN
450 Reset ----- key 6 routine
460 KEY(6) OFF : C=255 : KEY(6) ON : RETURN
470 Chip enable ----- key 7 routine
480 KEY(7) OFF : C=C AND 64 : C=C+64 : C=C AND 64
490 C=(INP (DC) AND 191) OR C : KEY(7) ON : RETURN
500 Output enable ----- key 8 routine
510 KEY(8) OFF : C=C AND 32 : C=C+32 : C=C AND 32
520 C=(INP (DC) AND 223) OR C : KEY(8) ON : RETURN
530 Vcc on/off ----- key 9 routine
540 KEY(9) OFF : C=C AND 16 : C=C+16 : C=C AND 16
550 C=(INP (DC) AND 239) OR C : KEY(9) ON : RETURN
560 Vpp on/off ----- key 10 routine
570 KEY(10) OFF : C=C AND 4 : C=C+4 : C=C AND 4
580 C=(INP (DC) AND 251) OR C : KEY(10) ON : RETURN

```

87002-1-T3

Tableau 3. Ce programme de test programme les touches de fonction de l'ordinateur MSX que l'on utilise ensuite pour vérifier le fonctionnement correct du programmeur d'EPROM.

Le texte de l'article consacré à la cartouche timer + interface d'E/S comporte une petite inexactitude en page 67. Le deuxième paragraphe de la colonne du milieu troisième ligne et suivantes devrait dire: sont des entrées (niveau logique bas) ou des sorties (niveau haut). Exemple: l'envoi de l'octet &H0F au registre A d'E/S défini comme entrées les lignes de port A0...A3 et comme sorties les lignes A4...A7.



fonctionner. Pour vous simplifier la tâche, et vous éviter de devoir frapper plusieurs dizaines de Koctets de logiciel source (avec tous les risques d'erreur que cela comporte), avant de pouvoir en effectuer l'assemblage, nous envisageons de mettre le logiciel dans une EPROM du type 27128 (EPROM disponible auprès des sources habituelles); il suffira ensuite d'implanter cette EPROM dans le support de la cartouche universelle (décrite dans le numéro de février 1986, page 56 et suivantes), cartouche universelle qui comporte en outre un connecteur encartable double face à 50 broches au pas de 2,54 mm qui permet l'utilisation simultanée de la cartouche timer + interface d'E/S si votre ordinateur ne possède qu'un seul connecteur d'extension.