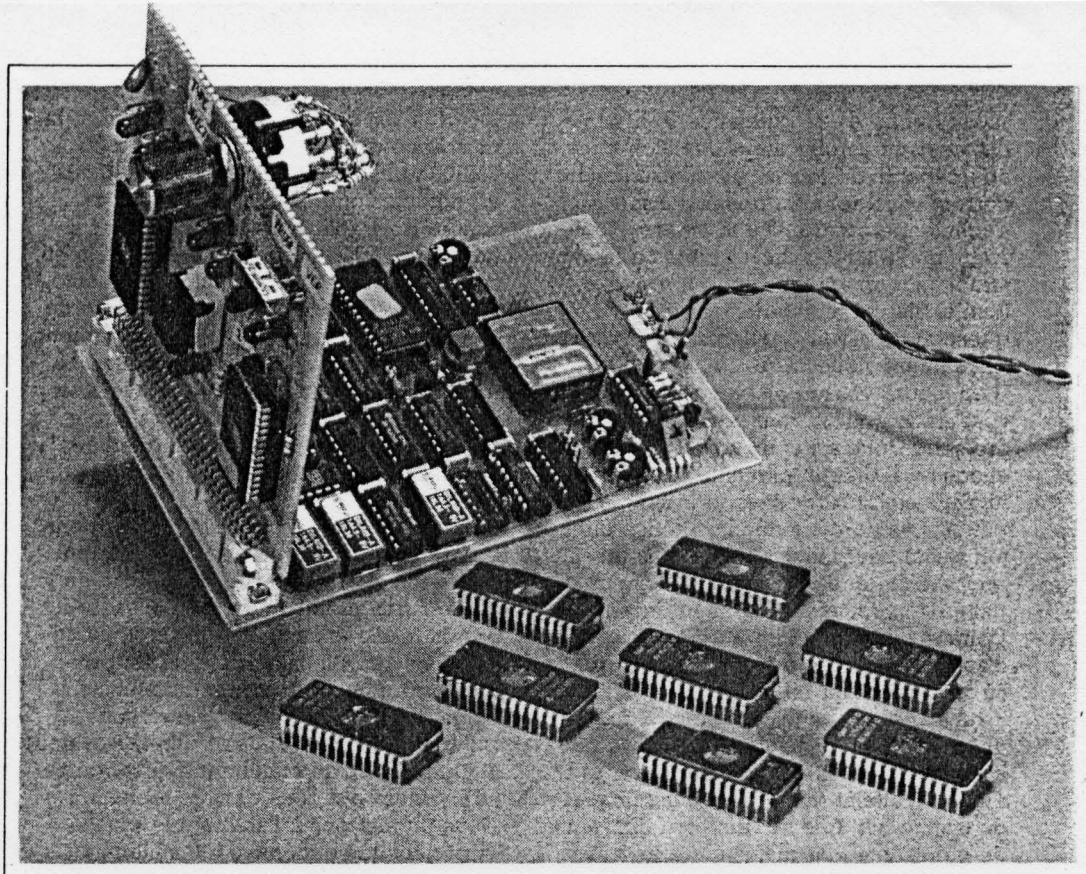


d'après une idée de
R. Hasse

Dans le monde des EPROM, la standardisation des brochages, des tensions et algorithmes de programmation est loin d'être la règle générale. Pour ceux de nos lecteurs qui associent les plaisirs de l'électronique à ceux de la micro-informatique, nous avons conçu un appareil universel permettant la programmation des EPROM les plus courantes (de 16 Kbits à 128 Kbits). Il suffit d'indiquer au montage le type de mémoire programmable utilisé pour qu'il effectue automatiquement les interconnexions de broches nécessaires, fournisse la tension de programmation convenable et les signaux de commande pour le type d'EPROM indiqué.

duplicateur d'EPROM

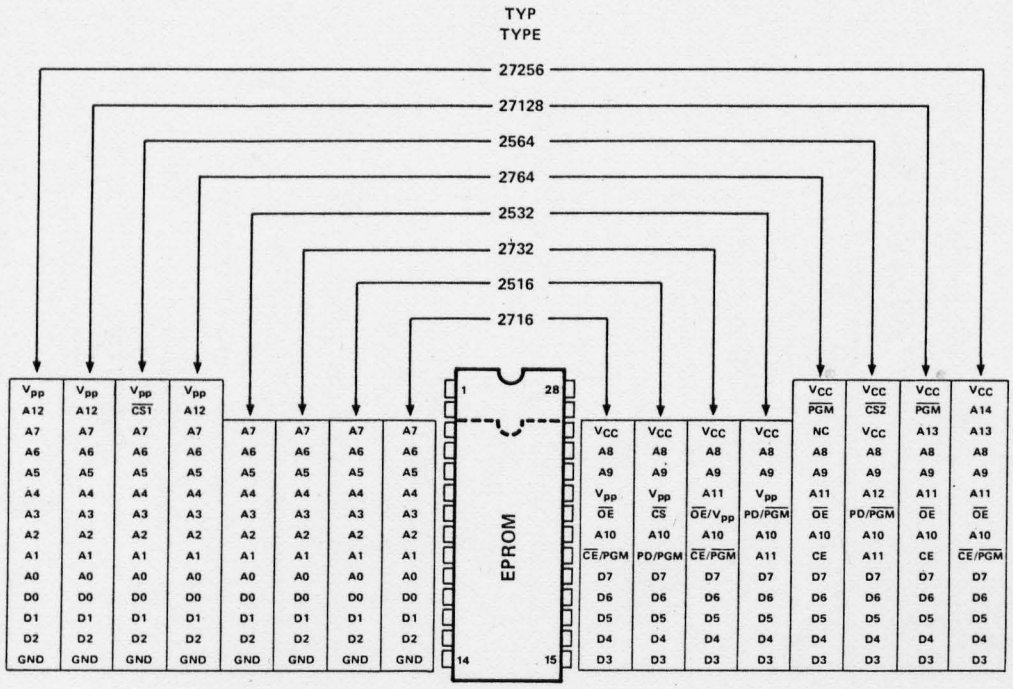
copieur/
vérificateur
d'EPROM
universel

Programmer ou dupliquer une EPROM n'est, en soi, pas très compliqué. Si on dispose de la tension de programmation adéquate (21 ou 25 V), il ne reste plus qu'à fournir les adresses correctes, les données adéquates et les signaux de commande convenables à l'EPROM concernée. Il est préférable de doter l'appareil de quelques automatismes accélérant le processus de programmation. On ne peut parler de duplication automatique que si les données sont déjà disponibles: ici, elles se trouvent dans l'EPROM à recopier (le master).

Lors de la définition du cahier des charges de ce duplicateur d'EPROM, certains ont formulé le voeu de le rendre le plus universel possible, ce que nous n'avons pas manqué de réaliser. Cet appareil est capable de reproduire les types d'EPROM les plus répandus.

On retrouve bien souvent l'indication de la capacité d'une EPROM dans sa dénomination (les 2 ou 3 derniers chiffres). L'unique différence entre les EPROM n'est malheureusement pas leur capacité; leur brochage est loin d'être compatible. Il est en effet impossible de faire autrement, car qui dit augmentation de capacité dit aussi augmentation du nombre de lignes d'adresses nécessaires. Les fabricants, une fois de plus, ne sont pas arrivés à se mettre d'accord sur les signaux de commande et la tension de programmation indispensables à la programmation et l'utilisation de leurs EPROM. Ils pensaient chacun établir le standard industriel de fait, mais leurs espoirs ne se sont pas réalisés.

A la suite de cette zizanie, il n'existe que deux voies permettant la programmation des divers types d'EPROM sur le même appareil: soit utiliser un module de particularisation pour chaque type d'EPROM,



V_{pp}	V_{pp}	V_{pp}	V_{pp}									V_{CC}	V_{CC}	V_{CC}	V_{CC}
A12	A12	$\overline{CS1}$	A12									$\overline{PGM}$	$\overline{CS2}$	$\overline{PGM}$	A14
A7	A7	A7	A7	A7	A7	A7	A7	V_{CC}	V_{CC}	V_{CC}	V_{CC}	NC	V_{CC}	A13	A13
A6	A6	A6	A6	A6	A6	A6	A6	A8	A8	A8	A8	A8	A8	A8	A8
A5	A5	A5	A5	A5	A5	A5	A5	A9	A9	A9	A9	A9	A9	A9	A9
A4	A4	A4	A4	A4	A4	A4	A4	V_{pp}	V_{pp}	A11	V_{pp}	A11	A12	A11	A11
A3	A3	A3	A3	A3	A3	A3	A3	$\overline{OE}$	$\overline{CS}$	$\overline{OE}/V_{pp}$	PD/$\overline{PGM}$	$\overline{OE}$	PD/$\overline{PGM}$	$\overline{OE}$	$\overline{OE}$
A2	A2	A2	A2	A2	A2	A2	A2	A10	A10	A10	A10	A10	A10	A10	A10
A1	A1	A1	A1	A1	A1	A1	A1	$\overline{CE}$/PGM	PD/PGM	$\overline{CE}/\overline{PGM}$	A11	CE	A11	CE	$\overline{CE}/\overline{PGM}$
A0	A0	A0	A0	A0	A0	A0	A0	D7	D7	D7	D7	D7	D7	D7	D7
D0	D0	D0	D0	D0	D0	D0	D0	D6	D6	D6	D6	D6	D6	D6	D6
D1	D1	D1	D1	D1	D1	D1	D1	D5	D5	D5	D5	D5	D5	D5	D5
D2	D2	D2	D2	D2	D2	D2	D2	D4	D4	D4	D4	D4	D4	D4	D4
GND	GND	GND	GND	GND	GND	GND	GND	D3	D3	D3	D3	D3	D3	D3	D3

Tableau 1. Brochages des EPROM les plus courantes. L'appareil décrit ici ne peut servir à la reproduction des 27256 en raison de l'algorithme de programmation différent qu'elles nécessitent.

1

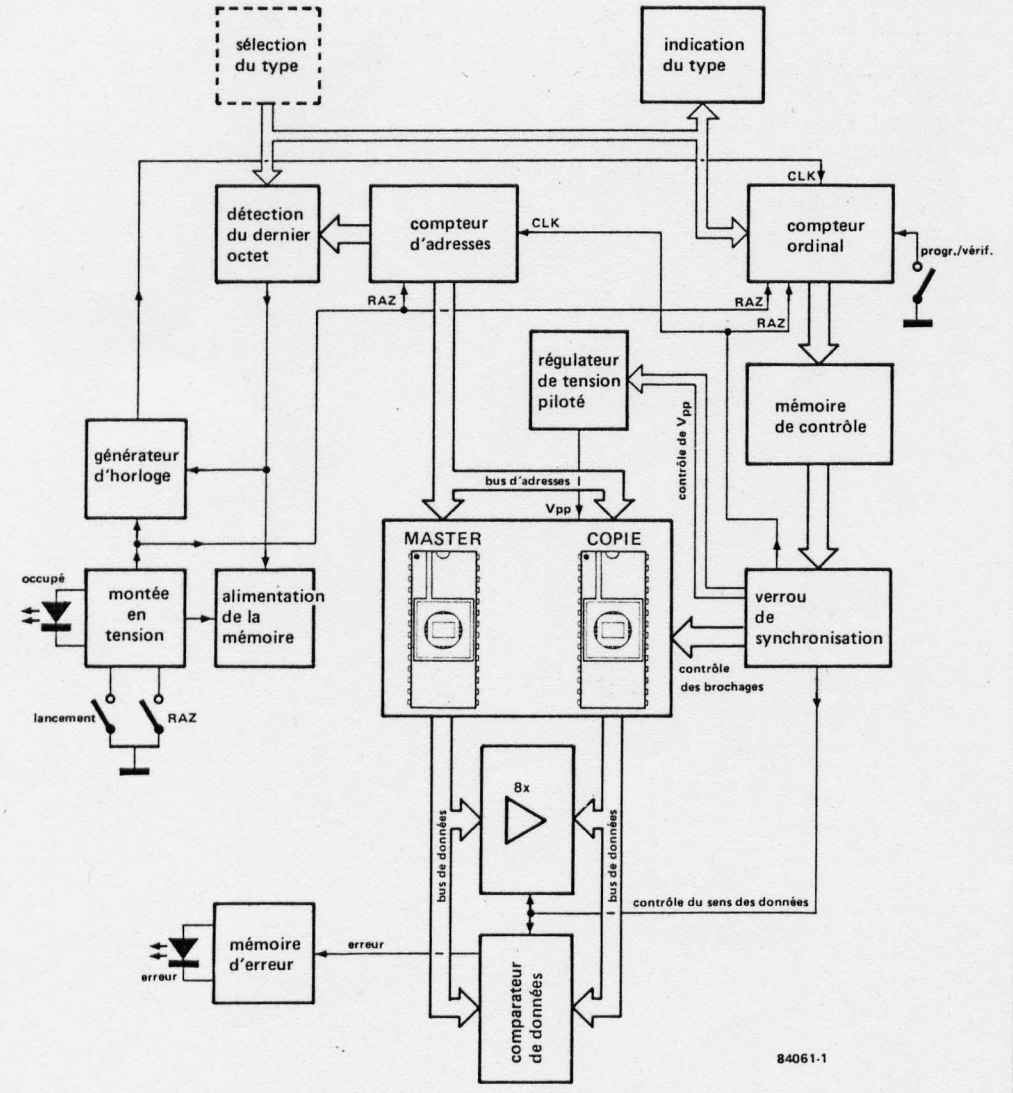


Figure 1. Schéma synoptique de duplicateur d'EPROM. La mémoire de contrôle qui prend à son compte la commande de l'ensemble de l'appareil est elle aussi une EPROM (2716).

2

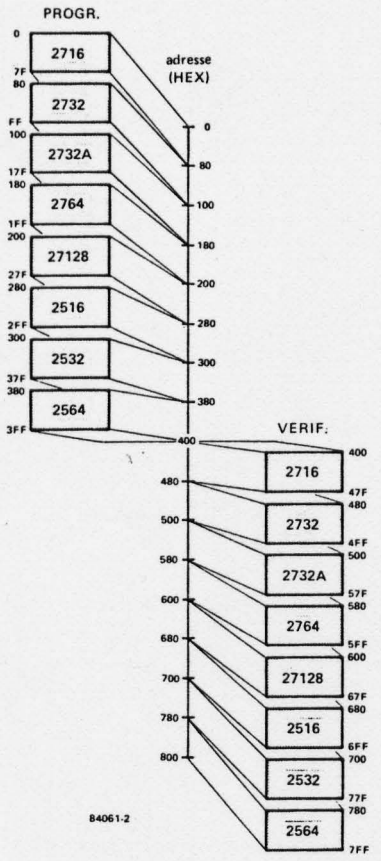


Figure 2. Topographie de la mémoire. Elle contient les sous-programmes permettant la programmation et la vérification de 8 types d'EPROM différents.

soit passer dans la catégorie des appareils universels (et comme tout le monde le sait, universel est synonyme de coûteux). Nous avons mis à contribution la matière grise de nos ingénieurs pour tenter de trouver une solution universelle.

Le marché aux puces des EPROM

Le tableau 1 récapitule les brochages des types d'EPROM les plus courants. Nous n'avons pas inclu la 2708 en raison de ses caractéristiques très différentes (il ne lui faut pas moins de 3 tensions d'alimentation, —5, +5 et +12 V). Mais les choses vont vite en micro-informatique: la 2708 n'est plus que rarement utilisée car elle est devenue plus chère que la 2716 (qui possède une capacité deux fois plus importante).

Le tableau 1 nous montre qu'il existe deux types de boîtiers: 24 et 28 broches.
Si on place une EPROM en boîtier 24 broches à cheval sur une EPROM en boîtier 28 broches (de façon à ce que la broche 1 de la première corresponde à la broche 3 de la seconde), on s'aperçoit qu'il y a une grande similitude entre les brochages. 4 des connexions des EPROM à 24 broches et 6 de celles à 28 broches varient d'un type à l'autre, (2 des broches de ces dernières sont communes à toutes les EPROM à 28 broches, V_{pp}, broche 1 et V_{CC}, broche 28). Dans le cas de notre duplicateur, les signaux appliqués aux broches à fonction variable doivent être adaptés au type d'EPROM concerné, tant pour le master que pour la copie.
Le tableau 2 récapitule les signaux de commande nécessaires. La numérotation des broches de la colonne 1 est celle d'une EPROM à 28 broches. En soustrayant 2 à cette numérotation, on retrouve le numéro de broche correspondante d'une EPROM à 24 broches. Pour chaque EPROM, nous avons indiqué les signaux en mode lecture (RD) et en mode programmation (PGM).
Le montage ne permet pas la programmation des 27256, car cette EPROM ne se programme pas avec une impulsion de programmation de durée fixe (50 ms); elle se fait par écriture et lecture de vérification successives des données. Dès que la donnée testée est stable, on passe à l'écriture de l'octet suivant. On se trouve en fait en présence d'un algorithme de programmation à saut conditionnel; notre appareil n'est pas étudié pour ce type de processus.

Schéma

Avant de vous donner des sueurs froides, ce que ne manquera pas de faire la vue du schéma de principe, il nous paraît plus sain de nous pencher sur le schéma synoptique illustré par la figure 1, schéma montrant la disposition des différents sous-ensembles constituant le montage.
Le coeur du système est le bloc comprenant le master et la copie. Il est impossible de connecter sans autre forme de procès, les deux supports à effort d'insertion nul dans lesquels viennent prendre place les EPROM, aux bus d'adresses, de données et de commande. Quelques circuits périphériques (non représentés sur le schéma synoptique), ont pour fonction d'adapter les brochage des supports à celui des EPROM utilisées. Ces circuits périphériques sont à leur tour commandés par la mémoire de contrôle (elle aussi une EPROM pré-programmée).
La mémoire de contrôle (le cerveau du montage), est chargée de la coordination générale. Cette 2716 doit être programmée, (voir vidage hexadécimal du tableau 3), de façon à être capable de générer les signaux de commande corrects indispensables à la programmation d'un type d'EPROM donné. Le type d'EPROM concerné (parmi ceux indiqués dans le tableau 2), est sélecté par la posi-

Tableau 2. Récapitulation des broches non standardisées d'un type d'EPROM à l'autre et des signaux qui y sont appliqués.

	2716		2732		2732A		2764		27128		2516		2532		2564	
	RD	PGM	RD	PGM	RD	PGM	RD	PGM	RD	PGM	RD	PGM	RD	PGM	RD	PGM
2	NC		NC		NC		A12		A12		NC		NC		$\overline{CS1}$	
	•	•	•	•	•	•	#	#	#	#	•	•	•	•	"0"	"0"
20	$\overline{CE}$/PGM		$\overline{CE}$/$\overline{PGM}$		$\overline{CE}$/$\overline{PGM}$		$\overline{CE}$		$\overline{CE}$		PD/PGM		A11		A11	
	"0"	⎍	"0"	⎍	"0"	⎍	"0"	"0"	"0"	"0"	"0"	⎍	#	#	#	#
22	$\overline{OE}$		$\overline{OE}$/V_{pp}		$\overline{OE}$/V_{pp}		$\overline{OE}$		$\overline{OE}$		$\overline{CS}$		PD/$\overline{PGM}$		PD/$\overline{PGM}$	
	"0"	"1"	"0"	+25	"0"	+21	"0"	"1"	"0"	"1"	"0"	"1"	"0"	⎍	"0"	⎍
23	V_{pp}		A11		A11		A11		A11		V_{pp}		V_{pp}		A12	
	"1"	+25	#	#	#	#	#	#	#	#	"1"	+25	"1"	+25	#	#
26	V_{CC}		V_{CC}		V_{CC}		N.C.		A13		V_{CC}		V_{CC}		V_{CC}*	
	+5	+5	+5	+5	+5	+5	•	•	#	#	+5	+5	+5	+5	+5	+5
27	NC		NC		NC		$\overline{PGM}$		$\overline{PGM}$		NC		NC		$\overline{CS2}$	
	•	•	•	•	•	•	"1"	⎍	"1"	⎍	•	•	•	•	"0"	"0"
V_{pp}	25 V		25 V		21 V		21 V		21 V		25 V		25 V		25 V	

* : indifférent
\# : entrée dynamique

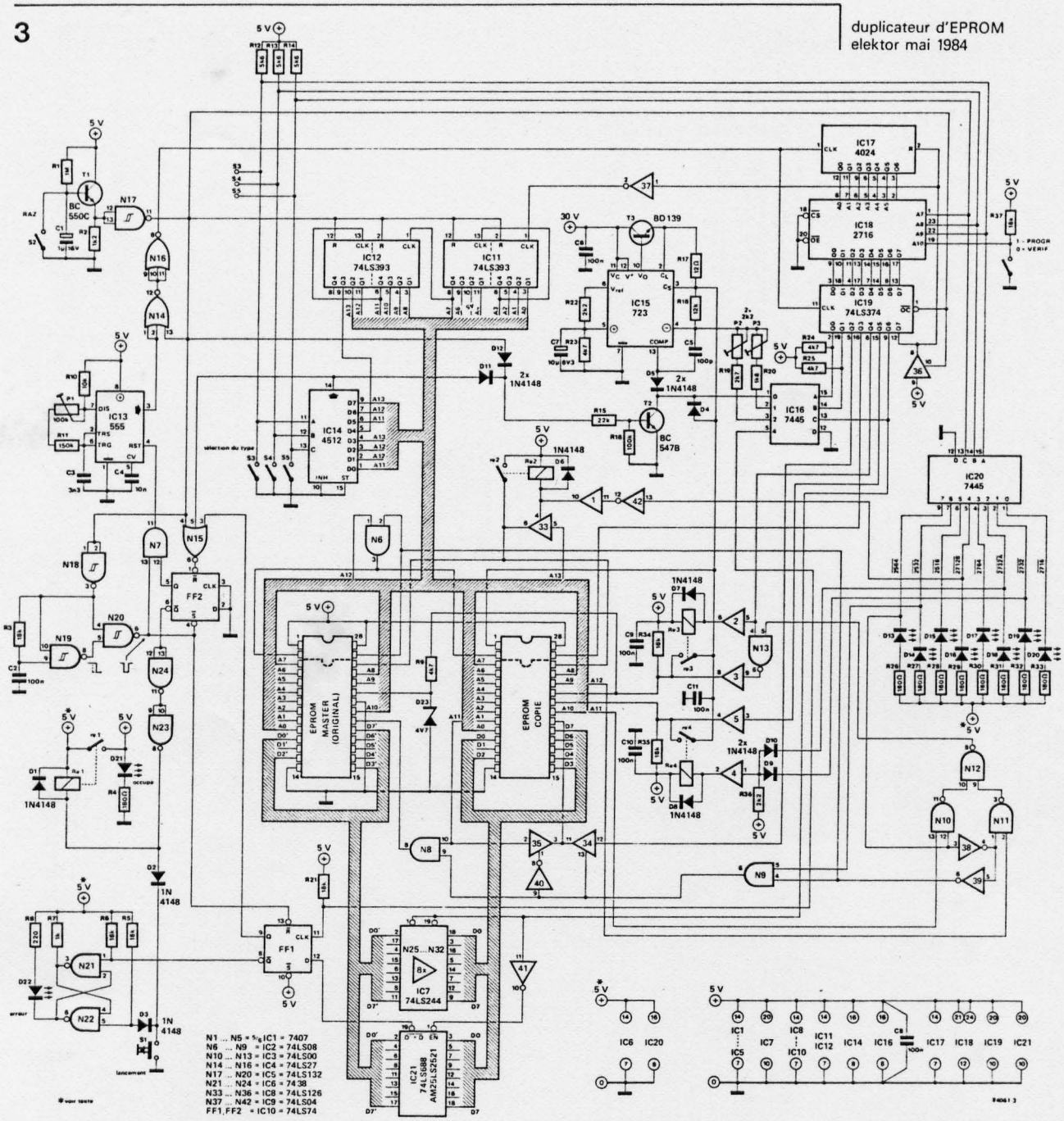


Figure 3. Schéma de principe complet. S3, S4 et S5 permettent d'indiquer le type des EPROM utilisées.

tion donnée à un commutateur/sélecteur d'EPROM. La position de ce dernier adresse un certain domaine dans l'EPROM de contrôle, le domaine contenant les signaux de commande correspondant au type d'EPROM indiqué.

Un interrupteur (Progr./Vérif.) permet d'indiquer au duplicateur ce qu'on lui demande de faire: copier ou vérifier (comparaison des données). La figure 2 donne la topographie de la mémoire.

Le sous-ensemble "indication du type" visualise le type de l'EPROM pour lequel l'appareil est paré.

La mémoire de contrôle assure la commande des circuits périphériques qui établissent la correspondance entre les différentes broches; elle fait également en sorte que le régulateur de tension fournisse la tension de programmation convenable, et commande et les tampons chargés de la transmission des données entre le master et la copie et le vérificateur de données.

Penchons-nous quelques instants sur le processus utilisé pour la duplication et/ou la vérification.

Une action sur la touche de lancement (start) démarre le générateur d'horloge. Ce générateur fournit un signal de 1 000 Hz, devant avoir une fréquence relativement précise, car c'est de lui qu'est dérivée l'impulsion de programmation de 50 ms. Chaque impulsion d'horloge incrémente le compteur d'adresses de la mémoire de contrôle. On parcourt de cette façon le mini-programme permettant la copie et/ou la vérification d'un octet. A l'issue de la programmation de chaque octet une vérification entre le master et la copie a lieu, même si l'interrupteur ne se trouve pas en position "vérif(ication)". Si les données ne sont pas indentiques, il s'est passé une anomalie (l'EPROM à pro-

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F
D000:	63	21	21	21	21	21	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
D010:	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
D020:	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
D030:	25	25	25	25	25	25	25	25	63	63	63	63	63	43	40	E3
D080:	77	35	35	35	35	35	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31
D090:	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31
D0A0:	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31
D0B0:	31	31	31	31	31	31	31	31	77	77	77	77	53	50	53	F7
D100:	77	36	36	36	36	36	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32
D110:	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32
D120:	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32
D130:	32	32	32	32	32	32	32	32	77	77	77	77	53	50	53	F7
D180:	7B	3A	3A	3A	3A	3A	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32
D190:	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32
D1A0:	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32
D1B0:	32	32	32	32	32	32	32	32	7B	7B	7B	7B	7B	5B	58	FB
D200:	7B	3A	3A	3A	3A	3A	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32
D210:	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32
D220:	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32
D230:	32	32	32	32	32	32	32	32	7B	7B	7B	7B	7B	5B	58	FB
D280:	63	21	21	21	21	21	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
D290:	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
D2A0:	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
D2B0:	25	25	25	25	25	25	25	25	63	63	63	63	63	43	40	E3
D300:	63	21	21	21	21	21	01	01	01	01	01	01	01	01	01	01
D310:	01	01	01	01	01	01	01	01	01	01	01	01	01	01	01	01
D320:	01	01	01	01	01	01	01	01	01	01	01	01	01	01	01	01
D330:	01	01	01	01	01	01	01	01	63	63	63	63	63	63	63	43
D380:	77	35	35	35	35	35	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
D390:	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
D3A0:	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
D3B0:	15	15	15	15	15	15	15	15	37	77	77	77	77	57	54	F7
D400:	63	43	40	E3												
D480:	77	53	50	F7												
D500:	77	53	50	F7												
D580:	7B	5B	58	FB												
D600:	7B	5B	58	FB												
D680:	63	43	40	E3												
D700:	63	43	40	E3												
D780:	77	57	54	F7												

Tableau 3. Vidage hexadécimal du contenu de l'EPROM de contrôle. Comme nous avons pris des marges de sécurité suffisantes pour compenser d'éventuelles dispersions dans les temps de réponse et de retombée des relais utilisés, une optimisation doit permettre de réduire sensiblement les durées des processus de programmation.

grammer est défectueuse ou n'a peut-être pas été effacée correctement); le processus de programmation est stoppé automatiquement.

Si tout s'est bien passé, à la fin du traitement d'un octet, l'EPROM de contrôle incrémente les compteurs d'adresses du master et de la copie par l'intermédiaire de D7. Simultanément, le compteur ordinal est remis à zéro, c'est à l'octet suivant de subir le cycle complet.

Un circuit chargé de scruter l'adresse de l'octet en cours de traitement est connecté au compteur d'adresse du couple master/copie (il faut tenir compte des capacités différentes selon le type d'EPROM). Si la "dernière adresse + 1" est atteinte, ce circuit arrête le générateur d'horloge et éteint la LED "occupé", (busy) signalant la fin du processus.

Après ces précautions de sioux, il nous faut passer au schéma de principe de la figure 3. Les divers sous-ensembles du synoptique sont repris ici, aussi ne nous intéresserons-nous qu'aux éléments encore inconnus.

Lorsque la tension de 5 V est appliquée, seuls IC6 et IC20 reçoivent leur tension d'alimentation, ceci pour éviter lors de la mise en place des EPROM, l'application aléatoire de tensions à certaines des broches seulement. IC20 est alimenté car c'est par son intermédiaire que, le cas échéant, est défini le type d'EPROM, définition effectuée à l'aide des interrupteurs S3, S4 et S5. L'une des LED commandée par IC20 indique le type d'EPROM sélecté. Vous pouvez vous faciliter la vie en remplaçant les interrupteurs S3 . . . S5 par un commutateur rotatif câblé selon les indications de la figure 4.

Après définition du type d'EPROM utilisé, le master et la copie (ou l'EPROM vierge), sont placés dans leur support respectif; on appuie ensuite sur la touche de lancement (S1). Le relais Re1 est excité, le reste du montage est alors alimenté. Le circuit de montée en tension (power up) est chargé d'assurer une chronologie correcte du lancement des compteurs d'adresses et du générateur d'horloge. Ce dernier est démarré par l'intermédiaire de FF2, bascule qui nous servira ultérieurement à arrêter le générateur.

IC15 est un régulateur de tension de précision (un 723) chargé de nous fournir les deux tensions de programmation nécessaires, 21 et 25 V, réglables à l'aide des ajustables P1 et P2. Les lignes D0 et D1 de l'EPROM de contrôle permettent la sélection de la tension de programmation convenable. Seules les lignes gardant la même fonction quel que soit le type d'EPROM, sont interconnectées directement d'un support à l'autre. Il a fallu doter le montage d'une commutation pour les broches 2, 20, 22, 23 et 26, commutation réalisée à l'aide des circuits périphériques évoqués en début d'article et commandés par l'EPROM de contrôle.

La broche 2 est reliée à A12 à travers N6; s'il faut programmer une 2564, cette ligne est mise au niveau logique bas.

La broche 20 est reliée soit à A11 (celle du master à travers N8, celle de la copie par N35), soit à la ligne D2 qui lui transmet les signaux de commande fournis par l'EPROM de contrôle (variantes du signal CE ou PGM).

On retrouve une disposition similaire dans le cas de la broche 22 de la copie; cette broche peut se voir appliquer soit la tension V_{pp} (via Re4), soit un signal de commande par l'intermédiaire de N5, porte ayant une sortie à collecteur ouvert capable de "digérer" 30 V; de ce fait, il ne risque pas d'y avoir de problème lors de la fermeture du relais Re4.

Il est inutile de relier la broche 22 du master à V_{pp} étant donné qu'elle est connectée à la masse.

Le signal appliqué à la broche 23 est soit V_{pp} (via Re3), soit l'un des signaux d'adresse A11 ou A12 transmis par N3 et N10 . . . N13. D23 et R9 empêchent l'application de V_{pp} à la broche 23 du master lorsque Re3 est fermé et la remplacent par un niveau logique haut.

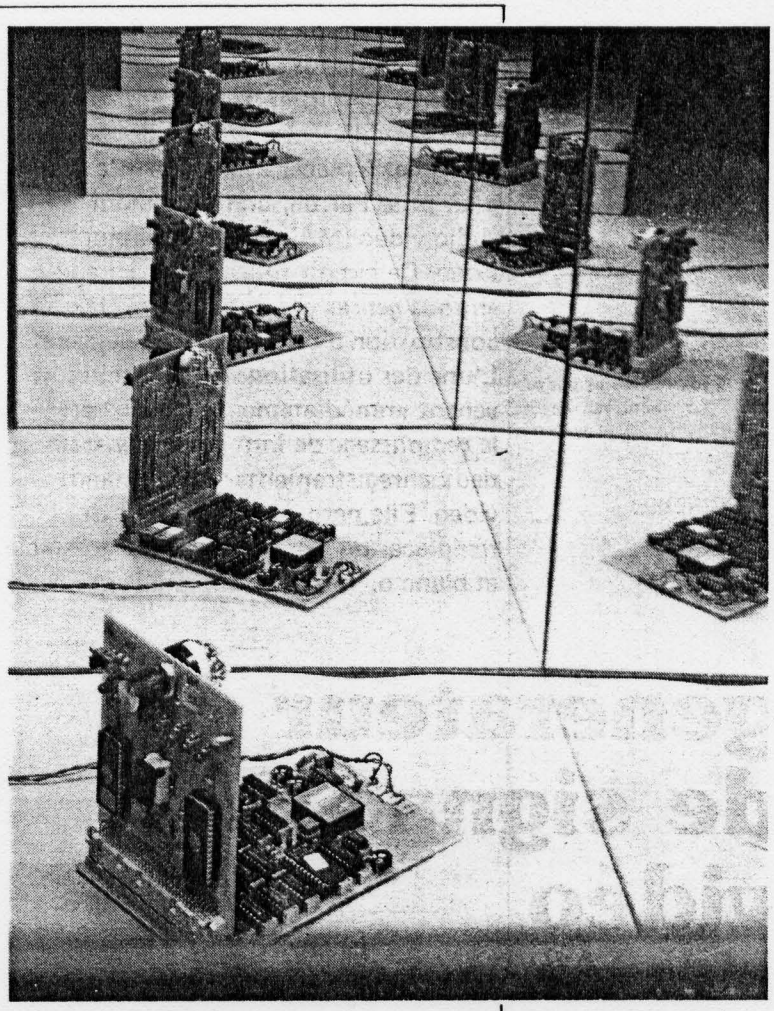
La broche 26 est reliée soit à V_{cc} par l'intermédiaire de Re2, soit à A13 à travers N33.

La broche 27 reçoit un signal qui est soit $\overline{PGM}$, soit $\overline{CS}$. Comme dans les deux cas, il s'agit de signaux de commande il n'est pas nécessaire de prévoir de commutation entre ces deux signaux. Le logiciel (se trouvant dans l'EPROM de contrôle) se

charge de faire appliquer le signal convenable à cette broche.
Le circuit de vérification est basé sur un comparateur de données (IC21). Les données présentes aux entrées DØ . . . D7 sont comparées à celles disponibles aux entrées DØ' . . . D7'. Si ces mots sont différents, FF1 reçoit un niveau logique haut. Cette bascule provoque l'illumination de la LED d'erreur. Simultanément, FF2 provoque l'arrêt instantané du générateur d'horloge.
Peu de temps après, Re2 coupe l'alimentation, les portes N21 . . . N24 restant elles sous tension. De ce fait, la LED de signalisation d'erreur reste illuminée. On peut tenter par action sur la touche de lancement, une seconde programmation, mais l'expérience nous a prouvé qu'il est quasiment certain que l'on obtiendra une signalisation d'erreur identique. Effectuer un (nouvel) effacement de l'EPROM destinée à recevoir les données peut constituer l'un des remèdes à cette situation.

Réalisation et réglage

Quelques informations destinées à ceux d'entre vous qui se lanceront dans la construction de ce montage. On y trouve 4 relais. Les 3 relais chargés de commuter la tension de programmation travaillent à un courant relativement faible; on peut utiliser des relais reed qui tiennent dans un support pour circuit intégré. Ils doivent avoir une tension de fonctionnement de 5 V. Les portes commandées par ces relais peuvent drainer 40 mA (sortie au niveau logique bas). Pour cette raison, la résistance de la bobine d'excitation du relais doit être supérieure ou égale à 125 Ω.
Re1, le relais qui alimente l'ensemble du montage doit pouvoir supporter un courant plus important, 0,5 A au minimum. Prendre un type de relais plus "costaud", un relais pour carte (Siemens par exemple); Re1 est commandé par N23, une porte capable de drainer 24 mA au maximum. Si vous souhaitez disposer d'un courant d'excitation plus important, vous pouvez remplacer le 74LS38 (IC6) par un 7438; un TTL standard supporte en effet une charge double de celle qu'est capable de supporter le TTL LS correspondant.
Lors de la mise en place des lignes d'alimentation, assurez-vous que seuls IC6 et IC20 sont alimentés directement. L'alimentation des autres circuits passe par Re1. Le +30 V dont est extraite la tension de programmation doit être une tension continue filtrée. Comme le courant en cause est faible, un condensateur de filtrage de faible capacité (100 μF) suffit.
Le montage ne comporte que 3 points de réglage. Par action sur P1, on ajuste la fréquence d'horloge du générateur à 1 000 Hz, réglage très délicat à réaliser sans fréquencemètre. Si on place S3, S4 et S5 sur la position convenant à la programmation d'une 27128, les 16 minutes de fonctionnement du générateur d'horloge devraient vous suffire pour effectuer le réglage de cette fréquence.



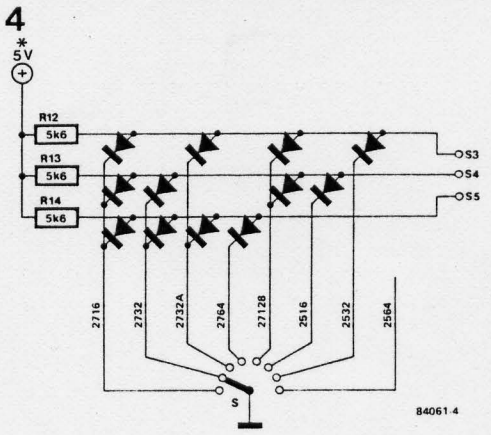


Figure 4. Un commutateur rotatif apporte un confort d'utilisation non négligeable, permettant de sélectionner un type d'EPROM d'un seul mouvement. Mais il vous faut dans ce cas, effectuer quelques soudures supplémentaires.

Il faut ensuite ajuster les tensions de programmation. Pour ce faire, on extrait (momentanément) IC19 de son support. Il ne faut pas encore (bien évidemment!!) mettre d'EPROM dans les supports!! Mettez les broches 9 et 19 du support d'IC19 au niveau logique bas en les reliant à la broche 10 (masse) à l'aide d'un petit pont de câble. Agissez ensuite sur P3 pour que la tension de programmation présente à la broche 3 de IC15 soit de 12 V. On ajuste la seconde tension de programmation de façon similaire. Reliez les broches 2 et 19 du support de IC1 à la masse et ajustez P2 de façon à mesurer une tension de 25 V à la broche 3 de IC15. On peut maintenant remettre IC19 dans son support, l'appareil est prêt à servir. ◀