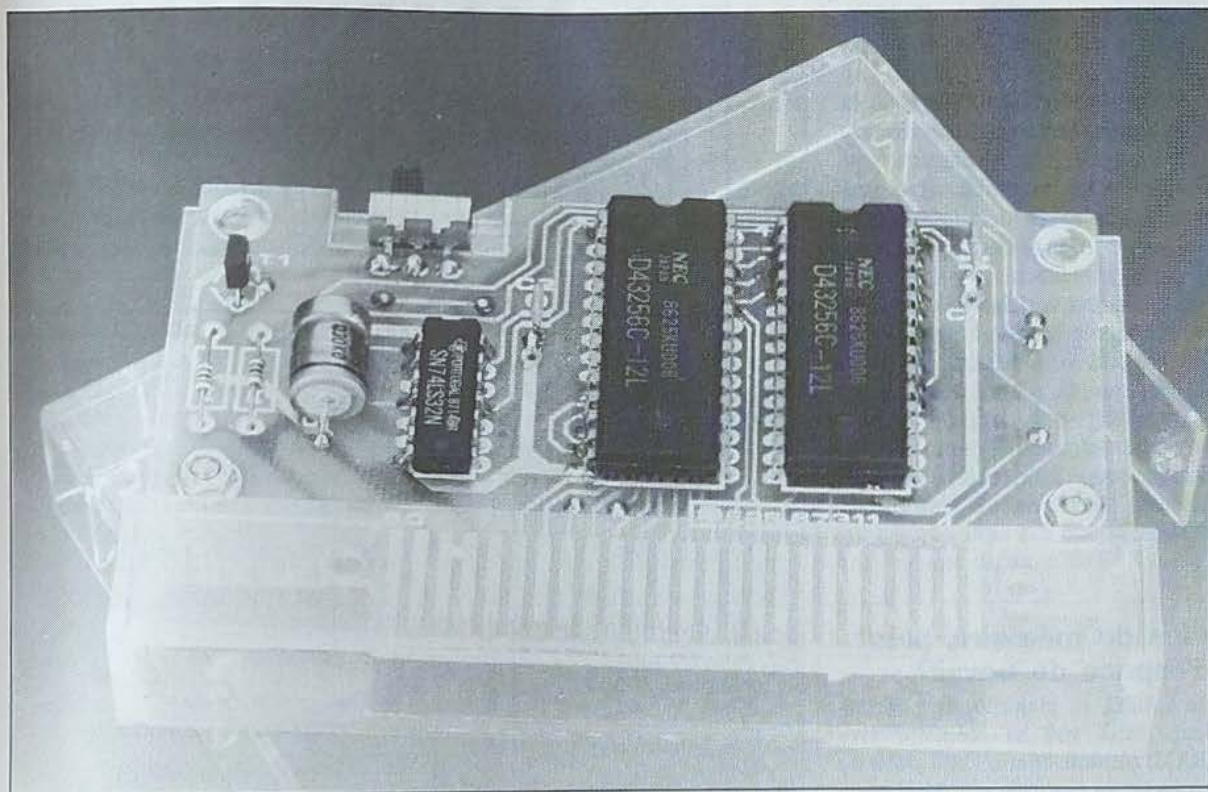


# extension de RAM statique pour ordinateur MSX

flexible (blocs de 32 et 64 Koctets) et sans soudure!!! (cartouche)



Tous les deux ans, la densité d'intégration des circuits intégrés double. Conséquence logique, le prix des mémoires baisse de semaine en semaine (s'il ne flambe pas brutalement lors d'une pénurie!!!). L'extension de mémoire statique présentée ici est destinée aux ordinateurs de la famille MSX moins richement dotés en mémoire que les ordinateurs actuels. Cette extension peut se faire par blocs de 64 Koctets et, grâce au ciel, ne nécessite pas d'intervention à l'intérieur de l'ordinateur (garantie, garantie combien de crimes ne commet-on pas en ton nom!)

Les ordinateurs actuels sont dotés d'une quantité de mémoire interne dont, il n'y a à peine qu'un lustre, on ne pouvait que rêver. Il y a un peu plus de deux lustres, une mémoire de 4 Koctets était le lot de nombreux ordinateurs. Aujourd'hui il est des "ordinateurs personnels" qui naissent avec 4 Moctets de mémoire! La majorité des possesseurs d'un ordinateur MSX ignorent sans doute que, lors de la définition du standard MSX, ses concepteurs avaient prévu une possibilité d'extension de la mémoire à 1 Moctet, ni plus, ni moins! Il n'existe pas à ce jour d'ordinateur MSX travaillant avec une mémoire de cette taille. L'extension de mémoire statique décrite ici permet un accroissement aisé de la mémoire dis-

ponible en blocs de 32 ou de 64 Koctets.

## La théorie

Le synoptique de la **figure 1** montre la cartographie de la mémoire d'un ordinateur MSX. En pratique, il n'existe pas un seul ordinateur de cette famille à utiliser dans sa totalité cette disposition mémoire.

En principe, chaque ordinateur MSX peut être doté de quatre connecteurs encartables primaires; chacun d'entre eux peut à son tour être subdivisé en quatre blocs de 16 Koctets. Dans le domaine attribué au premier connecteur (connecteur 0) sont prises la ROM-système et celle(s) du

BASIC. Ensemble, elles occupent la moitié du domaine mis à la disposition de ce connecteur, qui s'étend de l'adresse 0000<sub>H</sub> à l'adresse 7FFF<sub>H</sub>, soit 2 blocs ou 32 Koctets. Sur la majorité des ordinateurs, on a attribué à la RAM de travail un connecteur différent et un domaine d'adresse qui va lui de 8000<sub>H</sub> à FFFF<sub>H</sub>. Après une remise à zéro, le système d'exploitation explore les différents connecteurs à la recherche de RAM.

Comme l'illustre le synoptique de la **figure 1**, chaque connecteur peut recevoir une extension. Cette extension, qui nécessite une adjonction matérielle, permet l'utilisation de quatre bancs de mémoire identiques par connecteur, qui comme



c'était le cas pour les connecteurs primaires, ont une taille de 16 K. En pratique, une telle extension consiste à doter un connecteur primaire (l'un de ceux accessibles de l'extérieur) d'un module d'extension qui met à disposition un domaine d'adresses de 256 Koctets.

Le **tableau 1** montre les caractéristiques des différents types d'ordinateurs MSX vus sous l'angle de la mémoire disponible et du nombre de connecteurs encartables. Dans le cas des ordinateurs MSX de la seconde génération (les MSX 2), un nouveau système de gestion de la mémoire fait son apparition: le *memory mapper*. Ce système ne présente pas la moindre contrainte dans le cas d'une adjonction de mémoire statique, ce qui explique que nous ne nous y intéressions pas dans le cadre de cet article. Le tableau 1 montre quels sont les connecteurs dotés d'une extension interne.

En pratique, la plupart des ordinateurs MSX (1 ou 2) disposent de connecteurs encartables non-étendus, de sorte que l'adjonction directe de 64 voire 128 Koctets ne pose pas de problème.

### Plus de mémoire, plus d'espace de travail?

En BASIC, la majorité des ordinateurs MSX voit sa mémoire vive (RAM) rétrécir comme une peau de chagrin; en pratique elle se limite à quelque 23 Koctets. L'adjonction de 128 K ne change rien à la situation pour la simple et bonne raison que le BASIC n'est pas en mesure d'adresser cet espace mémoire additionnel. Un doute affreux vous saisit-il à la gorge? L'extension de mémoire proposée ici perd-elle tout intérêt? Bien sûr que non! Au contraire même. Nous ne nous serions bien évidemment pas donné la peine de concevoir ce montage. Il existe actuellement plusieurs programmes du commerce en mesure d'utiliser cette mémoire supplémentaire. Mieux encore, il en est certains qui ne peuvent travailler qu'à condition de disposer d'une mémoire de cette taille. En effet, les programmes en langage-machine sont parfaitement en mesure d'utiliser sans le moindre problème une telle mémoire supplémentaire. Contrairement à ce qui est le cas en BASIC, il n'existe pas de limitation de mémoire de ce genre en langage-machine. Notre extension de mémoire permet de faire fonctionner certains programmes de la première génération sur des ordinateurs de la seconde. En effet, certains des premiers programmes pour MSX supposaient que la

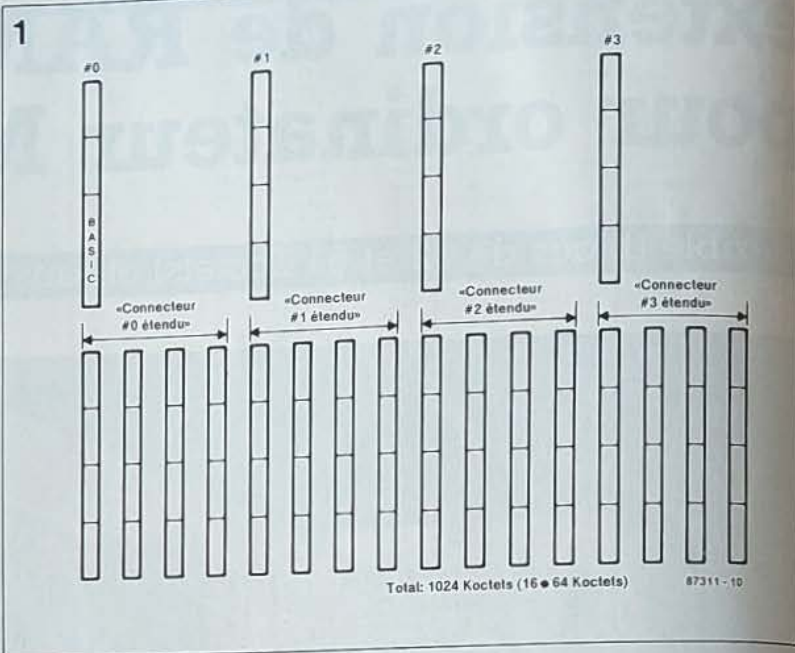


Figure 1. Synoptique de la cartographie mémoire standard des ordinateurs de la famille MSX.

Tableau 1.

MSX1	CONNECTEUR DE RAM	REMARQUES
AVT Daewoo DPC-200	1	
Canon V20	3	
Goldstar FC200	2	
JVC HC-7-gb	2	
Mitsubishi MFL-FX1	3-2	Connecteur 3 étendu, 64 K de RAM
Mitsubishi MFL-48	0	32 K de RAM
Mitsubishi MFL-80	1	
Panasonic CF2700	1	
Philips VG8020	3	
Philips VG8020/20	3-2	
Philips VG8010	0	32 K de RAM, connecteur 2 inutilisable
Sanyo MPC-100	3	
Sony HB 201p	3	16 K de progiciel en ROM dans connecteur 0
Sony HB 75p	2	16 K de progiciel en ROM dans connecteur 0
Sony HB 55p	0	16 k de RAM, 16 K de progiciel en ROM dans connecteur 0
Sony HB 10p	3	
Sony HB 501p	3	
Spectravideo 738	1	Connecteur 3 étendu, RS232/DiskROM
Spectravideo 728	1	
Toshiba HX-10	2	
Yamaha CX5M	0	32 K de RAM
Yashica YC-64	3	Connecteur 1 inutilisable
MSX2	CONNECTEUR DE RAM	REMARQUES
AVT Daewoo CPC-300	0-2	Connecteur 3 étendu. Memory mapper 128 K
Philips VG8220	3-2	Connecteur 3 étendu. 16 K de progiciel en ROM
Philips VG8230	3-2	Connecteur 3 étendu
Philips VG8235/8245	3-2	Connecteur 3 étendu.
Philips VG8250/8255	3-2	Memory mapper 128 K
Philips VG8280	3-2	Connecteur 3 étendu. Memory mapper 128 K.
Sony HB-F500P	0-0 0-2	Digitalisateur vidéo
Sony HB-F700P	3-3	Connecteur 0 étendu
Sony HB-F900P	3-2	Connecteur 3 étendu. Memory mapper 256 K
Sony HB-F9P	3-2	Connecteur 0 étendu. Digitalisateur vidéo
	3	Connecteur 3 étendu. Memory mapper 128 K. 16 K de progiciel en ROM

Tableau 1. Nombre et destination des connecteurs encartables des ordinateurs MSX les plus courants.



mémoire de 64 K n'était pas répartie sur plusieurs connecteurs. Cependant, si l'on prend les normes MSX au pied de la lettre, il ne s'agit pas là d'un impératif inconditionnel. A noter que cette absence de subdivision sur plusieurs connecteurs est bien la norme respectée par cette extension de mémoire.

Même en BASIC, cette extension présente une possibilité très attractive. Il est en effet possible de faire passer cette mémoire supplémentaire en mode "lecture seule" (*Read Only* ou *Write Protect*), ce qui permet, par exemple de vérifier qu'un programme, en BASIC ou en langage-machine, est "EPROMmable" (qu'il peut être grillé en EPROM et continuer de fonctionner convenablement). On peut ainsi, tester un programme que l'on prévoit de mettre en EPROM à l'aide du "programmeur d'EPROM pour MSX" par exemple (Elektor n° 105 et 106, mars et avril 1987). Ce "simulateur d'EPROM" évite qu'avant d'avoir conçu un programme fonctionnel on ait à griller à répétition d'innombrables EPROM (qu'il faut ensuite effacer de longues minutes).

Comme on attribue en règle généra-

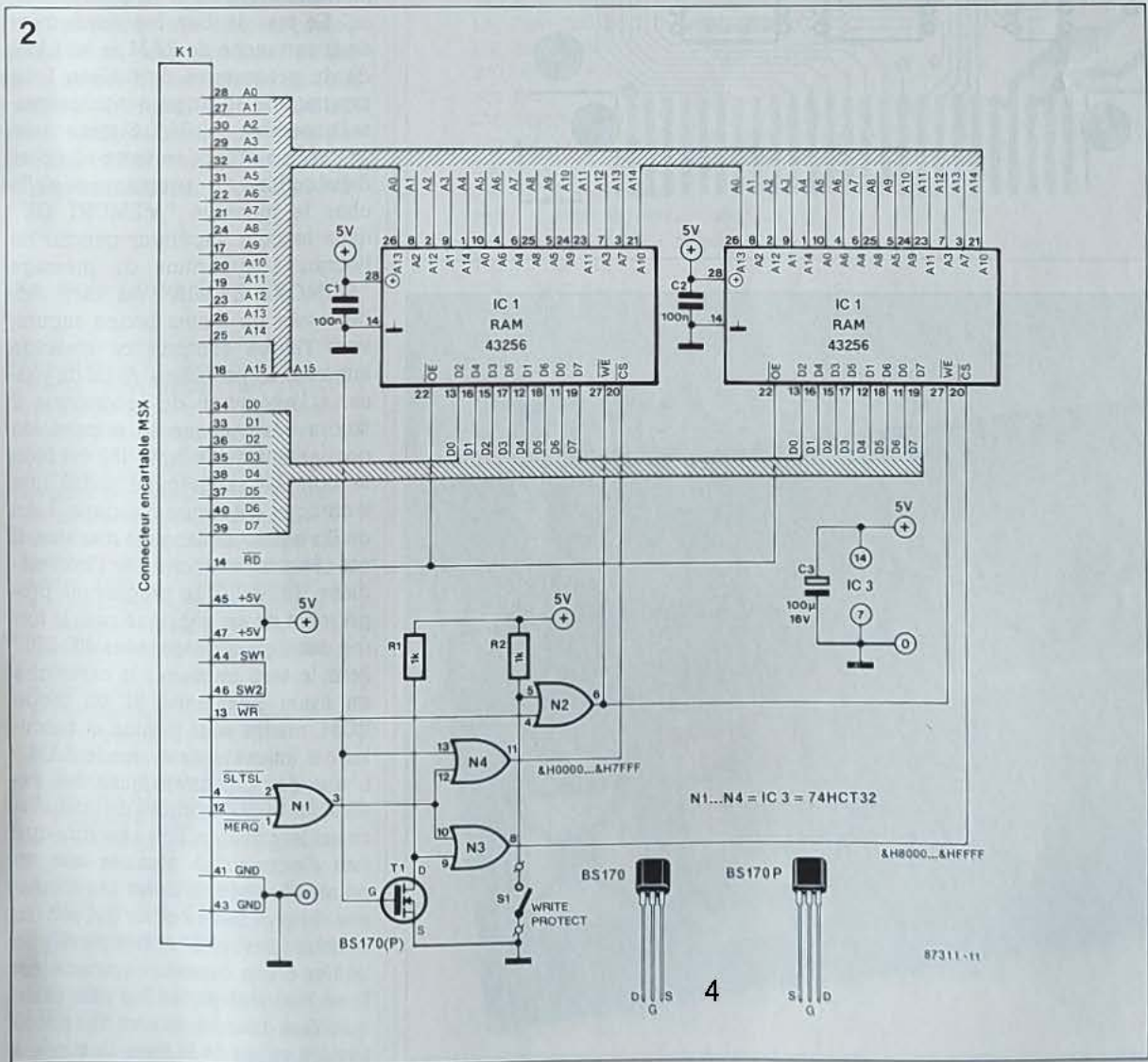
le un connecteur encartable de poids fort à la mémoire interne (le connecteur #3 par exemple) le système d'exploitation ne trouve cet espace mémoire qu'après avoir vérifié la présence sur tous les autres connecteurs de mémoire RAM additionnelle. Le système d'exploitation utilise le premier banc de RAM sur lequel il met la main. La recherche de mémoire se fait toujours par blocs de 16 Koctets, à commencer par le domaine qui s'étend de C000<sub>H</sub> à FFFF<sub>H</sub> et celui qui va de 8000<sub>H</sub> à BFFF<sub>H</sub>. Les 32 Koctets de RAM peuvent être répartis sur deux connecteurs différents.

Si l'on adopte un connecteur de poids plus faible, on peut faire en sorte qu'un autre banc de mémoire, l'extension proposée ici par exemple, soit choisi de préférence à la mémoire interne. Si la mémoire interne se trouve au banc #3 on pourra placer l'extension de mémoire au connecteur 0, 1 ou 2. La plupart des manuels de l'utilisateur signalent le connecteur auquel est reliée la mémoire interne. Quoiqu'il en soit, en cas de doute, il est probable que vous trouviez une réponse dans le tableau 1 qui récapitule les caractéris-

tiques techniques des ordinateurs MSX les plus connus. Si la RAM interne se trouve au connecteur 0 ou 1, c'est toujours elle qui sera sélectionnée.

### Le circuit: la simplicité d'abord

A y regarder de près, le schéma de la figure 2 mérite à peine que l'on en parle; il est difficile de faire plus simple. IC1 et IC2 sont deux circuits de mémoire du type XX256, de 32 Koctets chacun, qui, associés à un circuit de la famille 7400 et à deux résistances et trois condensateurs, constituent la totalité de l'électronique de ce montage. Le connecteur qui effectue la liaison entre la platine et le bus de l'ordinateur fait partie intégrante du circuit imprimé double face à trous métallisés. La porte N1 combine les signaux SLTSL (Slot Select = sélection de connecteur) et MERQ pour permettre l'adressage de la mémoire. Sachant que le signal SLTSL est prévu pour un domaine de mémoire de 64 Koctets (un connecteur) et que chacune des mémoires possède une capacité de 32 K seule-



**Figure 2. L'électronique de l'extension de RAM. Simple n'est-il pas?**

**Liste des composants:**

- Résistances:  
R1, R2 = 1 k
- Condensateurs:  
C1, C2 = 100 n  
C3 = 100 µ/16 V
- Semi-conducteurs:  
T1 = BS 170 (ITT) ou BS 170P (Ferranti).  
IC1, IC2 = 43256 (RAM 32 k x 8)  
IC3 = 74HCT32
- Divers:  
S1 = interrupteur simple à glissière



ment, il va falloir subdiviser cet espace de mémoire en deux blocs. Pour ce faire on utilise la ligne d'adresses A15. Cette ligne (A15) et son niveau inversé ( $\overline{A15}$ ) définissent, par l'intermédiaire des portes N3 et N4, deux zones de mémoire de 32 Koctets chacune. Via la porte N2, l'interrupteur de protection anti-écriture (*write protect*) S1 bloque le signal WR pour les deux zones de mémoire ce qui empêche une modification ultérieure de leur contenu. Si, pour quelque raison que ce soit, le prix actuel des mémoires statiques entre autres, vous préférez n'acquérir qu'un seul circuit, ou que vous vous contentiez de 32 K supplémentaires seulement, pas de problème, rien n'interdit de n'implanter que l'un

des deux circuits de mémoire (IC1 ou IC2), puisqu'ils fonctionnent indépendamment l'un de l'autre.

### Un module compact

Grâce à la platine double face à trous métallisés représentée en figure 3 la réalisation de ce montage, simple s'il en est, est à la portée de n'importe lequel d'entre nos lecteurs. A l'aide d'une scie égoïne fine on découpera les coins de part et d'autre du connecteur et l'encoche destinée à recevoir l'interrupteur S1. On pourra implanter tous les composants directement dans la platine dont on retrouve la sérigraphie de l'implantation des composants en

Figure 3. Représentation de la sérigraphie de l'implantation des composants du circuit imprimé double face à trous métallisés dessiné pour l'extension de RAM 64 K pour MSX.

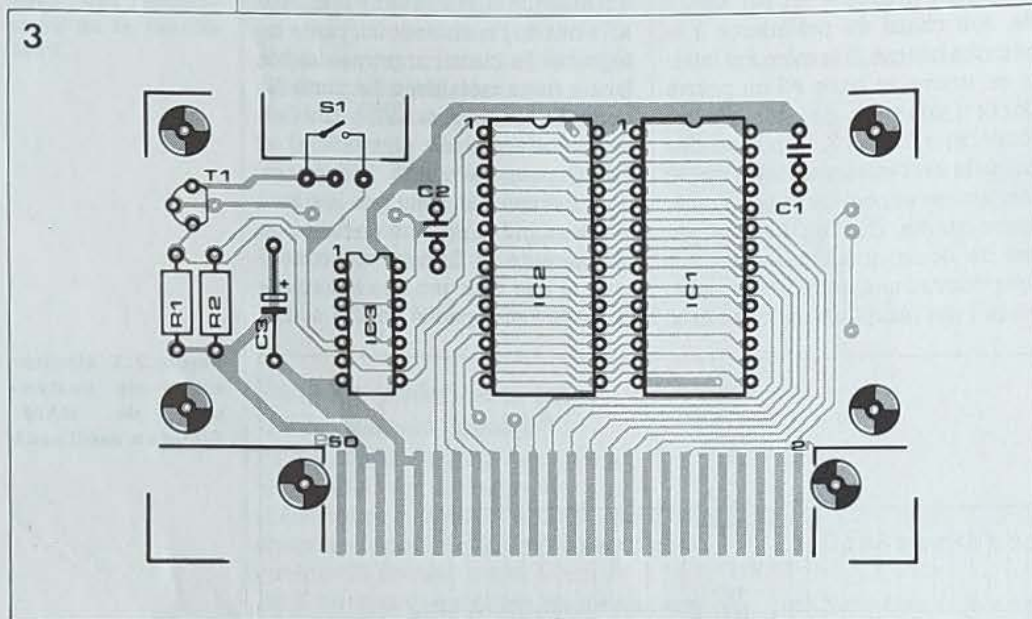


figure 3. Cependant, comme il s'agit de circuits intégrés (de plus en plus) précieux, IC1 et IC2 pourront être montés sur support (d'excellente qualité et à taille basse de préférence). La réalisation terminée, on testera le montage avant de l'implanter dans un boîtier. Deux remarques en ce qui concerne la réalisation. S1: on utilisera de préférence un interrupteur à glissière miniature: ses caractéristiques physiques garantissent un montage mécaniquement solide et compact. T1: ce transistor FET-MOS risque de poser un petit problème car il en existe deux versions: le BS 170 et le BS 170P. De forme différente (boîtier aplati en non pas semi-cylindrique), le BS 170P possède aussi un brochage différent: comparé au BS 170, la source et le drain sont intervertis. Le circuit imprimé a été conçu pour l'implantation de l'un ou l'autre de ces deux types de transistor; pour plus de sécurité, nous avons repris leur brochage dans le schéma de la figure 2. La sérigraphie de l'implantation des composants est prévue pour un BS 170. Prudence recommandée!

Comme nous le disions quelques lignes plus haut, il faudra tester le montage avant de le "mettre en boîte". Le test de bon fonctionnement de la cartouche de RAM se fait à l'aide du programme du tableau 1; ce programme en langage-machine teste l'ensemble des 64 K. Si tout se passe comme prévu, on verra en cours d'exécution du programme s'afficher le message "MEMORY OK" dans le coin supérieur gauche de l'écran. L'apparition du message "MEMORY ERROR" est bien évidemment de moins bonne augure; vous l'aurez compris, ce message annonce un problème. Avant de passer à l'exécution du programme il faudra vérifier que le numéro du connecteur de la ligne 130 est bien le bon. Le programme utilise une technique d'écriture classique: bien qu'il s'agisse de langage-machine, il est entré en mémoire par l'intermédiaire du BASIC. Le programme proprement dit est imbriqué sous la forme des lignes de données 330-550. Pour le test, implanter la cartouche en ayant positionné S1 en mode ROM, mettre sous tension et basculer cet interrupteur en mode RAM. L'une des caractéristiques des extensions et des modules du commerce est leur finition. Il va sans dire que tout électronicien amateur met un point d'honneur à doter ses montages du plus beau boîtier qui soit (si, si, nous en avons des exemples!!!). Le boîtier d'une cassette compacte est l'une des techniques les plus pratiques (ses dimensions sont très précisément celles de la fente destinée à



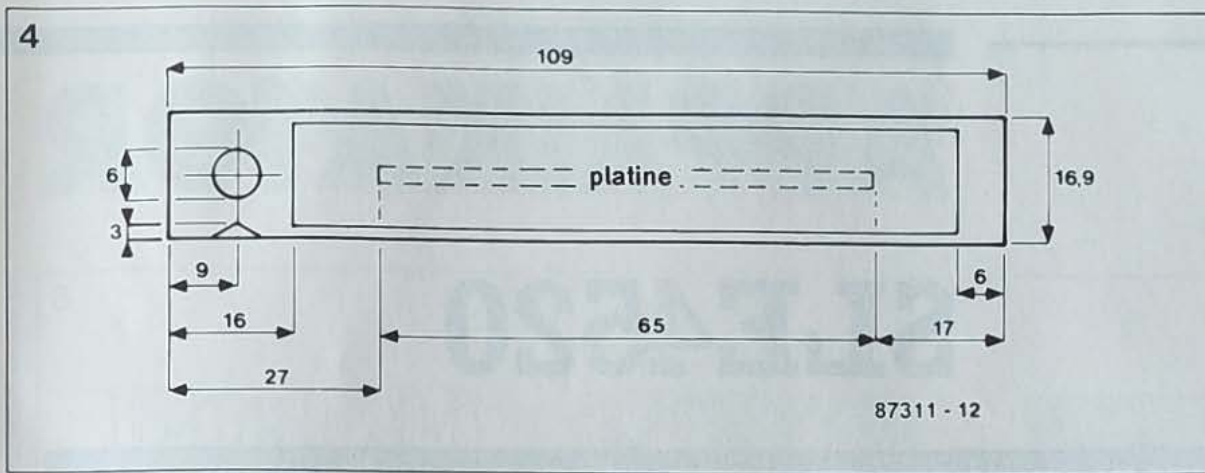


Figure 4. Dessin côté à consulter lors de la mise en place du circuit imprimé dans le boîtier de cassette compacte pour transformer celui-ci en boîtier pour cartouche d'extension de RAM 64 K.

une cartouche. Nous avons donné à la platine des dimensions qui permettent l'implantation dans un tel boîtier. La figure 4 montre comment effectuer l'implantation du circuit imprimé dans le boîtier de la cassette. Après avoir supprimé la face inférieure du boîtier, on fixe la platine à l'aide de quatre boulons (à tête fraisée de préférence) quatre paires d'entretoises et 4 écrous. La photographie d'illustration de l'article **extension MSX, cartouche timer + interface d'E/S** (n°103, janvier 1987) montre un boîtier de cassette transformé en boîtier pour cartouche. Pour lui donner une finition professionnelle, on peut envisager de doter le boîtier d'une couche de jolie peinture. Ceci fait, le montage est prêt à mettre sa mémoire à votre disposition, lors de vos applications en langage-machine en particulier. ■

### Le mois prochain:

Voici à nouveau arrivé le moment tant attendu de notre numéro double "Hors-Gabarit '88". Plus de 100 schémas et montages qui balayent l'ensemble du spectre des réalisations électroniques. Ajoutez à cela une quinzaine de dessins de platines et vous avez de quoi satisfaire de nombreux souhaits. Un aperçu sommaire de quelques-uns des montages présentés dans ce numéro double:

- platine d'expérimentation universelle encartable (PC & compatibles, BBC, Electron, MSX etc..)
- égaliseur
- commande de moteur pas-à-pas compacte
- adaptateur CMS → DIL
- diaporama pour C64
- amplificateur opérationnel de puissance (150 W)
- une imprimante pour deux ordinateurs
- instruments de mesure, dispositifs de test, etc. . .

Avec, en prime, deux réalisations KTE.

Un numéro qui fera date, ne le ratez pas!

### 5

```

10 ' ..... 64K memory check
20 '
30 ' This program first writes &H00 to each memory location from &H0000 to
40 ' &HFFFF. It then checks each location, starting at &H0000, and if the
50 ' contents is &H00, &HFF is written to that location.
60 ' After that, each location is checked again, now starting at &HFFFF,
70 ' and &H00 is written if the byte returned reads &HFF.
80 ' The current memory location is displayed in the top line of the screen
90 ' The program is halted whenever an error is detected.
100 ' By pressing the [CTRL],[SHIFT],[GRAPH] and [CODE] keys simultaneously
110 ' the machine code program can be halted while running.
120 '
130 CLEAR 200,&HB000: POKE &HB170,1 ' ..... select primary slot number
140 POKE &HFBB0,1: ' ..... enable stop by pressing ctrl-shift-graph-code
150 CLS: LOCATE 7,0: PRINT "Busy "
160 GOSUB 200
170 LOCATE 5,1
180 END
200 RESTORE 330
210 FOR I=0 TO &H16
220   C=0
230   FOR K=0 TO &HF
240     READ A$:B=VAL("&H"+A$)
250     POKE&HB000+I*16+K,B
260     C=C+B
270   NEXT K
280   READ A$:IF C=VAL("&H"+A$)THEN 300
290   PRINT "DATA ERROR IN LINE";330+I*10: END
300 NEXT I
310 DEFUSRO=&HB000: A=USR(0)
320 RETURN
330 DATA 21,0 ,0 ,39,EB,21,0 ,BA, F9,D5,21,0 ,0 ,11,0 ,0 , 420
340 DATA CD,31,B1,3A,70,B1,CD,14, 0 ,2C,20,F1,24,7C,FE,CO, 786
350 DATA 20,EB,CD,31,B1,DB,A8,F5, E6,3F,47,3A,70,B1,CB,F , 8D3
360 DATA CB,F ,B0,F3,D3,A8,3E,0 , 77,F1,D3,A8,FB,2C,20,E2, 942
370 DATA 24,7C,FE,0 ,20,DC,21,0 , 0 ,3A,70,B1,CD,31,B1,CD, 692
380 DATA C ,0 ,FE,0 ,20,3A,11,FF, 0 ,3A,70,B1,CD,14,0 ,2C, 4DC
390 DATA 20,E7,24,7C,32,FD,AF,FE, CO,20,DE,CD,31,B1,DB,A8, 973
400 DATA F5,E6,3F,47,3A,70,B1,CB, F ,CB,F ,B0,F3,D3,A8,7E, 90C
410 DATA FE,0 ,20,78,3E,FF,77,F1, D3,A8,FB,2C,20,DD,18,2 , 7F4
420 DATA 18,71,24,7C,FE,0 ,20,D3, 21,FF,FF,CD,31,B1,DB,A8, 86B
430 DATA F5,E6,3F,47,3A,70,B1,CB, F ,CB,F ,B0,F3,D3,A8,7E, 90C
440 DATA FE,FF,20,48,3E,0 ,77,F1, D3,A8,FB,2D,20,DD,25,7C, 84C
450 DATA FE,BF,20,D7,21,FF,BF,3A, 70,B1,CD,31,B1,CD,C ,0 , 876
460 DATA FE,FF,20,2F,11,0 ,0 ,3A, 70,B1,CD,14,0 ,2D,7D,FE, 641
470 DATA FF,20,E4,25,7C,FE,FF,20, DE,11,26,B1,21,7 ,0 ,6 , 6B5
480 DATA 9 ,1A,CD,4D,0 ,23,13,5 , 20,F7,18,1A,32,FC,AF,F1, 58F
490 DATA D3,A8,FB,11,19,B1,21,7 , 0 ,6 ,D ,1A,CD,4D,0 ,23, 4E3
500 DATA 13,5 ,20,F7,18,0 ,E1,F9, C9,4D,45,4D,4F,52,59,20, 5E3
510 DATA 4E,4F,54,20,4F,4B,4D,45, 4D,4F,52,59,20,4F,4B,0 , 43E
520 DATA 0 ,05,D5,E5,F5,22,2F,B1, 21,2F,B1,11,5 ,0 ,3E,0 , 5CB
530 DATA 6 ,1 ,E ,1 ,ED,67,F5,FE, A ,38,2 ,C6,7 ,C6,30,EB, 64F
540 DATA OD,4D,0 ,EB,F1,1B,5 ,28, EB,ED,67,23,6 ,1 ,D ,28, 5DC
550 DATA E3,F1,E1,D1,C1,C9,0 ,0 , 0 ,0 ,0 ,0 ,0 ,0 ,0 ,0 , 510

```

Figure 5. Programme de test de l'extension de mémoire RAM.