

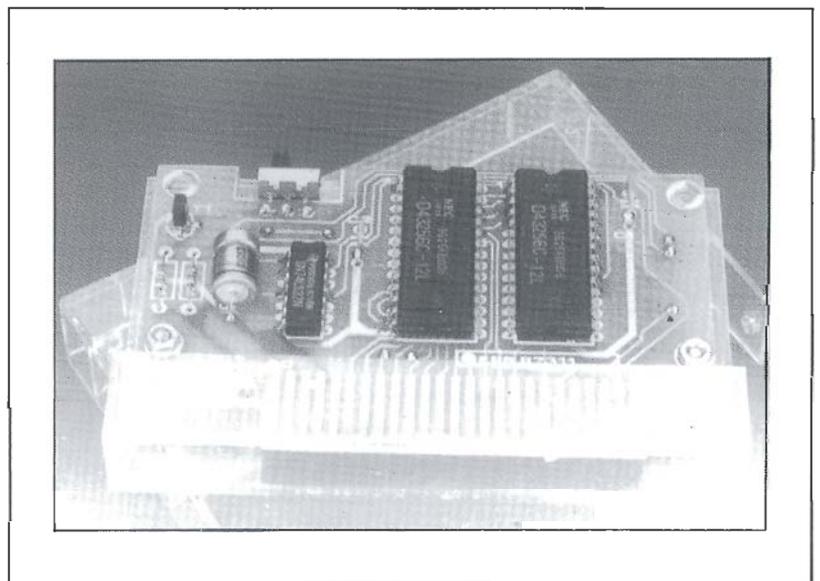
Aunque según la filosofía de los ordenadores MSX se puede direccionar hasta 1 Megabyte de memoria, el número de ordenadores que emplean más de 128 Kbytes es sorprendentemente bajo, y los módulos comerciales de ampliación de memoria son poco usuales. Para solventar este problema, hemos decidido presentar en esta ocasión una ampliación de memoria que permita a los usuarios de ordenadores MSX incrementar la memoria total disponible de su ordenador en pasos de 32 o 64 kbytes según sus necesidades.

AMPLIACIÓN DE 64K DE RAM ESTÁTICA PARA ORDENADORES MSX

Introducción

Los ordenadores MSX disponen de una tarjeta de 64 kbytes como memoria estándar, memoria que llega a 128 Kbytes en los modelos más recientes. A pesar de esto, los ordenadores MSX no han tomado la decisión de tender hacia una gran cantidad de memoria dentro del sistema. El diagrama de la figura 1 representa la estructura teórica del mapa de memoria dentro de la filosofía de los ordenadores MSX, el cual se desarrolló inicialmente para poder direccionar un total de 1 Mbyte. Sin embargo, en la práctica no existe actualmente un ordenador MSX que emplee todo el sistema de memoria disponible.

En principio, cualquier ordenador MSX puede albergar hasta cuatro de los denominados slots primarios, que a su vez se subdi-



viden cada uno de ellos en cuatro bloques de 16 Kbytes. El BASIC y la ROM que alberga el sistema operativo están situados dentro

del margen de direcciones del primer slot (número 0). Las dos ROM emplean hasta la mitad de este bloque, ocupando las direcciones

1

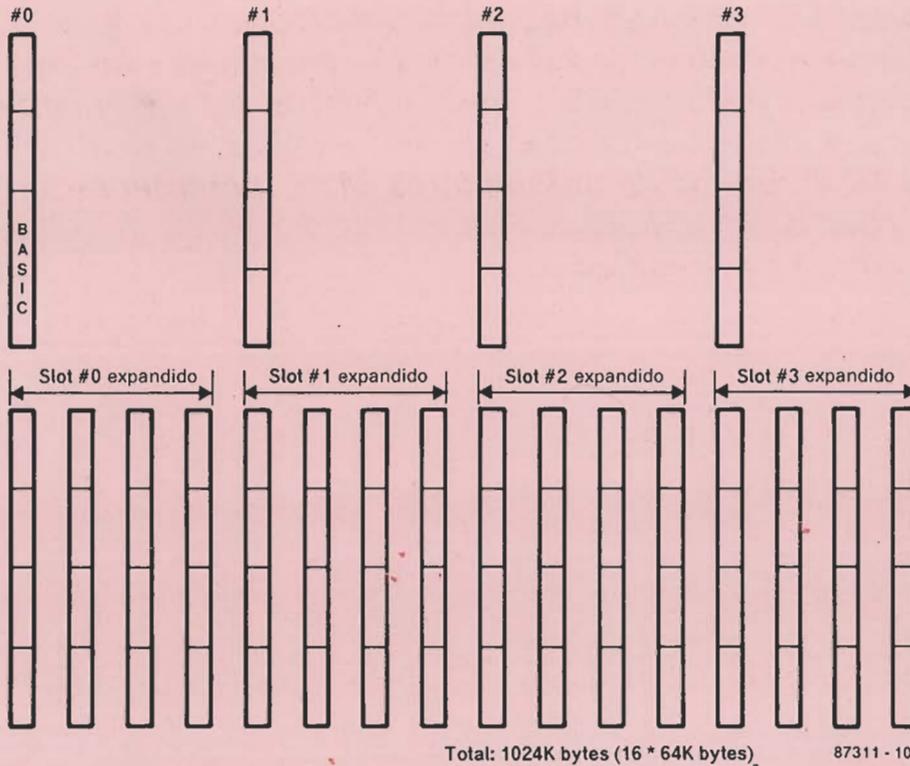
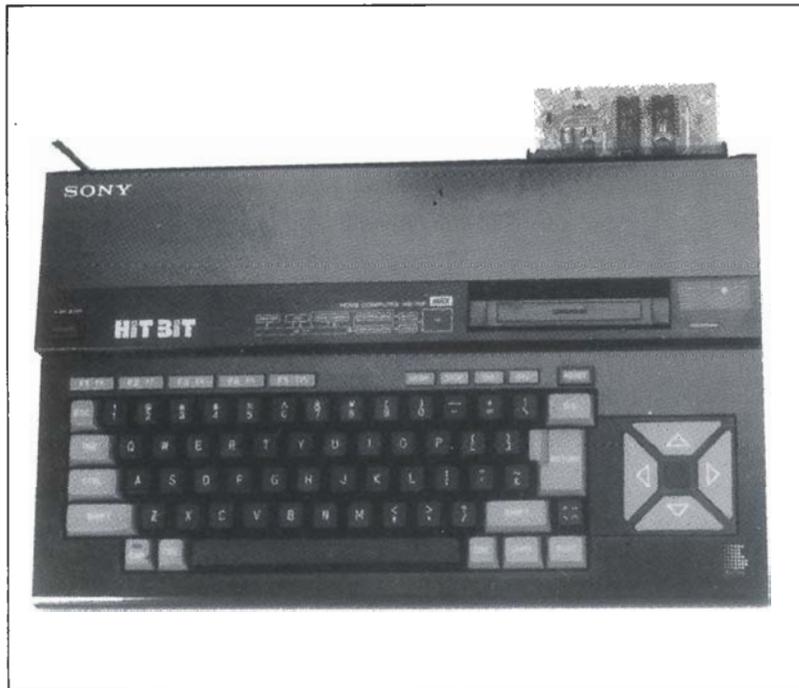


Figura1. Estructura teórica de la memoria en un ordenador MSX.

comprendidas desde 0000h a 7FFFh, esto es, dos bloques de 32 Kbytes. La memoria de acceso aleatorio o RAM usualmente se aloja en otro slot situado en el margen de direcciones 8000h a FFFFh. Después de un reset o encendido del equipo el sistema operativo ejecuta una rutina para examinar cuáles son los slots que albergan memoria RAM.

Cualquier slot se puede expandir con la ayuda del hardware adicional necesario. Debido a la propia estructura de los slots de expansión, se puede emplear cuatro bancos iguales por slot. Como el propio slot, estos bancos en principio estarán compuestos por cuatro bloques de 16 Kbytes. En la práctica, un circuito de expansión de slots permite extender la capacidad de memoria de un slot primario de 64 a 256 Kbytes.

La tabla 1 lista la estructura de slots de una serie de ordenadores MSX, mostrando también qué slots están expandidos internamente. La función de la denominada memoria «mapeada» en los ordenadores MSX2 puede ser olvidada en lo concerniente a la presente tarjeta de ampliación de memoria. La gran mayoría de los ordenadores MSX tienen al menos uno o dos slots no expandidos por lo que se pueden añadir



(Fotografía final). Ordenador MSX Sony HitBit ampliado con 64 Kbytes de memoria RAM.

64 o 128 Kbytes de memoria RAM sin problemas.

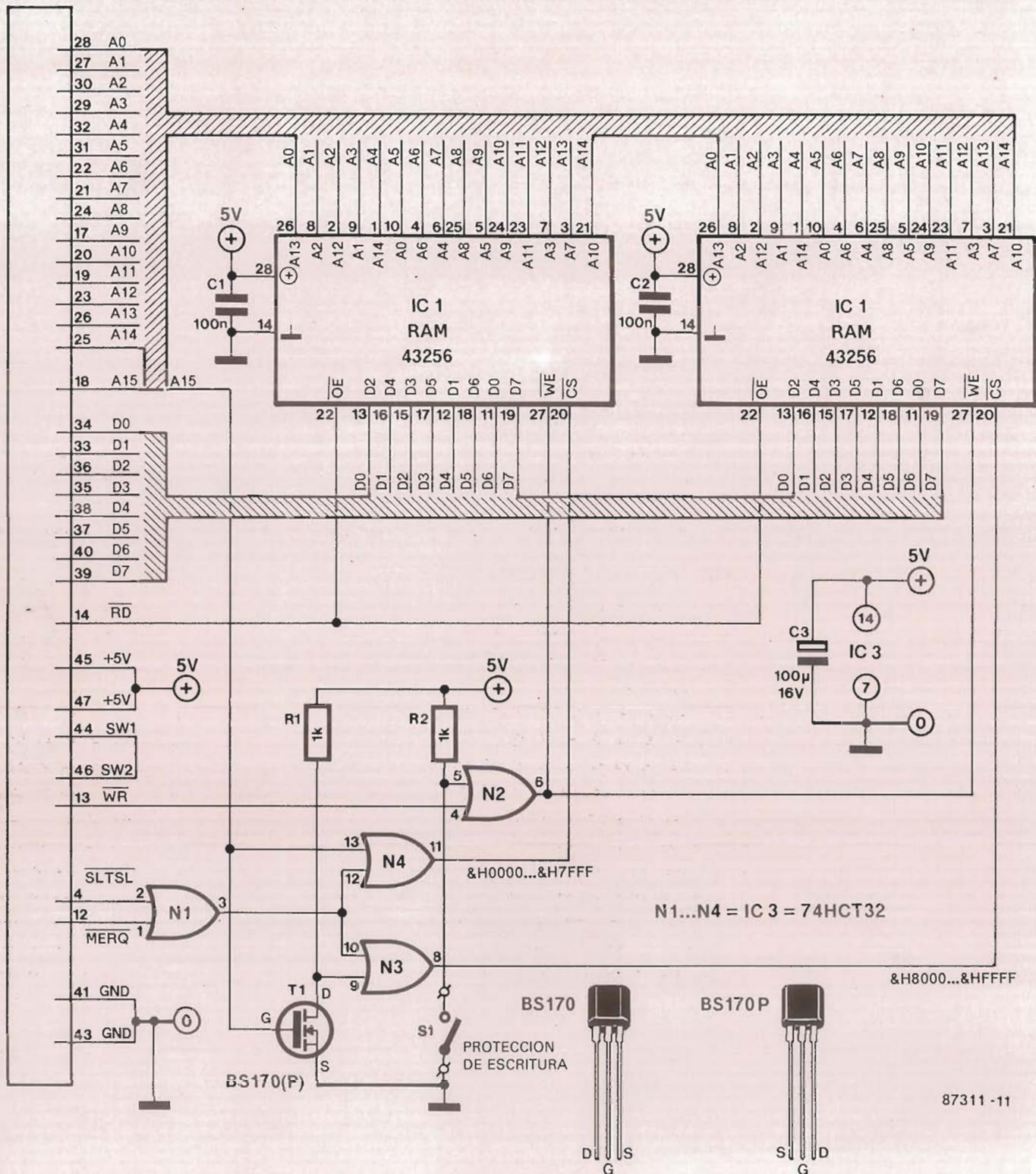
¿Más memoria significa más espacio de trabajo?

Cuando los ordenadores MSX están trabajando en BASIC tienen

relativamente poca memoria libre —en la práctica apenas llega a 23 Kbytes. A algunos de nuestros lectores les puede sorprender la afirmación de que si añadimos 128 Kbytes de memoria RAM no se soluciona esta limitación, dado que el BASIC no puede direccionar esta memoria adicional. En principio alguien se podría formular la pregunta: ¿esta limitación

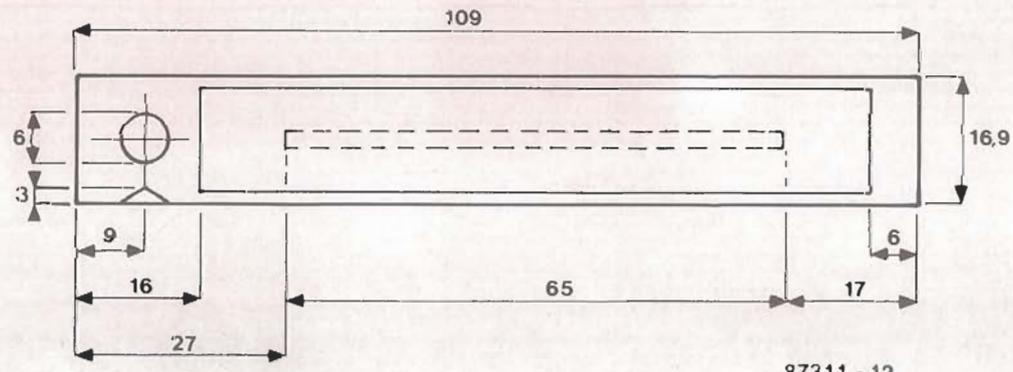
2

K1



87311 - 11

3



87311 - 12

```

10 ..... 64k memory check
20
30 This program fist writes &H00 to each address from &H0000 to
40 &HFFFF. It then checks each address, starting at &H0000, and if
50 the byte returned reads &H00, &HFF is written to that address.
60 Next, each address is checked again, now starting at &HFFFF,
70 and &H00 is written when the address reads &HFF.
80 The current memory address is displayed in the top line of the
90 screen. The program halts when a faulty address is found.
100 The machine code program can be halted by pressing
110 keys [CTRL], [SHIFT], [GRAPH] and [CODE] simultaneously.
120
130 CLEAR 200,&HB000: POKE &HB170,1 ..... select primary slot number
140 POKE &HFB00,1: ..... 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 DEFUSR0=&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,B4,25,7C,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 ,C5,D5,E5,F5,22,2F,B1, 21,2F,B1,11,5 ,0 ,3E,0 , 5CB
530 DATA 6 ,1 ,E ,1 ,ED,67,FS,FE, A ,38,2 ,C6,7 ,C6,30,EB, 64F
540 DATA CD,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

```

07311-13

Figura 2. Diagrama del circuito de la ampliación de 32 Kbytes o 74 Kbytes de RAM para ordenadores MSX.

Figura 3. Detalles del mecanizado de la caja realizada en torno a una casete musical.

Figura 4. Este programa se puede emplear para comprobar la ampliación de memoria.

hace inútil cualquier ampliación de memoria RAM? Afortunadamente, la respuesta es negativa. Evidentemente, el presente circuito no se hubiera desarrollado si el ordenador no se pudiera beneficiar de él. Existen programas capaces de emplear la memoria del BASIC MSX. Avanzando más allá, existen otros programas que sólo pueden trabajar cuando se instala la ampliación de memoria, desconociéndose por supuesto las anteriores limitaciones del BASIC cuando se emplea el código máquina.

En un gran número de casos, la ampliación de RAM descrita a continuación hace posible ejecutar viejos programas sobre los más recientes y modernos ordenadores. Esto es así en primer lugar porque las versiones de algunos programas no asumen que los 64 Kbytes de memoria están divididos en varios slots. Sin embargo, esto no es estrictamente necesario según la filosofía MSX. Por supuesto, en el caso de la presente ampliación de memoria RAM esta regla se ha respetado.

En BASIC, la tarjeta de ampliación de memoria ofrece una inte-

resante característica al permitir la memoria convertirse en memoria de solo lectura para comprobar si un programa en código máquina o en BASIC corre desde una EPROM. Los programas desarrollados por el usuario con la intención de almacenarlos en EPROM, pueden por lo tanto ser comprobados en RAM evitando la necesidad de borrar y cargar las EPROM por cada cambio mínimo en el programa (recordar que un programador de EPROM para ordenadores MSX se presentó en ELEKTOR Nº 89).

Dado que la memoria interna del ordenador normalmente está situada en un slot alto, el sistema de control no la encontrará hasta que se hayan examinado los otros restantes slots en búsqueda de memoria RAM. El sistema de control emplea el primer banco de memoria RAM que encuentra, comprobándolo en bloques de 16 Kbytes, esto es en el conjunto de direcciones COO0h a FFFFh y desde 8000h a BFFFh. Esto significa que los 32 Kbytes de RAM se pueden dividir en dos slots.

Cuando se selecciona un slot bajo, el sistema de control encon-

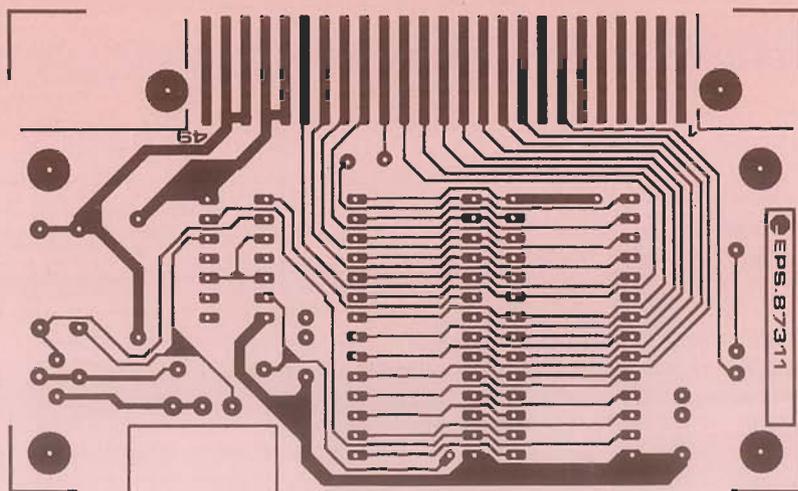
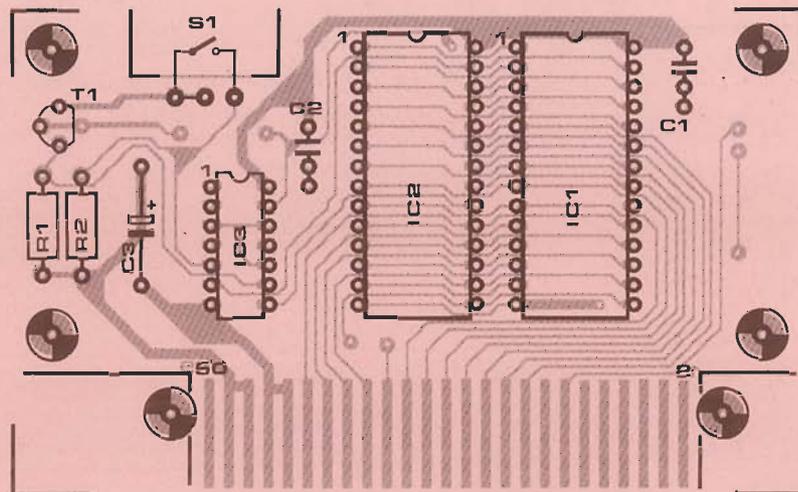
trará la tarjeta de ampliación de memoria antes de la memoria interna y la empleará como memoria de trabajo. Por ejemplo, cuando la memoria interna se sitúe en el slot 3, la asignación de slots para la memoria interna de un gran número de ordenadores MSX comerciales se puede observar en la tabla 1. Si su ordenador no se encuentra dentro de esta tabla, no dude en consultar el manual técnico suministrado con el mismo. La memoria RAM interna siempre se selecciona cuando se haya situada en los slot 0 ó 1.

Descripción del circuito

El diagrama del circuito de la tarjeta de ampliación de memoria RAM para los ordenadores MSX se representa en la figura 2. Como podrá observarse está compuesto tan sólo de dos circuitos de 32 Kbytes de RAM estática, un circuito integrado CMOS, dos resistencias, tres condensadores y un transistor FET, por lo que no puede ser más simple.

Figura 5. Serigrafía de montaje de la tarjeta de doble cara y taladros metalizados empleada en la ampliación de memoria para ordenadores MSX.

5



Lista de componentes

Resistencias ($\pm 5\%$):
R₁; R₂ = 1K0

Condensadores:
C₁; C₂ = 100 μ
C₃ = 100 μ ; 16 V; axial

Semiconductores:
T₁ = BS170 o BS170P
(ver texto)
IC₁; IC₂ = 43256 o
62256 32K \times 8 static
RAM
IC₃ = 74HCT32

Varios:
S₁ = interruptor
deslizante miniatura
EPS 87311

El conector K1 está formado por un conjunto de pistas estañadas de doble cara, constituyendo un conector de borde de tarjeta de circuito impreso.

La puerta N1 combina las señales /SLTSL y /MEMRQ para permitir la selección de los circuitos de memoria IC1 e IC2. Dado que estas memorias tienen una capacidad de 32 Kbytes cada una, y la señal /SLTSL está pensada para direccionar un margen de 64 Kbytes, la selección de bloques de memoria se tiene que dividir en dos bloques de 32 Kbytes. Esta

función se realiza por medio del conjunto de puertas N3 y N4 que combinan la información presente en el bit 15 de direcciones (A15) y su negada (/A15) con la salida de la puerta N1. El interruptor de protección contra escritura S1 bloquea la señal /WR para ambas memorias, a través de la puerta N2.

Por supuesto, los circuitos integrados IC1 e IC2 trabajan de forma independiente, y uno de ellos se puede omitir cuando tan sólo se necesite 32 Kbytes de memoria RAM extra.

Módulo compacto

La construcción de la ampliación de memoria RAM sobre la placa de circuito impreso EPS-87311 es inmediata debido al diseño de la misma en formato de doble cara con taladros metalizados. Antes de montar los componentes sobre la placa, utilizar una sierra de marquetería para cortar las dos esquinas próximas al conector K1 por las líneas sobreimpresas al circuito impreso. Realizar la misma operación con el área que rodea la ubicación del interruptor S1.

Para el montaje de los circuitos integrados de memoria (IC1 e IC2) se recomienda emplear zócalos de buena calidad. Aunque la máscara antisoldante empleada en la fabricación del circuito impreso asegura la adecuada protección contra los cortocircuitos entre pines o pistas adyacentes efectuados en el montaje de la placa, se recomienda, sobre todo a los lectores poco experimentados en montajes electrónicos, un trabajo cuidadoso en el montaje, empleando un soldador de baja potencia y de punta fina.

Debemos advertir la existencia de un posible problema en la realización práctica de la ampliación de memoria. El FET T1 se puede encontrar en el mercado con distintos encapsulados, ya sea con la denominación BS170 o con BS170P. La versión P tiene una disposición de patillas diferente como puede verse en el diagrama del circuito (Figura 2). La serigrafía de montaje reflejada en la placa de circuito impreso EPS-87311 corresponde con el modelo estándar BS170.

Comprobación práctica

La ampliación de memoria RAM para ordenadores MSX se puede comprobar funcionalmente antes de incorporarse a su caja definitiva. La figura 4 muestra el listado de un programa de prueba escrito en lenguaje BASIC MSX. El programa de prueba se carga en código máquina a través de instrucciones DATA con la ayuda de la instrucción POKE dentro de un bucle FOR/NEXT.

Antes de encender el ordenador, deberemos activar (cerrar) el interruptor S1 para situar la tarjeta de ampliación como un bloque ROM. Una vez que el ordenador haya finalizado su rutina de inicialización, abrir el interruptor S1 y escribir o cargar el programa de prueba, asegurándose que éste direcciona el correcto slot primario, que corresponde con el valor situado en el POKE de la línea 310. Como podrá observarse, el programa de prueba comprueba el espacio total de 64 Kbytes. Cuando la ampliación de memoria funciona correctamente, el programa muestra el mensaje «MEMORI OK» en la esquina superior izquierda de la pantalla. Si se detecta un error en el programa de prueba, éste responde con

el mensaje «MEMORY ERROR» en la misma posición.

Últimos detalles

El circuito impreso montado con todos sus componentes puede tomar el aspecto, una vez efectuada su comprobación funcional, de una caja compacta y rígida si se incluye dentro de una caja de cassette estándar de música —ver la fotografía en la introduc-

ción del artículo y el dibujo de la figura 3. Después de quitar la parte inferior de la caja, el circuito impreso se fija por medio de cuatro tornillos con sus correspondientes separadores. Una vez sellada la caja con ayuda de un spray adecuado, el módulo de ampliación de memoria está listo para su uso. ■

Referencias: Programador de EPROM para MSX 1 y 2, Elektor N° 89, Octubre 1987 y N° 90, Noviembre 1987.

Tabla 1

Asignación de slot en los ordenadores MSX

MSX1	RAM-SLOT	COMENTARIOS
AVT Daewoo DPC-200	1	
Canon V20	3	
Goldstar FC 200	2	
JVC HC-7-gb	2	
Mitsubishi MFL-FX1	3-2	Slot 3 expandido, 64 Kb RAM
Mitsubishi MFL-48	0	32 Kb RAM
Mitsubishi MFL-80	1	
Panasonic CF2700	1	
Philips VG8020	3	
Philips VG8010	0	32 KB RAM, slot 2 no utilizable
V68020/20	3-2	
Sanyo MPC-100	3	
Sony HB201p	3	16 Kb ROM firmware en slot 0
Sony HB75p	2	16 Kb ROM firmware en slot 0
Sony HB55p	0	16 Kb RAM, 16 Kb ROM firmware en slot 0
Sony HB10p	3	
Sony HB501p	3	
Spectravideo 738	1	Slot 3 expandido RS232/Diskrom
Spectravideo 728	1	
Toshiba HX-10	2	
Yamaha CX5M	0	32 Kb RAM
Yashica YC-64	3	Slot 1 no utilizable
MSX2	RAM-SLOT	COMENTARIOS
AVT Daewoo CPC-300	0-2	Slot 0 expandido 128 Kb Memoria mapeada
Sony HB-F500P	0-0 0-2	Slot 0 expandido
Sony HB-F700P	3-3	Slot 3 expandido 256 Kb Memoria mapeada
Sony HB-F900P	0-0 0-2	Slot 0 expandido Digitalizador vídeo
Sony HB-F9P	3-2	Slot 3 expandido 128 Kb Memoria mapeada 16 Kb ROM firmware
Philips VG8220	3-2	Slot 3 expandido 16 Kb ROM firmware
Philips VG8230	3-2	Slot 3 expandido
Philips VG8235/8245	3-2	Slot 3 expandido 128 Kb Memoria mapeada
Philips VG8250/8255	3-2	Slot 3 expandido 128 Kb Memoria mapeada
Philips VG8280	3-2	Slot 3 expandido 128 Kb Memoria mapeada Digitalizador vídeo