

MSX Article

MARMSX

*A Memória
do MSX (II)*

Resumo

O objetivo deste artigo é mostrar como funcionam os slots expandidos, bem como as memórias do tipo MegaROM, Mapper e SRAM.

1- Introdução

A partir do advento de jogos mais sofisticados, a comunidade MSXzeira viu-se forçada a aumentar os limitados 64 Kb de memória RAM. Dessa forma, surgiram cartuchos com memória ROM de 128 ou 256 Kb, bem como uma nova arquitetura de memória RAM chamada de Memory Mapper. Além disso, os novos MSXs passaram a utilizar um recurso até então utilizado somente pelos expansores de slots – a expansão de slots. Assim, cada slot pode ser expandido em até quatro sub-slots, totalizando 16 sub-slots no sistema. A figura 1 apresenta a configuração de slots e sub-slots do Expert MSX 2+.

Página	Slot 0.0	Slot 1.0	Slot 1.1	Slot 1.2	Slot 1.3	Slot 2.0	Slot 3.0
0	ROM Principal		Cartucho "A"	Sub-ROM	Reservado	RAM e Memory Mapper 256 Kb	Cartucho "B"
1		MSX-DOS 2		FM			
2							
3							

Figura 1. Configuração do Expert MSX 2+ transformado no Brasil pela DDX [1].

Um bom exemplo do uso de slots expandidos é a SUB-ROM do MSX 2. De modo a acompanhar as mudanças no MSX 2, a ROM foi estendida com as novidades do sistema, passando a ter 48 KB, em vez dos 32 KB. Entretanto, a parte excedente não poderia ocupar a página 2 do sistema, que já era destinada aos programas em Basic na RAM. Assim, a parte nova de 16 KB foi colocada em no sub-slot 1.2, também na página 0, e sem ocupar totalmente o slot 1, que está livre para mais 3 outras memórias.

2. Slots expandidos ou sub-slots

Os slots do MSX podem ser expandidos em até quatro sub-slots, onde cada um pode gerenciar até 64 Kb de memória. Dessa forma, a memória do MSX aumenta significativamente, podendo ser acoplado ao sistema dessa maneira até 1 MB.

A partir desse conceito, cada página passa a acessar um sub-slot e não mais um slot. A porta &HA8 continua a configurar os slots, enquanto que o endereço de memória &HFFFF configura os sub-slots, conforme mostra a figura 2.

Bit	7	6	5	4	3	2	1	0
Página	3		2		1		0	

Figura 2. Configuração dos sub-slots no endereço &HFFFF.

Entretanto, a configuração de sub-slots corresponde ao slot setado para a página 3. Por exemplo, se a página 3 estiver setada para o slot 1, a leitura de &HFFFF irá retornar a configuração de sub-slots de cada página do slot 1.

Seja o exemplo de configuração de sub-slots da figura 3. Caso se deseje configurar a página 2 para acessar o sub-slot 1.1 (Jogo 2), primeiramente deve-se alterar a página 3 para o slot 1 (o slot primário do sub-slot 1.1). Em seguida, selecionar o sub-slot 1 para a página 2. Por fim, deve-se retornar a página 3 ao slot de origem. O programa em Assembly a seguir ilustra isso.

```
LD A,&B01110000 ; Ajusta a página 3 para o slot primário 1
OUT (&HA8),A ;
LD HL,&HFFFF ;
LD (HL),&B00010000 ; O Jogo 2 está no sub-slot 1 do expansor
LD A,&B11010000 ; Devolve a página 3 para a RAM e
OUT (&HA8),A ; ajusta a página 2 para o slot primário 1
```

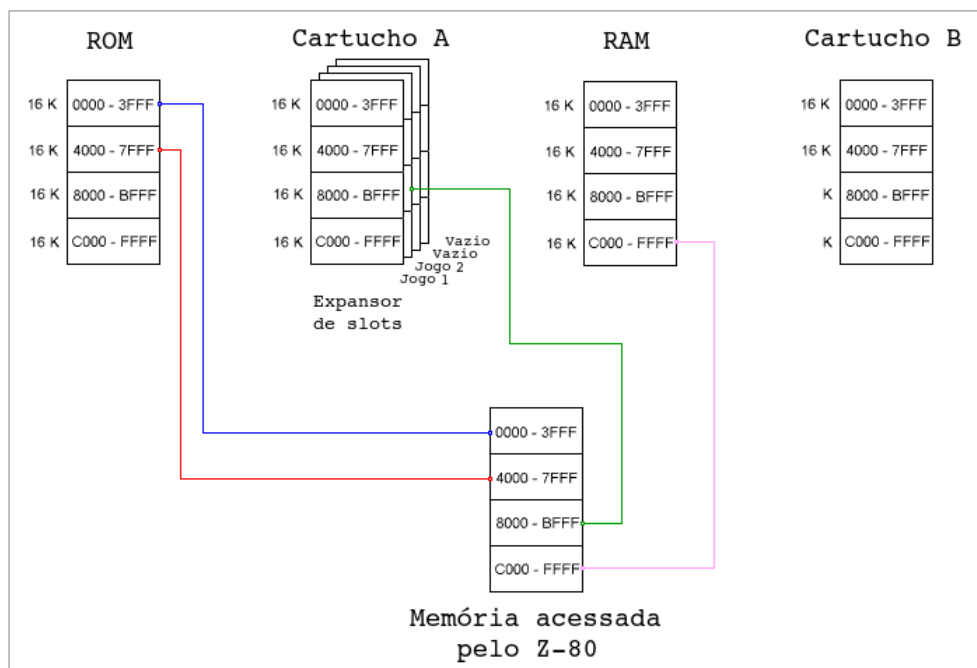


Figura 3. Exemplo de configuração de memória do MSX.

Deve-se ter em mente que o programa em Assembly não poderá estar na mesma página em que o slot será alterado, conforme já foi discutido na primeira parte desse artigo.

3- Memory Mapper

A partir dessa nova arquitetura, a memória RAM pode ser expandida em até 4 MB, consumindo apenas um sub-slot. Isto se deve graças a um chaveamento interno dessa memória, que permite acessar até 256 bancos de 16 KB [1].

A Memory Mapper é gerenciada através de 4 portas: &HFC, &HFD, &HFE, &HFF. Cada uma contém a identificação do banco de memória de 16 KB e também representa

uma página da memória principal. Assim, a porta &HFC indica qual banco da Mapper irá ocupar a página 0, a porta &HFD o banco da página 1, a porta &HFE o banco da página 2 e a porta &HFF o banco da página 3.

A figura 4 apresenta um exemplo de configuração de Memory Mapper, com tamanho igual a 256 KB.

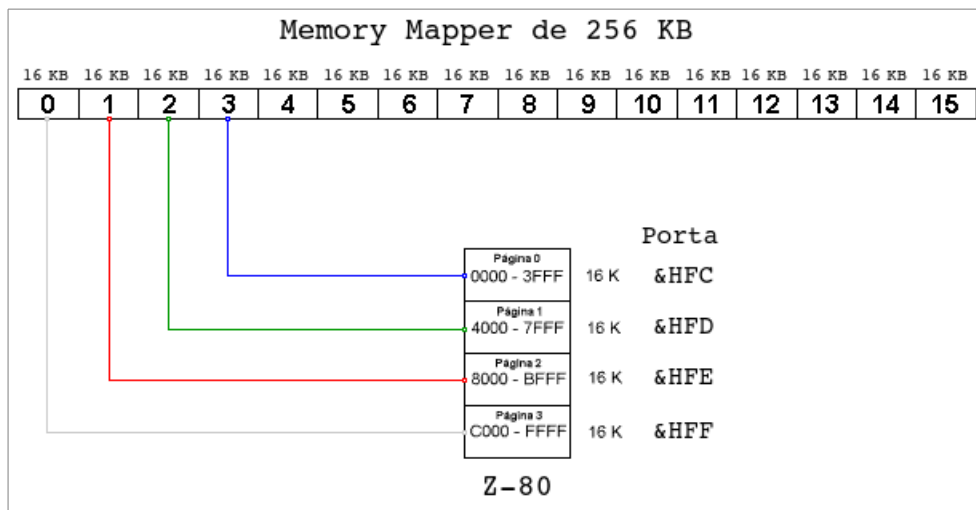


Figura 4. Exemplo de configuração da Memory Mapper.

Em micros com a Mapper interna, a memória de 64 Kb é substituída pela Mapper de 256 ou 512 KB. Então, quando o MSX é iniciado, a configuração inicial da Mapper [1] é a apresentada na figura 4.

O máximo de memória que a Mapper pode acessar são 4 Mb. Isto porque a porta do MSX é de 8 bits (0 a 255) e assim só é possível endereçar 256 páginas de 16 Kb, totalizando 4096 bytes.

É possível colocar no sistema mais de uma Memory Mapper, cada uma em um sub-slot diferente. O sistema além reconhecer automaticamente as memórias, irá fazer a numeração dos bancos das corretamente. Por exemplo, se estiverem acopladas duas Mappers de 256 KB, o sistema além de reconhecer os 512 KB, irá destinar o valores dos bancos de 0 a 15 para a Mapper 1 e os valores de banco de 16 a 31 para a Mapper 2 [1].

De forma a verificar a troca de bancos da Mapper, digite a seguinte linha de programa em Basic, em um MSX que possua a Memory Mapper:

```
10 rem Pagina 1
```

Em seguida, dê o seguinte comando direto em Basic:

```
OUT &HFE,5
```

Dê o comando em Basic “list”. O que aconteceu? O programa sumiu. Isto se deve ao fato da página 2 agora acessar a página 5 da Mapper, em vez da 1.

Para retornar à página 1, dê o comando em Basic:

```
OUT &HFE,1
```

Ao dar novamente o comando “list”, o programa está lá de volta.

Assim, é possível ter diferentes programas em Basic na página 2, distribuídos nos diversos bancos da Mapper.

Descobrimo o tamanho da Mapper

Quando uma porta de &HFC a &HFF é lida, a informação da quantidade de bancos é mesclada com o número do banco utilizado no momento. Os bits mais altos correspondem à quantidade de blocos da Mapper, enquanto que os bits mais baixos o número do bloco.

A capacidade da Mapper em bytes pode ser calculada através do seguinte comando em Basic, quando a máquina é iniciada (sem alterações de Mapper na página 0):

```
PRINT 256 - INP(&HFF)
```

A tabela 1 apresenta os principais tamanhos e seus respectivos valores lidos em uma das portas da Mapper.

Tamanho em bytes	Blocos	Valor lido nas portas &HFC - &HFF
256	16	&B1111xxxx
512	32	&B111xxxxx
1024	64	&B11xxxxxx
2048	128	&B1xxxxxxx
4096	256	&Bxxxxxxxx

Tabela1. Valores lidos nas portas &HFC - &HFF e os respectivos tamanhos de Mapper.

Calculando a capacidade da Mapper a partir da configuração inicial da máquina, é possível determinar a quantidade de bits que representam o número bloco. No caso da Mapper de 256, são 4 bits e o da Mapper de 4096, são os 8 bits. Os símbolos “x” na tabela 1 assinalam os bits reservados para representar o número do bloco.

O programa em Basic a seguir exibe quais os blocos da Mapper estão sendo acessados por cada página.

```
10 M = (NOT INP(&HFF)) AND &HFF
20 FOR P=0 TO 3
30 PRINT"A pagina";P;"tem o bloco"; INP(&HFC+P) AND M;"da Mapper."
40 NEXT P
```

4- MegaROM e MegaRAM

MegaROM é um cartucho com memória ROM superior a 64 Kb, criado para comportar jogos de maior porte. A MegaRAM é uma versão desse cartucho, com memória RAM em vez de ROM. Elas são acessadas através do slot o qual foram conectadas.

O funcionamento dessa memória é semelhante ao da Memory Mapper. Ela também realiza chaveamento interno para acessar os bancos de memória. Entretanto, somente as páginas 1 e 2 da memória principal estão disponíveis para acessar a MegaROM. Além

disso, os bancos de memória podem possuir 8 KB em vez de 16 KB. Dessa forma, cada página da memória é dividida em duas partes de 8 Kb. Uma MegaROM ou MegaRAM podem ter no máximo $256 \times 8 \text{ KB} = 2 \text{ MB}$ ou $256 \times 16 \text{ Kb} = 4 \text{ MB}$.

A figura 5 apresenta a estrutura em memória da MegaROM ou MegaRAM.

Página 0	0000 - 3FFF	ROM BIOS
Sub-página 1.0	4000 - 5FFF	MegaROM ou MegaRAM
Sub-página 1.5	6000 - 7FFF	
Sub-página 2.0	8000 - 9FFF	
Sub-página 2.5	A000 - BFFF	
Página 3	C000 - FFFF	Memória RAM

Figura 5. Esquema da MegaROM e MegaRAM, com bancos de 8 KB.

A maioria das MegaROMs possuem bancos de 8 KB. Entretanto, há modelos com 16 KB, como o da ASCII e do jogo R-Type. Quando o banco for de 16KB, a divisão das páginas 1 e 2 é a mesma da Memory Mapper.

São 4 registros que controlam a página ativa da MegaROM. Eles são acessados via a escrita em qualquer posição de memória de uma sub-página que se deseje alterar. Por exemplo, para alterar o bloco da sub-página 1.0 para 7, deve-se escrever o valor 7 em qualquer posição de memória entre $\&H4000$ e $\&H5FFF$. Já a leitura de dados na MegaROM é normal, ou seja, basta ler o dado na posição de memória desejada.

A MegaRAM precisa de mais um registro para poder escrever nos blocos de memória. Este registro controla dois modos de acesso:

- Modo 0 - MegaROM, onde a escrita altera o bloco da MegaROM / MegaRAM.
- Modo 1 - MegaRAM, onde a escrita altera o valor da posição de memória.

O controle de modo é feito da seguinte maneira:

- Modo 0 - enviar um valor qualquer para a porta $\&H8E$.
- Modo 1 - ler um dado da porta $\&H8E$.

O exemplo a seguir ilustra como escrever o valor $\&H45$ na posição de memória $\&H10$ do bloco 20 da MegaRAM. A sub-página 2.0 será utilizada para isso. Assim a posição de memória a ser escrita é $\&H8000 + \&H10 = \&H8010$.

```

OUT (&H8E),A      ; Seta modo 0 para escolher o bloco
LD HL,&H8000      ;
LD (HL),20       ; Bloco 20 em 2.0
IN A,(&H8E)      ; Seta modo 1 para escrever na memória
LD (&H8010),&H45 ; Escreve no bloco

```

A MegaRAM Disk é uma MegaRAM contendo o sistema operacional MSX-DOS dentro de um ROM de 16 KB, e é capaz de se comportar como um disk-drive. Para acessar a ROM, é só enviar um OUT para a porta $\&H8F$. Já a RAM, um OUT para $\&H8E$.

5- SRAM

A SRAM é uma memória RAM especial, presente em alguns cartuchos como o FM-PAC, em que seu conteúdo de memória é preservado mesmo quando o micro é desligado, graças a uma bateria.

Alguns jogos utilizam a SRAM do FM-PAC para armazenar dados do andamento do jogo, como por exemplo o Dragon Slayer 6. Isto representou uma enorme vantagem, pois não era mais necessário destinar um disquete inteiro de 360 ou 720 KB somente para guardar uma pequena quantidade de dados.

A SRAM possui 8 KB, e é dividida em 8 bancos de 1 Kb, para guardar informações de até 8 jogos diferentes. Para acessar a SRAM, deve-se alterar o slot da página 1 para o slot em que estiver inserido o cartucho, além de enviar os seguintes dados à memória:

Endereço	Valor
&H5FFE	&H4D
&H5FFF	&H69

Após essas operações, a SRAM é habilitada e pode ser acessada na faixa de endereço de &H4000 a &H5FFF. Para habilitar a leitura da ROM do FM-PAC, deve-se mudar o valor dos endereços de memória &H5FFE ou &H5FFF para valores diferentes do da SRAM.

6- Créditos e referências

Este artigo foi escrito por Marcelo Silveira, Engenheiro de Sistemas e Computação, formado pela UERJ.

Escrito em: maio de 2004.
Revisado em: julho de 2017.
e-mail: flamar98@hotmail.com
Homepage: <http://marmsx.msxall.com>

Referências:

- [1] - CPU MSX número 30, Bonus Rio editora, Artigo de Julio Marchi e André Tupinambá.
- [2] - MSX 2 Technical Handbook, ASCII Corporation - Japan, março de 1987.
- [3] - Livro Vermelho do MSX, editora Mc Graw Hill.
- [4] - CPU MSX número 36, Bonus Rio editora, Artigo de R. Pontes e Roberto Silva.
- [5] - CPU MSX número 33, Bonus Rio editora, Artigo de Julio Marchi e André Tupinambá.
- [6] - MegaROMs em <http://www.msxnet.org/tech/megaroms>.