

## MEMÓRIA FLASH

### 1. INTRODUÇÃO:

A memória Flash é um tipo de **EEPROM** (electrically erasable programmable read-only memory, ou memória apenas de leitura programável e apagável eletricamente). Nas EEPROMs, os chips não precisam ser removidos para serem regravados, e alterar seu conteúdo não requer qualquer equipamento adicional além de não ser necessário apagar todo o chip quando deseja-se alterar apenas uma parte específica dele, alterar seu conteúdo não requer qualquer outro equipamento adicional. Em vez de usar luz UV, como nas PROMs, para apagar o conteúdo da célula de uma EEPROM é aplicado um campo elétrico em cada célula. Desta forma, nas EEPROMs podem ser alterados apenas um byte de cada vez, o que as torna versáteis, porém lentas. Na realidade, chips de EEPROM são muito lentos para serem usados em produtos que necessitam de rápidas mudanças em seus dados armazenados. Para compensar essa limitação foi criada a memória Flash a qual utiliza **uma fiação interna** para apagar a memória aplicando um campo elétrico em todo o circuito ou em uma seção pré-determinada do circuito, chamada de **blocos**. A memória Flash funciona muito mais rapidamente que as tradicionais EEPROMs porque grava os dados em blocos, geralmente de 512 bytes, em vez de 1 byte por vez.

### 2. CARACTERÍSTICAS DA MEMÓRIA FLASH:

A memória flash, embora seja uma EEPROM, é um tipo de memória com características muito semelhantes à memória RAM, apenas com o diferencial crucial de ser não volátil. Em outras palavras, isso significa que ela é capaz de preservar os dados armazenados por um longo tempo sem precisar de alimentação elétrica.

Outro ponto é a relação entre o tamanho físico de um chip de memória flash e a sua capacidade de armazenamento. Apesar de possuir uma arquitetura um pouco mais complexa que a da tradicional RAM, os chips de memória flash ocupam muito menos espaço e armazenam uma quantidade grande de dados.

Em resumo as características da memória flash são:

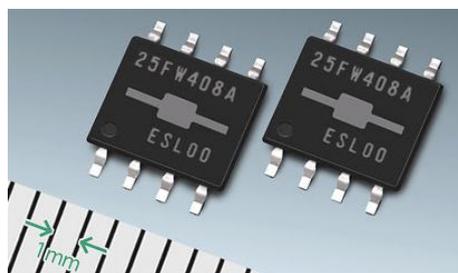
- a memória flash é silenciosa;
- permite acesso rápido;
- é pequena em tamanho;
- é leve;
- armazenam uma quantidade grande de dados.
- Apresenta alta durabilidade.
- Apresenta baixo consumo de energia.
- Apresenta grande resistência a choques mecânicos( por não possuir partes mecânicas e não ter partes removíveis.
- Velocidade elevada em relação à RAM
- Baixo custo
- Alta densidade

### 3. TIPOS DE MEMÓRIA FLASH:

Existem dois tipos de memória Flash quanto à tecnologia empregada para o armazenamento dos dados. Memória Flash NOR e Memória Flash NAND.

#### 3.1 Memória Flash NOR:

A memória flash NOR, mostrada na Figura 1, foi a primeira tecnologia de memória Flash a se popularizar no mercado por volta de 1988. Os chips de memória Flash NOR possuem uma interface de endereços similar à da memória RAM, a qual possibilita que softwares armazenados no chip de memória Flash sejam executados diretamente, sem precisarem ser primeiro copiados para a memória RAM. Isso permite que eles sejam usados para armazenar o BIOS da placa-mãe e firmwares em dispositivos diversos, que antes eram armazenados em chips de memória ROM ou EEPROM. Tornando desta maneira o Boot mais rápido por não ter que copiá-lo na memória RAM.



<http://www.guiadohardware.net/tutoriais/memoria-flash/>

**Figura 1.** Chips de memória Flash NOR de acesso serial.

O problema com as memórias NOR é que elas são muito caras e, embora as leituras sejam rápidas, o tempo de gravação das células é muito mais alto do que o de uma RAM( cerca de 750 nanossegundos). Para ser utilizada em BIOS da placa-mãe, isso não se torna um grande problema, pois só é necessário atualizá-lo esporadicamente. Mas, por apresentarem tempo de gravação alto, a memória Flash NOR não é adequada para uso em um drive de estado sólido SSD.

### 3.2 Memória Flash NAND:

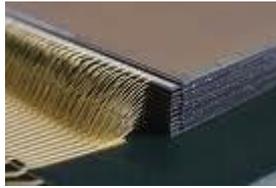
A diminuição do custo por Mbyte das memórias flash ocorreu rapidamente por causa do interesse de vários fabricantes nesta tecnologia. O custo despencou rapidamente tanto devido ao aumento da produção como por causa da concorrência entre eles . Os fabricantes passaram a investir em novas tecnologias de fabricação da memória Flash.

Após a memória Flash OR foi desenvolvida a memória Flash NAND, a qual inicialmente armazenava apenas um único bit por célula, mas por volta de 2005, o custo das memórias Flash caiu rapidamente, por causa do desenvolvimento da tecnologia Flash NAND MLC (Mult-Level Cell) que possibilitava o armazenamento de mais de um bit por célula.

O MLC foi implantado de forma mais ou menos simultânea pelos diversos fabricantes possibilitando assim redução drástica do custo por megabyte, quase que de uma hora para a outra. Hoje em dia, os chips MLC são os usados na esmagadora maioria dos *pendrives*, cartões de memória e **SSDs**( "*solid-state drive*"). SSD(significado: unidade de estado sólido) é um tipo de dispositivo sem partes móveis para armazenamento não volátil de dados digitais.

Os chips "tradicionais", que armazenam um único bit por célula passaram a ser chamados de "**SLC**" (single-bit cell) e ainda são produzidos com o objetivo de atender o mercado de SSDs de alto desempenho (sobretudo os modelos destinados ao mercado de servidores). Embora mais caros do que os MLC, eles oferecem um melhor desempenho e são mais duráveis.

Outra tecnologia usada pelos fabricantes para cortar custos e ao mesmo tempo permitir a criação de chips de maior densidade é o "**Die-Stacking**"(**integração vertical**), onde dois ou mais chips são "empilhados", conectados entre si e selados dentro de um único encapsulamento, como mostra a Figura 2 que possui o mesmo formato e contatos que um chip tradicional, reduzindo assim o custo, pois boa parte do preço de um chip de memória flash corresponde ao processo de encapsulamento.



<http://www.gdhpress.com.br/>

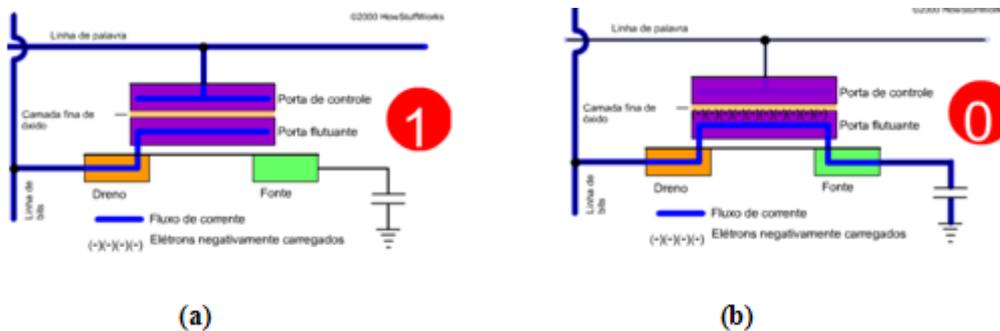
**Figura 2 Chips usando a técnica de die-stacking**

Em resumo pode-se dizer que atualmente existem dois tipos de Memória Flash NAND:

- Memória Flash NAND SLC((single-bit cell)
- Memória Flash NAND MLC (Mult-Level Cell)

### 3.2 1 Memória Flash NAND SLC:

A **Memória Flash NAND SLC**, foi a primeiro tipo de a ser lançado no mercado, e na época era apenas chamada de mostrada de Memória Flash NAND , pois ainda não existia Memória Flash NAND MLC. A Memória Flash NAND SLC é mostrada na Figura 3(a,b), a qual armazena um único bit por célula, possui uma grade de colunas e linhas que tem uma célula com dois transistores em cada interseção.



<http://informatica.hsw.uol.com.br/memoria-flash.htm>

**Figura 3 Célula de memória Flash NAND.**

Os dois transistores são separados por uma fina camada de óxido de silício a qual armazena cargas negativas criando uma espécie de armadilha de elétrons, que permite manter os dados por longos períodos de tempo, sem que seja necessário manter a alimentação elétrica. Um dos transistores é conhecido como porta flutuante e o outro é a porta de controle. A ligação da porta flutuante com a linha é feita através da porta de controle, e quando isso ocorre é armazenando na célula o valor 1. Esse valor pode ser alterado para 0 aplicando na porta uma tensão elétrica, normalmente de 10 a 13 volts. A corrente chega pela coluna, entra na porta flutuante e é drenada para a terra.

Os elétrons das células do chip de memória flash podem voltar ao normal ("1") através da aplicação de um campo elétrico, uma alta tensão. A memória flash usa um circuito para aplicar o campo elétrico em todo o chip ou em seções pré-determinadas, conhecidas como **blocos**. Isso apaga a área escolhida do chip, que pode ser regravada. A memória flash é muito mais rápida do que uma tradicional memória EEPROM porque, ao invés de apagar um byte por vez, apaga um bloco ou o chip inteiro e o regravava.

A utilização de memórias flash NAND SLC torna o projeto dos dispositivos que a utilizam mais simples do que quando utilizam memórias RAM, pois nas memórias Flash NAND não é necessário alimentação elétrica (como nas memórias SRAM), ou muito menos fazer um "refresh" periódico (como na memória DRAM), pois eles precisam incluir apenas os chips de memória Flash NAND, um chip controlador e as trilhas.

Embora mais complexa que uma célula de memória RAM (onde tem-se apenas um transistor e um capacitor), a célula de memória Flash SLC ocupa pouco espaço, pois o segundo transistor é posicionado sobre o primeiro. Graças ao tamanho reduzido das células, cada chip de memória Flash NAND armazena uma quantidade muito maior de dados, o que faz com que o preço por megabyte seja muito mais baixo do que o da RAM.

### 3.2 2 Memória Flash NAND MLC:

A tecnologia **MLC** (Mult-Level Cell) onde cada célula passa a armazenar dois ou mais bits em vez de apenas um. Isso é possível graças ao uso de tensões intermediárias. Com 4 tensões diferentes, a célula pode armazenar 2 bits, com 8 pode armazenar 3 bits e assim por diante. Na geração atual (2010) os chips armazenam apenas 2 bits. Os valores desses dois bits podem ser interpretados como 4 estados distintos: 00, 01, 10, ou 11, os quais, como visto na tabela 1 podem variar de totalmente programado para totalmente apagado.

**Tabela 1 Níveis de MLC para 2 bits.**

<b>Valor</b>	<b>Estado</b>
<b>00</b>	<b>Programado Totalmente</b>
<b>01</b>	<b>Programado Parcialmente</b>
<b>10</b>	<b>Apagado Parcialmente</b>
<b>11</b>	<b>Apagado Totalmente</b>

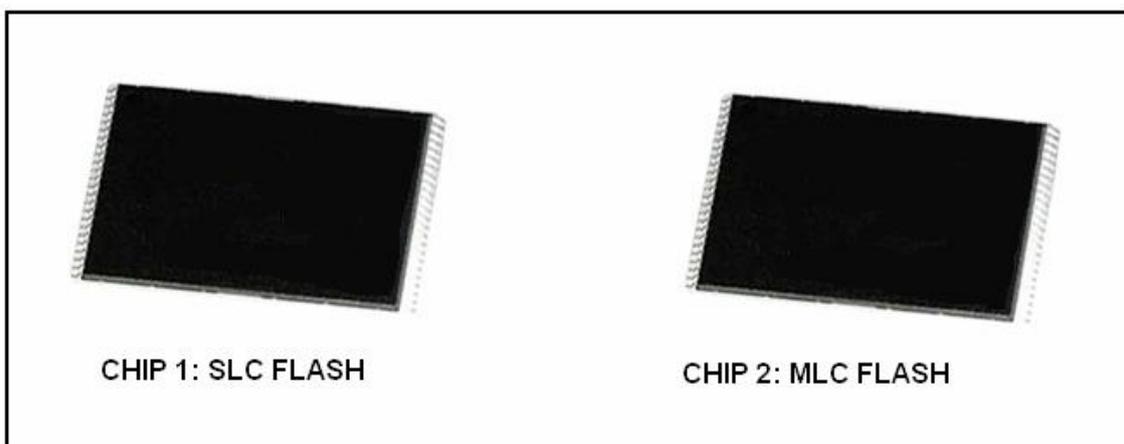
### 3.2.3 Comparação entre Memória Flash SLC e Memória Flash MLC:

A tabela 2 fornece um resumo das características das Memórias Flash Nand SLC e MLC. Como pode ser visto na tabela 2, as memórias Flash SLC apresentam uma maior confiabilidade e melhor desempenho (mais rápido) na escrita assim como uma maior faixa temperaturas de operação do que as memórias Flash MLC. Por outro lado, os dispositivos Flash MLC apresentam um custo menor e permitem um armazenamento maior.

**Tabela 2 Qualidades das memórias Flash Nand SLC e MLC**

	<b>SLC</b>	<b>MLC</b>
<b>Alta Densidade</b>		<b>X</b>
<b>Baixo Custo por Bit</b>		<b>X</b>
<b>Resistência Material</b>	<b>X</b>	
<b>Faixa de Temperatura de Operação</b>	<b>X</b>	
<b>Baixo Consumo de Potência</b>	<b>X</b>	
<b>Velocidades de apagar/escrever</b>	<b>X</b>	
<b>Tolerância a Apagar/escrever</b>	<b>X</b>	

Na figura 4 estão mostrados dois chips de memória Flash Nand, onde na figura 4a têm-se um dispositivo flash SLC e na figura 4b um flash MLC. Pode-se observar que externamente são semelhantes. Como então escolher um ou outro? Quando for necessário alto desempenho e alta taxa de confiabilidade e alta durabilidade, como por exemplo em equipamentos não portáteis, o dispositivo da Figura 4a deve ser escolhido, já para equipamentos portáteis onde o baixo custo e a alta densidade são necessários para tornar o dispositivo competitivo, escolhe-se o dispositivo flash MLC.



[http://www.supertalent.com/datasheets/SLC\\_vs\\_MLC%20whitepaper.pdf](http://www.supertalent.com/datasheets/SLC_vs_MLC%20whitepaper.pdf)

**Figure 4: Pastilhas de memória Flash Nand.**

### **3.2.4 Resumo das características das memória Flash NOR e memória Flash NAND:**

As memórias Flash NOR são muito caras e, embora as leituras sejam rápidas, o tempo de gravação das células é muito mais alto do que o de uma RAM( cerca de 750 nanosegundos), portanto são ótimas para serem usadas em BIOS e armazenarem firmware de equipamentos, pois a atualização não é feita com frequência, mas não são adequadas para uso em drive SSD, devido ao tempo de gravação alto.

A utilização de memórias flash NAND torna o projeto dos dispositivos que a utilizam mais simples do que quando utilizam memórias RAM, pois nas memórias Flash NAND não é necessário alimentação elétrica (como nas memórias SRAM), ou muito menos fazer um “refresh” periódico (como na memória DRAM), pois eles precisam incluir apenas os chips de memória Flash NAND, um chip controlador e as trilhas. E, graças ao tamanho reduzido das células, cada chip de memória Flash NAND armazena uma quantidade muito maior de dados, o que faz com que o preço por megabyte seja muito mais baixo do que o da RAM. A memória flash NAND é muito mais rápida do que uma tradicional memória EEPROM porque, ao invés de apagar um byte por vez, apaga um bloco ou o chip inteiro e o regravava, sendo portanto apropriada para o uso em drive de SSD.

## **4. APLICAÇÕES DA MEMÓRIA FLASH:**

Devido às características citadas no item anterior como velocidade elevada, alta durabilidade, baixo consumo de energia, etc, a memória flash mostrou-se ideal para numerosas aplicações como em equipamentos onde são necessários armazenamento de dados rápido e fácil, e também em dispositivos portáteis. Como o uso de equipamentos móveis cresce a cada dia, isso está fazendo com que os cartões de memória sejam cada vez mais utilizados. São portanto, usadas em: pendrives, cartões de memória, celulares, máquinas fotográficas digitais, impressoras, computadores portáteis, mp3, etc.

A partir de 2006, os smartphones e palmtops passaram a utilizar chips de memória flash (tipo NAND) para armazenar o firmware e os aplicativos instalados, em vez de um chip separado de memória XOR. Isso se tornou possível graças ao uso de sistema de execução dinâmica, onde os aplicativos são primeiro copiados da memória Flash para a memória RAM e executados a partir dela. Esse esquema é muito similar ao que temos num PC, onde os arquivos são salvos no HD, porém processados usando a memória RAM.

A memória Flash NOR permite acesso às células de memória de maneira aleatória, mas com alta velocidade. Em outras palavras, o tipo NOR permite acessar dados em posições diferentes da memória de maneira rápida, sem necessidade de ser seqüencial. O tipo NOR geralmente é usado em chips

de BIOS, telefones celulares e em placas de rede especiais. Por sua vez, a memória Flash NAND também trabalha em alta velocidade, são muito mais rápidas na hora de gravar dados é mais barata do que a memória flash NOR, porém faz acesso seqüencial às células de memória e trata-as em conjunto, isto é, em blocos de células, em vez de acessá-las de maneira individual. Ou seja, um cartão de memória Flash NAND é mais parecido com um Disco Rígido do que com uma unidade de memória, pois é utilizado para guardar dados, mas para rodar um programa, precisa primeiro copiá-lo para a memória RAM, da mesma forma que faria ao usar um HD.

De acordo com as características da memória flash ela poderia ser utilizada como memória em todo e qualquer equipamento, inclusive substituindo até o disco rígido. Porém, isso ainda não é possível porque o custo por megabyte para um disco rígido é muito mais barato e a capacidade é muito maior do que uma memória flash. Mas, ela é utilizada como chip da BIOS do computador.

## 5. TIPOS DE CARTÕES DE MEMÓRIA FLASH:

Existem um grande número de formatos de cartões de memória não compatíveis entre eles criados por vários fabricantes, alguns abertos e outros proprietários. Os cartões de memória mais conhecidos são:

- Os cartões *Compact Flash* (CF)
- Os cartões *MultimediaCard* (MMC)
- Os cartões *SmartMedia* (SM)
- Os cartões *Secure Digital* (SD Card)
- Os cartões *Memory Stick* (MS)
- Os cartões *eXtreme Digital* (xD-Picture)

A seguir são apresentadas descrições mais detalhadas dos cartões e por último é apresentada na Tabela 3 uma comparação entre as características dos cartões de memória mais conhecidos.

### 5.1 Compact Flash (CF) :

O cartão de memória Compact Flash, mostrado na Figura 5, foi o primeiro cartão a se popularizar, criado em 1994 pela empresa SanDisk. A memória Compact Flash é constituída por um controlador de memória, memória flash (geralmente flash NAND), e também uma interface IDE (Integrated Device Electronics) semelhante à usada em HDs, tudo contido

numa caixa de dimensão (42.8mm de largura e 36.4mm de altura) e 3,3 mm ou 5mm de espessura, pesando 11.4 gramas e o acesso aos dados é feito por um conector de 50 pinos. Sua tecnologia de construção também é aplicada em cartões Wi-Fi (redes sem fio), modems, etc.



**Figura 5 Cartão de memória Compact Flash(CF)**

**Utilização:** tornou-se popular em câmeras digitais e liderou o mercado de cartões de memória até ser suplantado pelo Secure Digital(SD),

## **5.2 Multimedia Card(MMC):**

Criado em 1997 pela SanDisk e SIEMENS, o cartão MMC, Figura 6, é um dos menores cartões tem dimensões de 24.0mm x 32.0mm x 1.4mm, pesa aproximadamente 2,2g. e apesar disso é capaz de armazenar quantidades altas de MB. Sua arquitetura utiliza ROM para leitura única e Flash para leitura/escrita. O tipo de Flash geralmente utilizado no MMC é o NAND.

O maior problema dos cartões MMC é que são lentos, pois utilizam um antiquado barramento serial para a transferência de dados, que transfere um bit por vez a uma frequência máxima de 20 MHz. Como seu custo é praticamente o mesmo dos cartões SD os quais que são mais velozes, o MMC acabou entrando em desuso. Mais recentemente (2006) foram lançados os padrões RS-MMC, MMC Plus e SecureMMC, versões atualizadas do padrão MMC, que visam reconquistar seu lugar no mercado.

Existem dois tipos de MMC com voltagens diferentes, 3,3V e 5V, e o acesso aos dados é realizado através de um conector lateral que possui 7 pinos.



**Figura 6 Cartão de memória MMC**

**Utilização:** foi utilizado em telefones celulares, pagers, câmeras digitais, MP3Players.

### 5.3 SmartMedia (SM):

O cartão SmartMedia, inicialmente conhecido por Solid State Floppy Disk Card (SSFDC), foi lançado em 1995 pela Toshiba para competir com a memória CompactFlash e substituir os disquetes de 3,5". O SmartMedia é um cartão relativamente grande, como mostra a Figura 7, tem dimensões de 45 mm x 37 mm x 0,76 mm, e apresenta uma arquitetura simples, consiste em uma EEPROM NAND embutido em um fino cartão plástico e não possui circuitos controladores internos, reduzindo assim seu custo. Desta forma, para utilizar o SmartMedia, os equipamentos deveriam possuir circuitos controladores, tornando isso uma desvantagem para seu uso pois os equipamentos precisam ser para utilizar cartões de alta capacidade. Como conseqüência, os cartões SmartMedia mais comuns possuem tamanho de até 128 MB e estão atualmente em desuso.

Existem dois tipos de cartões, 5 V e 3,3 V, de acordo com a voltagem utilizada, os quais são fisicamente idênticos porém apresentam a marcação inversa do corte diagonal superior, os de 3,3V têm uma entalhadura à direita e os de 5V uma entalhadura à esquerda. O acesso aos dados é realizado através de uma microplaqueta que possui 22 pinos.



[http://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:Smartmedia\\_on\\_keyboard.jpg](http://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:Smartmedia_on_keyboard.jpg)

**Figura 7 Cartão SmartMedia de 32MB (sob um teclado para comparação)**

**Utilização:** armazenamento de dados em dispositivo portátil, de forma que possa ser facilmente removido para ser utilizado em um computador, usado quase que exclusivamente em câmeras digitais.

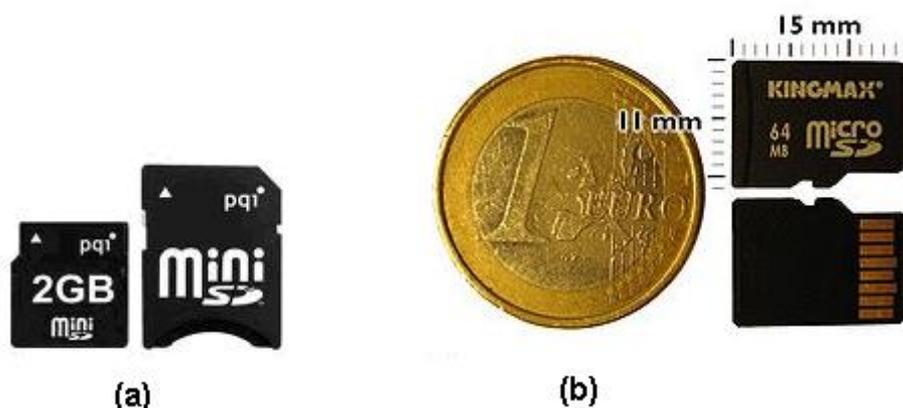
#### 5.4 Secure Digital(SD):

Criado em 2000 por Matsushita Electronic, SanDisk e Toshiba o cartão SD, Figura 8, é uma memória baseada nos cartões MMC, mas ao contrário da MMC a qual permitir livremente a troca de qualquer tipo de arquivo, a SD possui um mecanismo de proteção contra cópias de materiais protegidos por direitos autorais, além disso, possui além de um barramento de transferência de dados mais rápido que o do MMC (em cerca de 4 vezes) também uma trava que impede a gravação ou eliminação acidental de informações (botão amarelo na parte esquerda do cartão SD da Figura 8). Suas dimensões também são muito pequenas, como o MMC, (24.0mm x 32.0mm x 2.1mm) e pesa menos de 2 gramas. O acesso aos dados é realizado através de um conector lateral com 9 pinos. O tipo de Flash utilizado no SD é o NAND.



**Figura 8 Cartão de memória SD**

A partir de 2005, passaram a fabricar duas variações do cartão SD de tamanho reduzido, o MiniSD, com dimensões de 20 mm x 21,5 mm x 1,4 mm e o MicroSD com dimensões de 15 mm x 11 mm x 1 mm, mostrados na Figura 9 os quais podem ser acompanhados de adaptadores para possibilitar a compatibilidade com leitores de cartões SD tradicionais.



**Figura 9 Cartão de memória : a) MiniSD  
b) MicroSD**

**Utilização:** câmeras fotográficas, palmtops, celulares (nos modelos MiniSD, MicroSD), sintetizadores MIDI (Interface Digital para Instrumentos Musicais), MP3 portáteis e em aparelhos de som automotivo.

## 5.5 MemoryStick (MS):

O cartão MemoryStick, Figura 10, foi criado em 2000 pela Sony e SanDisk. Sua arquitetura se baseia em circuitos de memória Flash NAND e apresenta uma versão, a MagicGate, que conta com proteção contra gravação ou eliminação acidental de arquivos. Pode também ser utilizado em versão ROM (Read-Only Memory), ou seja, seu conteúdo pode apenas ser lido, mas não apagado. Embora seja menor que o CompactFlash e o SmartMedia, seu tamanho não é dos mais reduzidos, com dimensões de 50 mm x 21,5 mm x 2,8 mm e pesando quase 4g. O acesso aos dados é realizado através de um conector lateral que possui 10 pinos e o Memory Stick pode armazenar até 128 MB de dados.

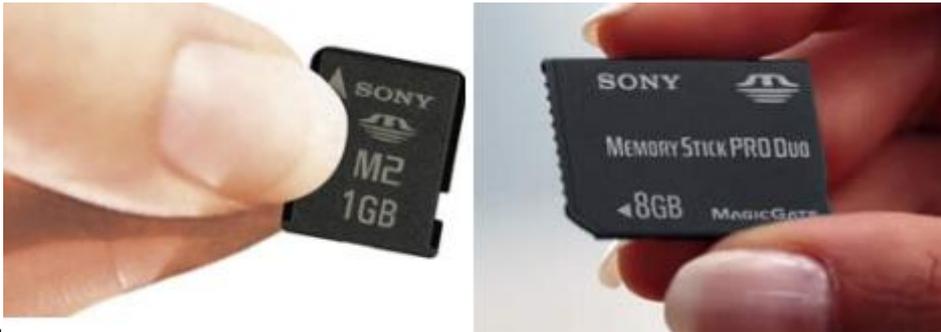


**Figura 10** Cartão de memória MemoryStick normal e MagicGate

Várias versões do cartão MemoryStick foram lançadas com capacidade de armazenamento diferentes e tamanhos diferentes:

- MemoryStick Pro com capacidades de até 2 GB com as mesmas dimensões do MemoryStick normal ;
- MemoryStick Pro Duo, Figura 11, menor que os cartões MemoryStick convencionais (31 mm x 20 mm x 1,6 mm), para utilizá-la os aparelhos mais antigos necessitam de adaptadores;
- MemoryStick Micro (M2), Figura 11, com dimensões de 15,0 mm x 12,5 mm x 1,2 mm (aproximadamente 1/4 das dimensões do formato Duo)

**Utilização:** O cartão MemoryStick é usado principalmente em câmeras fotográficas e filmadoras digitais e a Versão ROM em distribuição de softwares. E as versões menores são utilizadas em dispositivos pequenos, como telefones celulares.



**Figura 11** Cartão de memória MemoryStick Pro Duo e MemoryStick Micro (M2),

### **5.6 eXtreme Digital (xD-Picture):**

O cartão de memória **xD Picture** (*eXtreme Digital*), Figura 12, foi criado em 2002 pela Fuji e Olympus. Sua arquitetura se baseia em circuitos de memória flash NAND. Como SmartMedia, o xD-Picture também não tem circuitos controladores internos, o que significa que aparelhos mais antigos não serão capazes de ler cartões com nova capacidade de armazenamento. Possui dimensões muito reduzidas, é um dos menores cartões (20.0mm x 25.0mm x 1.7mm), e pesa menos de 2g. O acesso aos dados é realizado através de um conector lateral que possui 18 pinos,



**Figura 12** Cartão de memória eXtreme Digital (xD-Picture):MemoryStick

**Utilização:** câmeras digitais da Fuji e Olympus e sua fabricação é feita pela Toshiba (o que deixa seu preço elevado).

**Tabela 3 Comparação entre os diversos cartões de memória**

	Dimensões (mm)	Volum e (mm <sup>3</sup> )	Pes o (g)	Nr. conector es	Taxa de transferên cia	Capacida de teórica	Capacida de máxima
Compact Flash type I	43 x 36 x 3,3	5 108	3,3	50	20 Mo/s	137 Go	128 Go
Compact Flash type II	43 x 36 x 5	7 740	4	50	20 Mo/s	137 Go	12 Go
SmartMe dia	37 x 45 x 0,8	1 265	2	22	2 Mo/s	128 Mo	128 Mo
MMC	24 x 32 x 1,4	1 075	1,3	7	20 Mo/s	128 Go	8 Go
MMC Plus	24 x 32 x 1,4	1 075	1,3	7	52 Mo/s	128 Go	4 Go
RS-MMC MMC Mobile	24 x 16 x 1,4	538	1,3	13	8 Mo/s	128 Go	2 Go
MMC Micro	14 x 12 x 1,1	185	< 1	13		128 Go	2 Go
Memory Stick Standard, Pro	21,5 x 50 x 2,8	3 010	4	10	2 Mo/s	128 Mo	128 Mo
Memory Stick Duo, Pro Duo	20 x 31 x 1,6	992	2	10	20 Mo/s	32 Go	16 Go
Memory Stick Pro- HG	20 x 31 x 1,6	992	2	10	60 Mo/s	32 Go	32 Go
Memory Stick Micro M2	12,5 x 15 x 1,2	225	2	10	20 Mo/s	32 Go	8 Go
SD	24 x 32 x 2,1	1 613	2	9	20 Mo/s	32 Go	32 Go
mini SD	20 x 21,5 x 1,4	602	1	11	12 Mo/s	32 Go	4 Go
micro SD	15 x 11 x 1	165	0,3	8	10 Mo/s	32 Go	12 Go
xD	25 x 20 x 1,8	890	2,8	18	9 Mo/s	8 Go	2 Go

<http://pt.kioskea.net/contents/pc/cartes-memoire-flash.php3>

## 6. SITES CONSULTADOS:

<http://informatica.hsw.uol.com.br/memoria-rom5.htm>

<http://www.guiadohardware.net/tutoriais/memoria-flash/>

<http://www.baixaki.com.br/info/198-o-que-e-memoria-flash-.htm>

<http://pt.kioskea.net/contents/pc/cartes-memoire-flash.php3>

<http://www.guiadohardware.net/tutoriais/memoria-flash/pagina2.html>

[http://www.supertalent.com/datasheets/SLC\\_vs\\_MLC%20whitepaper.pdf](http://www.supertalent.com/datasheets/SLC_vs_MLC%20whitepaper.pdf)

<http://www.infowester.com/cartoesflash.php>

<http://pt.wikipedia.org/wiki/SmartMedia>

[http://pt.wikipedia.org/wiki/Secure\\_Digital\\_Card](http://pt.wikipedia.org/wiki/Secure_Digital_Card)

<http://info.abril.com.br/noticias/tecnologia-pessoal/sandisk-revela-memoria-flash-ultrafina-18082010-50.shl>