

UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE ENGENHARIA ELÉTRICA E INFORMÁTICA – CEEI
DEPARTAMENTO DE SISTEMAS E COMPUTAÇÃO – DSC
ORGANIZAÇÃO E ARQUITETURA DE COMPUTADORES

PENDRIVE, DISPOSITIVOS MAGNÉTICOS (HD, ENTRE OUTROS)

CÉLIO ROBERTO CAVALCANTE DE BARROS FILHO
DIEGO AUGUSTO MOURA DE OLIVEIRA
ISAQUE SALES DOMINGOS FONTINELE
RAMON BEZERRA DA NÓBREGA
TÚLIO FIGUEIREDO DE CASTRO

CAMPINA GRANDE
2014

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....3

2. DISPOSITIVOS MAGNÉTICOS – DISCOS RÍGIDOS.....3

2.1. Composição, Características e Funcionamento.....3

2.2. História e Evolução.....5

2.3. Interfaces e Velocidade.....7

3. DISPOSITIVOS MAGNÉTICOS – DISQUETES.....11

3.1. Surgimento, Características e História.....11

4. PENDRIVES.....13

4.1. Memórias Flash e Tecnologia SSD.....13

4.2. Características e Funcionamento.....14

REFERÊNCIAS.....19

1. INTRODUÇÃO

Em seu funcionamento, os computadores dependem das propriedades do processador e dos seus dispositivos de armazenamento, pois precisam guardar dados em massa e rapidez na recuperação desses dados. O armazenamento magnético surgiu como solução para os sistemas computacionais, oferecendo uma velocidade menor que a do processador, mas com eficiência no armazenamento e um bom custo-benefício. Os dados são gravados/recuperados usando uma combinação de campos magnéticos e dados binários. Como os avanços na tecnologia permitiu essas unidades segurar a campos magnéticos mais eficientemente, seu tamanho avançado de Quilobytes – milhares de entradas binárias – a Terabytes – entradas n/a ou mais binárias.

Nesse cenário, surgiram os *discos rígidos (Hard Disk – HD)*, com uma proposta de grande capacidade de armazenamento e propriedades de velocidade de transferência de dados que atendessem aos requisitos dos sistemas computacionais. Há outros dispositivos de armazenamento em massa, como a fita magnética e os tambores magnéticos. Também surgiram os disquetes, como solução para o armazenamento removível.

Mas o armazenamento magnético tem seus inconvenientes. A tecnologia para o gerenciamento de campos magnéticos em estreita proximidade com outros limites a quantidade de dados que eles podem armazenar, além de estar sujeito a ruídos, entre outras interferências. Por isso, recentemente, os fabricantes desenvolveram memórias do tipo Flash e Drivers de Estado Sólido (SSD). Essas novas tecnologias impulsionaram o surgimento de novos dispositivos, como os Pendrives, e mudaram a perspectiva do armazenamento em massa nos novos computadores, agora mais finos e mais eficientes.

2. DISPOSITIVOS MAGNÉTICOS – DISCOS RÍGIDOS

2.1. Composição, Características e Funcionamento

Desde os primórdios, os discos rígidos constituem-se como elemento fundamental do sistema de armazenamento, pois são não-voláteis, ou seja, não necessitam de energia para conservar para conservar os dados nele gravados. Ao

longo dos anos, eles vêm evoluindo de forma significativa, visando maior armazenamento de dados e maior velocidade, através de novas interfaces, que oferecem cada vez um melhor desempenho.

Os discos utilizam um campo magnético para leitura e escrita dos dados, num conjunto de discos de substrato (parte não-magnética, feita de liga de alumínio ou de uma mistura de vidro e cerâmica) cobertos com uma camada magnética extremamente fina, que permite uma grande densidade de dados.

A superfície de gravação dos discos é composta por materiais sensíveis ao magnetismo (geralmente, óxido de ferro). O cabeçote de leitura e gravação manipula as moléculas deste material por meio de seus polos. Para isso, a polaridade das cabeças muda em uma frequência muito alta: quando está positiva, atrai o polo negativo das moléculas e vice-versa. De acordo com esta polaridade é que são gravados os bits (0 e 1). No processo de leitura de dados, o cabeçote simplesmente "lê" o campo magnético gerado pelas moléculas e gera uma corrente elétrica correspondente, cuja variação é analisada pelo controlador do HD para determinar os bits. Para a "ordenação" dos dados no HD, é utilizado um esquema conhecido como geometria dos discos. Nele, o disco é "dividido" em cilindros, trilhas e setores.

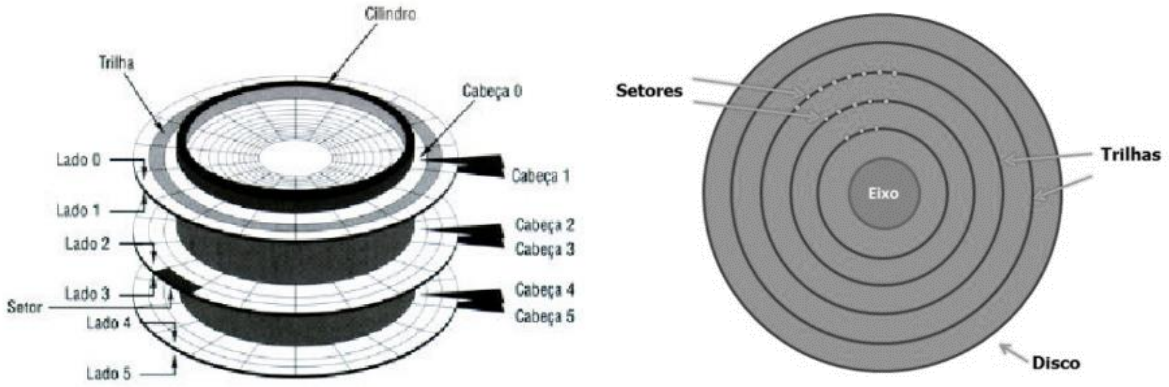


Figura 1: Geometria do disco rígido e os setores e trilhas de gravação de dados

Antes dessas operações de leitura e gravação de dados é preciso uma preparação, feita na formatação do disco, dividida em duas etapas: física, já feita em fábrica, onde é feita a divisão mostrada acima, e a lógica, que é a aplicação do sistema de arquivos apropriado para o sistema operacional que será instalado.

Essa composição rígida do HD está localizada em um compartimento denominado HDA (Hard Drive Assembly), que é um compartimento totalmente selado, para evitar entrada de partículas externas, já que, devido à sensibilidade dos discos e

à alta velocidade que eles ganham em funcionamento, qualquer partícula pode danificar permanentemente os discos. Dentro do HDA são encontradas as partes físicas do HD, que basicamente são formadas pelos discos magnéticos, pelo motor, pelos braços e pelos cabeçotes de leitura/escrita, responsáveis pela recuperação/ gravação de dados, e pelo atuador, que desloca o braço para a correta gravação de dados pelos cabeçotes.

Além disso, existem, como em todo dispositivo de Entrada/Saída, controladoras responsáveis por comandar operações internas e fazer a comunicação com a interface do barramento, localizados na parte lógica do HD. As principais partes encontradas na placa lógica são o circuito controlador, o driver dos motores e um chip de memória RAM, conhecido como buffer. O circuito controlador é responsável por todo o funcionamento da parte mecânica do HD e também pela troca de dados entre o disco e o computador. O driver dos motores é um amplificador de corrente, que recebe informações do circuito controlador e repassa essas informações para os motores, mas com uma corrente ampliada. O buffer é de grande importância para o desempenho do HD. Quanto maior for a capacidade de armazenamento do buffer, maior será a taxa de transferência do mesmo.

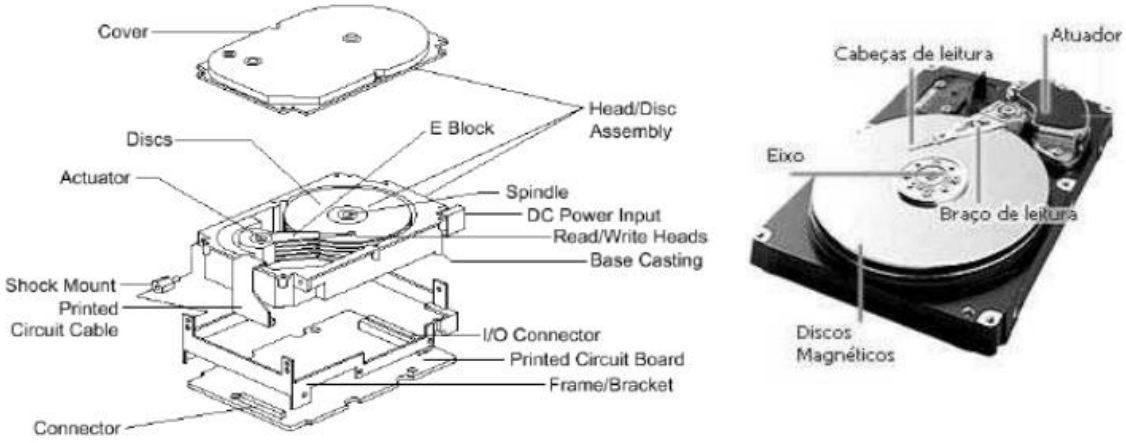


Figura 2: Componentes do disco rígido com tecnologia HDA e seus componentes

2.2. História e Evolução

No começo, os primeiros HDs eram grandes, pesados, delicados e requeriam muita energia elétrica para seu uso. Essas características tornavam seu uso viável

apenas para grandes empresas, que disponibilizavam grandes salas limpas e dispunham de energia elétrica suficiente.

O primeiro projeto de unidade de disco foi o IBM 305 RAMAC (Random Access Method of Accounting and Control), lançado em 1956. Antes disso, as formas de armazenamento disponíveis eram memória principal, fitas e tambores magnéticos. O armazenamento do IBM 305, que pesava uma tonelada e ocupava cerca de 8,5m3, consistia de uma pilha de 50 discos de 24 polegadas que giravam a 1200rpm e eram capazes de armazenar 5 milhões de caracteres de 7 bits – pouco mais do que 4MB. O acesso à mídia era feito a taxas de até 8,8KB/s através de dois braços mecânicos independentes que se moviam no sentido vertical, para selecionar um dos discos, e no sentido horizontal, para selecionar a trilha de gravação. O aluguel do IBM 305 RAMAC custava US$3.200 por mês.

Na década de 60, a IBM desenvolveu discos rígidos removíveis com maior capacidade de armazenamento que, gradativamente, foram caindo de preço em relação aos dispositivos da década anterior. No início da década seguinte, o grande avanço foi o projeto *Winchester*, que lançou os primeiros discos com a tecnologia HDA.

Apesar de todos os projetos na área até então, os primeiros discos para uso específico em computadores só foram lançados em 1979, com o ST-506, fabricado pela Shugart Associates – hoje Seagate Technologies. Ele era capaz de armazenar até 40MB e alcançar uma taxa de transferência de dados de 645KB/s. A conexão com o controlador era realizada através de um cabo de controle e outro de dados. Esse modelo popularizou-se no mercado de computadores e tornou-se padrão para a década seguinte.

O primeiro grande melhoramento da interface do ST-506 foi o padrão *Enhanced Small Device Interface* (ESDI), que aperfeiçoou funções de controle e aumentou a taxa nominal de transferência – de 645KB/s do ST-506 para 20MB/s. A interface foi generalizada para permitir a conexão de outros dispositivos como discos removíveis e fitas magnéticas, tendo inclusive tornando-se um padrão do *American National Sciences Institute* (ANSI).

Entretanto, no início da década de 90, o padrão ESDI caiu em desuso devido às complexidades do controlador e do cabeamento e também graças ao surgimento e a maturidade dos padrões ATA e SCSI, que ofereciam maior confiabilidade e desempenho. Hoje, 41 anos após o Winchester, a capacidade dos discos rígidos

domésticos já alcançou a marca de Terabytes (aproximadamente 1012 bytes), cerca de 200.000 vezes maior do que o Winchester. E a velocidade de acesso aos dados atualmente é de algumas poucas dezenas de microssegundos (10^{-6} segundo).

2.3. Interfaces e Velocidade

Os HDs são conectados ao computador por meio de interfaces capazes de transmitir os dados entre um e outro de maneira segura e eficiente. Aqui destacamos as várias tecnologias utilizadas para isso, como as interfaces IDE, ATA, ATAPI, SCSI, SATA, e outras como SAS, SSA e *Fibre Channel*.

A interface IDE – *Integrated Drive Electronics*, foi uma das primeiras a ser desenvolvidas com o intuito de solucionar problemas de ruídos na transferência de dados, como a perda de dados e interferência. Na época em que foi desenvolvida, o aumento da capacidade de armazenamento de dados dos HDs era uma necessidade real. Entretanto ao aumentar a capacidade, a quantidade de ruídos crescia vertiginosamente, exigindo que a controladora reenviasse os dados inúmeras vezes, tornando os HDs lentos e inviabilizando o aumento da capacidade. Com isso, em 1986 a Western Digital, em parceria com outras empresas, apresentou os primeiros HDs com a tecnologia IDE aplicada. Essa tecnologia se tornou um padrão ANSI em 1994. Com o desenvolvimento de novas versões, esse padrão passou a ser chamado de ATA-1.

A interface ATA – *Advanced Technology Attachment*, que recebeu este nome por ter sido primeiramente adotada em computadores PC/AT, surgiu em meados da década de 80. Esta utiliza vários modos de transferência de dados, suportados tanto pelo disco rígido quanto pelo BIOS (*Basic Input/Output System*), como PIO *Programmed* I/O), DMA (*Direct Memory Access*) e UDMA (Ultra DMA), e teve várias definições ao longo do tempo, descritas na tabela a seguir:

Generation	Standard	Year	Speed	Key features
IDE		1986		Pre-standard
	ATA	1994		PIO modes 0,1,2 multiword DMA 0
EIDE	ATA-2	1996	16 MB/sec	PIO modes 3-4, multiword DMA modes 1-2, LBAs
	ATA-3	1997	16 MB/sec	SMART
	ATA/ATAPI-4	1998	33 MB/sec	Ultra DMA modes 0-2, CRC, overlap, queuing, 80-wire
Ultra DMA 66	ATA/ATAPI-5	2000	66 MB/sec	Ultra DMA mode 3-4
Ultra DMA 100	ATA/ATAPI-6	2001	100 MB/sec	Ultra DMA mode 5, 48-bit LBA
Ultra DMA 133	ATA/ATAPI-7	2002	133 MB/sec	Ultra DMA mode 6

Tabela 1: Resumo da especificação ATA

Uma evolução subsequente ocorreu na medida em que todos os computadores passaram a incluir discos rígidos. Os chipsets das placas-mãe trazem, desde então, controladores ATA embutidos, e os discos rígidos são, hoje, conectados diretamente o barramento do PC. A interface ATA tornou-se, a partir de meados da década de 90, o padrão de conexão de discos rígidos mais utilizado em microcomputadores. Sua introdução no mercado proporcionou um novo patamar de desempenho, confiabilidade e compatibilidade.

A interface *Small Computer System Interface* (SCSI) é um protocolo de nível mais alto que o ATA. Na verdade, apesar de ser comumente referida como uma interface, SCSI e mais do que isso: um barramento de sistema com controladores “inteligentes” no qual os dispositivos trabalham em conjunto para controlar o fluxo de dados no canal de comunicação. Além disso, SCSI não é um padrão concebido unicamente para discos rígidos, podendo ser utilizado como barramento de interconexão de periféricos dos mais diversos tipos. Portanto, ao contrário de ATA, SCSI engloba diversos padrões de cabeamento. Seu desenvolvimento tem origem em 1979 quando a *Shugart Associates* lançou a *Shugart Associates Systems Interface* (SASI) – uma predecessora rudimentar de SCSI que implementava apenas uma pequena parte das funcionalidades das interfaces modernas. Assim como o padrão ATA, o padrão SCSI passou por aperfeiçoamentos, no intuito de melhorar a compatibilidade com outros dispositivos periféricos do computador, sendo eles: SCSI-1, SCSI-2 e SCSI-3, esta última que obteve variações, descritas na tabela e no gráfico a seguir:

Interconnect	Standard	Year	Speed	Key features
SASI		1979		Shugart Associates
SCSI-1	SCSI-1	1986	3 MB/sec 5 MB/sec	Asynchronous Synchronous
SCSI-2	SCSI-2	1990	10 MB/sec	CCS
SCSI-3	Split command sets, transport protocols, and physical interfaces into separate standards			
Fast	SPI	1992	20 MB/sec	
Ultra	SPI-1	1995	40 MB/sec	
Ultra 2	SPI-2	1999	80 MB/sec	
Ultra 3	SPI-3	2001	160 MB/sec	Packetized, QAS
Ultra 320	SPI-4	2002	320 MB/sec	

Tabela 2: Resumo da especificação SCSI

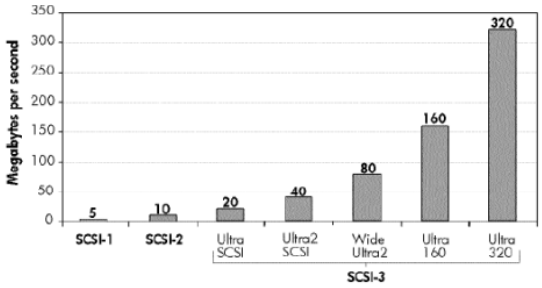


Gráfico 1: Diferenças nas taxas de transmissão

O padrão ATAPI, *Attachment Packet Interface*, foi desenvolvido para transpor o padrão ATA a outros dispositivos que tinham comportamento semelhante ao de um disco rígido. Para que a compatibilidade entre os dispositivos fosse criada, foi desenvolvido o ATAPI, que simplesmente pegava os sinais dos dispositivos que não eram reconhecidos pelo ATA, e os convertiam ao padrão SCSI, tornando-os agora compatíveis.

O padrão Serial ATA ou SATA (*Serial Advanced Technology Attachment*) é uma tecnologia para discos rígidos que surgiu no mercado no ano de 2000 para substituir a tradicional interface PATA (*Parallel ATA*), também conhecida como ATA ou IDE. O surgimento desta interface trouxe um diferencial na transmissão dos dados, que era feita de forma paralela, com os dados fluindo byte a byte entre o micro e o periférico, necessitando de pelo menos oito condutores nos cabos, já que um byte é formado por oito bits. Agora a transmissão seria de forma serial, com apenas dois condutores – um para dados e outro para o terra, com os dados fluindo bit a bit, desmontados (serializados) na origem e remontados (desserializados) no destino. A vantagem disso, embora não pareça vantajoso, é que a transmissão serial é menos sujeita a ruídos em comparação a transmissão paralela, que podem causar danos irreparáveis aos dados transmitidos e até a perda deles. Este padrão possui três variantes, que alcançam a incrível marca teórica de transmissão de dados de até 600 MB/s.

Outras interfaces foram implementadas recentemente, como SAS, SSA e *Fibre Channel*. *Serial Attached SCSI* – SAS, é um novo padrão SCSI onde a comunicação é feita em série, em vez de em paralela, como no SCSI tradicional. Sua grande vantagem em relação ao padrão Serial SCSI existente atualmente (*Fibre Channel*, FC) é que ele permite o uso de discos de várias taxas de transmissão, usando a taxa máxima do dispositivo, além de melhoria no desempenho e confiabilidade, capacidade

de redundância de cabos no mesmo disco, interface serial ponto-a-ponto de simples cabeamento, possibilidade de aumento de configuração e desempenho, e capacidade de expansão e atualização. A Interface *Serial Storage Architecture* (SSA) é um protocolo de transmissão serial usado para conectar discos rígidos a servidores capaz de conectar até 192 discos rígidos com taxas de transmissão de até 80MB/s. Ela é tolerante a falhas no sentido de que defeitos em um único cabo não interrompem o acesso aos dados. SSA caiu em desuso com o surgimento do padrão *Fibre Channel*. *Fibre Channel* é tanto um padrão de comunicação quanto um protocolo de transporte aberto - conforme definido por normas ANSI (Comitê X3T11) -, implementado em fibras óticas ou fiações de cobre, sendo, portanto, um padrão para meios físicos de comunicação. Este padrão é amplamente utilizado na conectividade física do que é conhecido hoje como “SANs – Storage Area Networks”, ou seja, redes especializadas na interconexão de dispositivos de armazenamento a servidores. A palavra “Fibre” foi criada pelo comitê quando o uso de fiações de cobre foi introduzido no padrão.

Tecnologia	Largura (bits)	Velocidade (Mbits/s)	Velocidade (Mbytes/s)
Floppy Disc Controller	8	0,5	0,062
CD Controller (1x)	16	1,4112	0,1764
DVD Controller (1x)	128	11,1	1,32
ATA-1 PIO Mode 0	16	26,4	3,3
ATA-1 PIO Mode 1	16	41,6	5,2
ATA-1 PIO Mode 2	16	66,4	8,3
ATA-2 PIO Mode 3	16	88,8	11,1
ATA-2 PIO Mode 4	16	133,3	16,7
UDMA ATA 33	16	264	33
USB Hi-Speed (USB 2.0)	1	480	60
UDMA ATA 66	16	528	66
UDMA ATA 100	16	800	100
UDMA ATA 133	16	1064	133
SATA-150 (SATA)	1	1500	187,5
eSATA (SATA-300)	1	2400	300
SATA-300 (SATA II)	1	3000	375
SATA-600 (SATA III)	1	4800	600

Tabela 3: Comparativo de velocidades entre os diferentes padrões



Figura 3: Conexões do padrão IDE

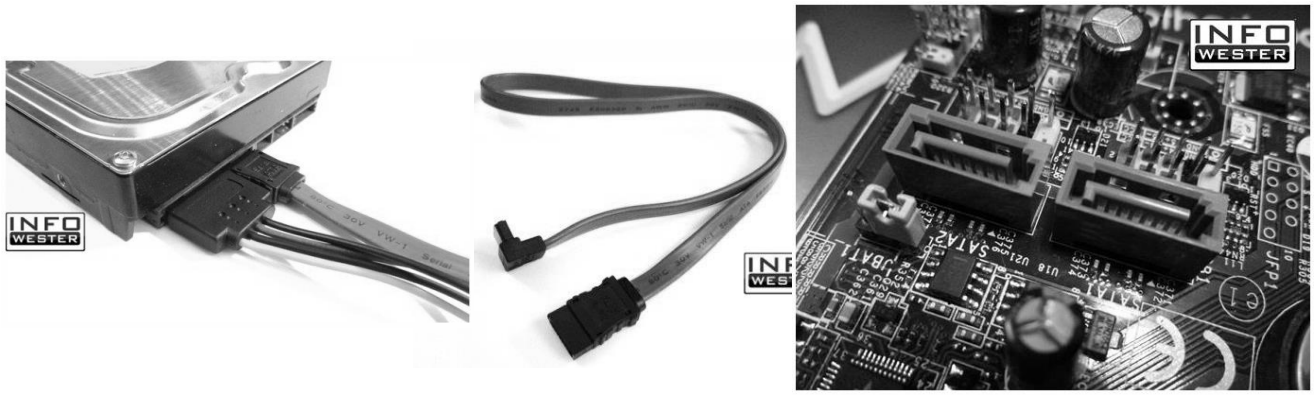


Figura 4: Cabo e Conexões do padrão SATA

Os discos rígidos sofreram uma grande evolução em poucas décadas. Novos meios de ler e escrever os dados, potencializar a comunicação entre dispositivos e CPU, aumentar a densidade de armazenamento e outras tecnologias foram desenvolvidos. Com isso, em um curto período de tempo, passamos de megabytes para Terabytes de armazenamento, em HDs cada vez menores, rápidos e baratos.

3. DISPOSITIVOS MAGNÉTICOS – DISQUETES

3.1. Surgimento, Características e História

Os disquetes, ou *floppy-disks* (em inglês), foram os primeiros dispositivos de armazenamento removível, magnéticos, que surgiram na década de 60 e perduraram por um bom tempo, mesmo com a evolução dos dispositivos removíveis, como CD (*Compact Disc*), DVD, ZipDrive, entre outros. No ano de 1971, eles se tornaram um produto comercial, fabricado pela IBM, como registrado no site da empresa: “1971 –

IBM apresenta o primeiro disco magnético flexível da indústria, ou disquete. O "disquete" aumenta a conveniência de manipulação de dados. Torna-se amplamente utilizada como um meio de armazenamento básico para pequenos sistemas".

Como a descrição da IBM mostra, os usuários tinham em mãos um dispositivo flexível, ou seja, poderia ser escrito e apagado com facilidade, que poderia levar uma pequena quantidade de dados de um PC para outro de uma forma prática e segura. Seu grande inconveniente foi a limitação – o de maior capacidade, 3½-inch EDS, lançado em 1993, armazenava apenas 5.76 MB. O mais popular entre os usuários domésticos era o modelo de 3½-inch HD, lançado em 1987 pela Sony, que armazenava 1.44 MB.

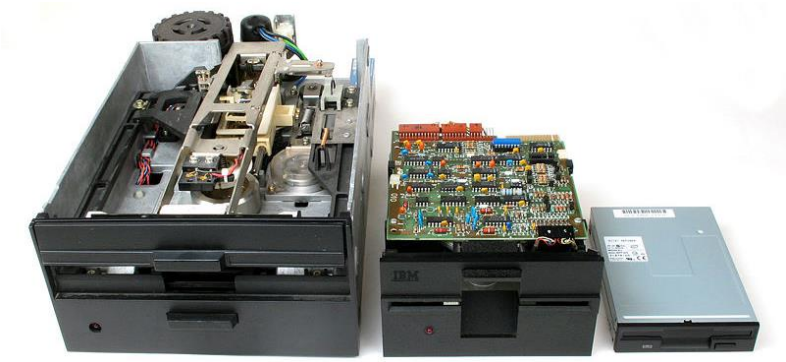


Figura 5: Leitores de Disquete de 8, 5.25 e 3.5 polegadas

Note pela imagem acima que a medida que os disquetes foram evoluindo, foram diminuindo de tamanho e dando mais lugar a circuitos lógicos (controladores) nos dispositivos de comunicação com o sistema computacional. Abaixo, uma tabela que mostra a evolução dos disquetes ao longo das décadas de 70-90:

Tipo de disco	Ano	Capacidade
8-inch	1971	80 kB
8-inch	1973	256 kB
8-inch	1974	800 kB
8-inch dual-sided	1975	1MB
5¼-inch	1976	160 kB
5¼-inch DD	1978	360 kB
5¼-inch QD	1980	720 KB
5¼-inch HD	1984	1.2 MB
3-inch	1984?	320 kB
3½-inch	1984	720 kB
3½-inch HD	1987	1.44 MB
3½-inch ED	1991	2.88 MB
3½-inch EDS	1993	5.76 MB

Tabela 4: Evolução dos disquetes

Como seu espaço de armazenamento era muito limitado, logo perderam espaço na década de 90, com a chegada dos CDs. Para ilustração, a instalação do SO Microsoft Windows® 95 era dividida, no seu lançamento, em 10 disquetes, e podia demorar até três horas, fato minimizado com a chegada da versão em CD. Com a evolução da computação como um todo, onde cada vez mais se precisava de espaço para armazenamento da informação, e o surgimento de novos dispositivos de armazenamento removível, como Pendrives, que deram suporte a essa evolução, os disquetes entraram em desuso, mas eram utilizados por algumas empresas e continuaram a ser fabricados até o ano de 2010, quando foram descontinuados.



Figura 5: Disquete 5.25 Polegadas (BASF) e 3.5 Polegadas (Sony)

4. PENDRIVES

4.1. Memórias Flash e Tecnologia SSD

Dispositivos de armazenamento magnético foram a única tecnologia para armazenar dados de computador por muitos anos. Isto mudou com a introdução de memória flash e drives de estado sólido – SSD (*solid state drive*). Este tipo de dispositivo de armazenamento é o mais recente e é o que mais oferece perspectivas para a evolução do desempenho na tarefa de armazenamento de informação; não possuem partes móveis, apenas circuitos eletrônicos que não precisam se movimentar para ler ou gravar informações. A tecnologia SSD é baseada em chips especialmente preparados para armazenar dados, mesmo quando não há recebimento de energia. São, portanto, dispositivos não-voláteis. Isso significa que não é necessário usar baterias ou deixar o dispositivo constantemente ligado na tomada para manter os dados nele.

Os dispositivos de armazenamento por meio eletrônico podem ser encontrados com as mais diversas aplicações, desde Pendrives, até cartões de memória para câmeras digitais, e, mesmo os discos rígidos possuem uma certa quantidade desse tipo de memória funcionando como buffer.

Para que isso seja possível, convencionou-se entre os fabricantes de SSD o uso de memórias Flash. Trata-se de um tipo de memória EEPROM (tipo de memória ROM que permite a regravação de dados de forma elétrica) desenvolvido pela Toshiba nos anos 1980. Os chips de memória Flash são parecidos com a memória RAM usada nos computadores, porém, ao contrário desta última, suas propriedades fazem com que os dados não sejam perdidos quando não há mais fornecimento de energia.

A gravação das informações em um dispositivo de armazenamento por meio eletrônico se dá através dos materiais utilizados na fabricação dos chips que armazenam as informações. Para cada dígito binário (bit) a ser armazenado nesse tipo de dispositivo existem duas portas feitas de material semicondutor, a porta flutuante e a porta de controle. Entre estas duas portas existe uma pequena camada de óxido, que quando carregada com elétrons representa um bit 1 e quando descarregada representa um bit 0. Esta tecnologia é semelhante à tecnologia utilizada nas memórias RAM do tipo dinâmica, mas pode reter informação por longos períodos de tempo, por isso não é considerada uma memória RAM propriamente dita.

Os dispositivos de armazenamento por meio eletrônico tem a vantagem de possuir um tempo de acesso muito menor que os dispositivos por meio magnético, por não conterem partes móveis. O principal ponto negativo desta tecnologia é o seu custo ainda muito alto, portanto dispositivos de armazenamento por meio eletrônico ainda são encontrados com pequenas capacidades de armazenamento e custo muito elevado se comparados aos dispositivos magnéticos.

4.2. Características e Funcionamento

Em um Pendrive encontramos uma pequena placa de circuito impresso em que o componente principal é uma memória Flash ou EEPROMs (Electrically-Erasable Programmable Read-Only Memory - Memória Somente de Leitura Apagável-Programável Eletricamente). Esta memória pode ser programada diretamente a partir de sinais que recebe através de um conector USB (Universal Serial Bus) e sua leitura

também feita através da mesma interface. O chip de memória que encontramos nos Pendrives é formado por uma matriz que contém um circuito para cada bit que deve ser armazenado, como mostra a figura a seguir:

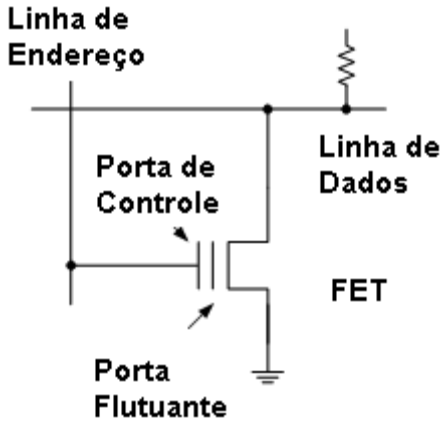


Figura 6: Circuito de um bit de armazenamento em um Pendrive

Conforme podemos ver na figura, o FET é de um tipo especial que possui uma porta flutuante (floating gate), tornando-o uma espécie de transistor duplo. Esta porta é separada da porta de controle por uma fina camada de óxido, de modo que fica completamente isolada eletricamente do circuito. No entanto, por indução ela pode acumular cargas elétricas negativas. Na ausência destas cargas o nível lógico da saída de dados é 1, e quando as cargas são induzidas é 0. As cargas induzidas na porta flutuante podem ficar armazenadas nela por anos. Assim podemos deixar cada transistor no nível 0 ou 1, conforme o bit que desejamos armazenar, simplesmente, induzindo ou não cargas negativas na porta flutuante. Para apagar a informação, basta então descarregar todas as cargas induzidas nesta porta.

Para essa operação de apagar ou gravar, basta usar um sinal elétrico conveniente na porta de controle, colocando o nível desejado na porta dados. O processo de gravação é denominado “Fowler-Nordweim Tunneling”. O que o processo faz é colocar elétrons na porta flutuante (floating gate) de modo que ela adquira uma carga negativa e assim o seu nível lógico possa mudar. Isso é conseguido com uma tensão normalmente entre 10 e 13 V. O efeito desta carga é fazer com que a porta flutuante do transistor funcione como um canhão de elétrons. Os elétrons excitados são disparados de tal forma que passam para o outro lado da camada de óxido isolante, carregando assim negativamente a porta flutuante.

Esses elétrons, dada sua carga negativa, funcionam como uma barreira entre a porta de controle e a porta flutuante. Um recurso especial denominado cell sensor,

ou sensor de célula, monitora o nível da carga que passa pela porta flutuante. Se o nível das cargas da comporta estiver acima de 50% do limiar, o valor da saída será 1. Quando o nível das cargas cair para menos de 50% do valor limiar, a saída será 0. Veja que uma memória EEPROM totalmente descarregada (apagada) tem todas as comportas abertas, resultando num nível de saída de cada célula igual a 1.

Pode-se fazer a descarga de modo que as células fiquem todas com o nível 1, pela aplicação de um campo elétrico proveniente uma tensão mais elevada. Nas denominadas memórias Flash, isso é feito por um circuito próprio que apaga blocos de uma vez e não célula por célula. Uma vez que um bloco seja apagado, as célula podem ser novamente gravadas com a informação desejada. Assim, as denominadas memórias Flash, que são uma espécie mais moderna de EEPROMs, o fato de se fazer o apagamento por blocos as torna mais rápidas que as memórias tradicionais do mesmo tipo.

A camada de óxido isolante é extremamente eficiente nesta função, pois as cargas podem ser armazenadas durante anos, sem que o chip perca as informações.

4.3 Evolução, Padrões e Velocidade

A interface Universal Serial Bus ou USB se tornou o padrão para a conexão da maioria dos periféricos de um computador, por sua versatilidade que possibilita a conexão sem a necessidade de se programar previamente o dispositivo, pelo número pequeno de fios que o cabo utiliza, e esta USB também é utilizada na comunicação de um pen drive com o computador.

As USBs em suas versões anteriores 1.0 e 2,0, foram as mais utilizadas nas versões tradicionais de Pendrive, muitos dos quais ainda podem ser encontrados a venda e com uma boa funcionalidade. Mas, a chegada da USB 3.0 traz inúmero vantagens na comunicação de dispositivos externos com um computador, caso dos pen drives. A USB 3.0 é muito mais rápida com uma taxa de leitura de 80 MB/s ou mesmo mais, e de leitura de 60 MB/s. Usando-o na porta USB 2.0, entretanto, sua velocidade será menor, de até 30 MB/s. Assim, no caso de dispositivos que estão sendo lançados, é ainda preciso usar um cabo especial para adaptar o conector USB 3.0 ao tradicional, pois o 3.0 faz uso de 4 fios a mais.

Logo, quando você conecta seu Pendrive na USB de seu computador para gravar dados, os dados são enviados serialmente (em fila) bit a bit para um circuito que decodifica as informações que eles trazem. Estas informações (bytes) são então encaminhadas às células que devem recebê-las, através de um circuito que gera os endereços. Cada byte gravado é acompanhado de bytes que indicam em que bloco e em que linha a informação está, para que a leitura possa ser feita posteriormente sem erros.

Assim, conforme mostra a figura abaixo, uma memória de Pendrive é organizada em linhas, com 8 colunas (b bits), 16 colunas para os tipos de 16 bits ou ainda 32 colunas para os de 32 bits.

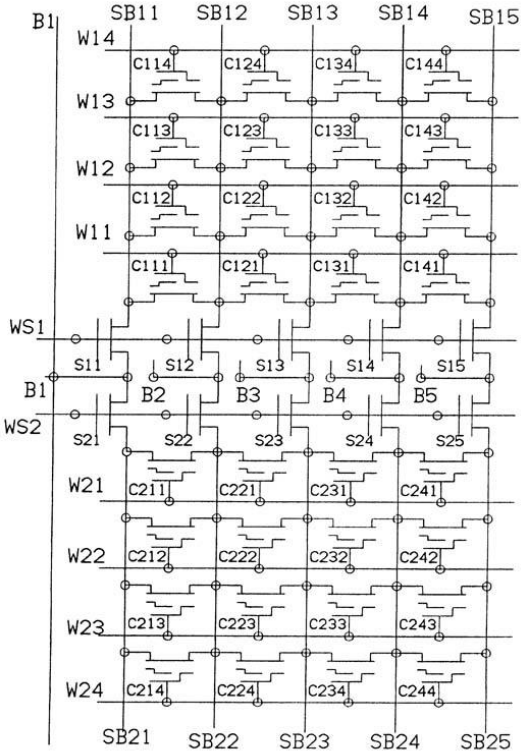


Figura 7: Organização da memória em um Pendrive

Na figura anterior, quando habilitamos a linha W22, por exemplo, os 5 bits aplicados nas entradas de SB21 a SB24 são gravados nos transistores de C212 a C242. Para ler, basta habilitar as mesmas linhas com tensão apropriada e sensoriar os níveis lógicos nas mesmas saídas. Evidentemente, este é um exemplo simplificado já que existem bilhões de células semelhantes a estas num único Pendrive e, além disso, temos os circuitos de leitura que geram os bits de endereçamento e fazem a leitura da saída. Uma vez que a leitura dos dados gravados vai sendo feita eles são

novamente serializados por um circuito apropriado, e enviados para o computador, entrando pela USB.

Com a evolução da tecnologia de fabricação dos chips de memória, as capacidades dos Pendrives se tornam cada vez maiores e a velocidade tanto de leitura como de armazenamento também. Assim, dos primeiros tipos que armazenavam apenas 64 MB, já temos os que chegam aos 64 GB ou mais, um aumento elevado, acompanhado de uma multiplicação da velocidade que não chega a tanto, mas nos surpreende quando esvaziamos ou gravamos informações nos tipos mais modernos.

REFERÊNCIAS

PARHAMI, Behrooz. **Arquitetura de Computadores: De Microprocessadores a Supercomputadores.** São Paulo, McGraw-Hill, 2008. pp.391-464.

IBM Archives. **20th century disk storage chronology.** Disponível em: <http://www-03.ibm.com/ibm/history/exhibits/storage/storage_chrono20.html>. Acesso em: 07 abr 2014.

SHIRATORI, Felipe H. POZZATO, Guilherme H. G. YAMASHITA Hugo H. **Por dentro do HD.** Instituto de Computação – Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), 2008. Disponível em: <http://www.ic.unicamp.br/~rodolfo/Cursos/mc722/2s2008/Trabalho/g05_texto.pdf>. Acesso em: 05 abr 2014.

OLIVEIRA, Edmar Welington. **Tecnologia de Discos.** UNICAMP, 2006. Disponível em: <http://www.ic.unicamp.br/~ducatte/mo401/1s2006/T2/065819-T.pdf>. Acesso em: 05 abr 2014.

Instituto Newton C. Braga: **Como funciona o PenDrive.** Disponível em: <http://www.newtoncbraga.com.br/index.php/como-funciona/3619-art614>. Acesso em: 05 abr 2014.

Wikipedia: Disquete. Disponível em: <http://pt.wikipedia.org/wiki/Disquete>. Acesso em: 07 abr 2014.

Wikipedia: Disquette. Disponível em: <http://es.wikipedia.org/wiki/Disquette>. Acesso em: 08 abr 2014.

Wikipedia: Dispositivo Magnético. Disponível em: <http://es.wikipedia.org/wiki/Dispositivo_magnético>. Acesso em: 07 abr 2014.

Wikipedia: Dispositivo de Armazenamento. Disponível em: <http://pt.wikipedia.org/wiki/Dispositivo_de_armazenamento>. Acesso em: 04 abr 2014.

INFO Wester: Características e funcionamento dos HDs (discos rígidos). Disponível em: <http://www.infowester.com/hd.php>. Acesso em: 05 abr 2014.

INFO Wester: Barramento SATA (Serial Advanced Technology Attachment). Disponível em: <http://www.infowester.com/serialata.php>. Acesso em: 07 abr 2014.

INFO Wester: O que é SSD (Solid-State-Drive)? Disponível em: <http://www.infowester.com/ssd.php>. Acesso em: 08 abr 2014.

Guia do Computador: O que são dispositivos de armazenamento magnético? Disponível em: <http://www.edufrance-bulgarie.org/o-que-sao-dispositivos-de-armazenamento-magnetico.html>. Acesso em: 07 abr 2014.

HAUTSCH, Oliver. **O disquete morreu. Enterre o seu.** NZN – TechMundo, 2010. Disponível em: <http://www.tecmundo.com.br/sony/4134-o-disquete-morreu-enterre-o-seu.htm>. Acesso em: 08 abr 2014.