

Tecnologia de Discos Rígidos: IDE, SATA, SCSI e SAS

Fábio Augusto Faria
RA 079734

MO401 – Arquitetura de Computadores
fabio.faria@students.ic.unicamp.br

ABSTRACT

Este artigo, apresenta as principais tecnologias de disco (ATA, SATA, SCSI, SAS) disponíveis no mercado, os avanços tecnológicos, suas vantagens, desvantagens, comparações entre as tecnologias.

Categories and Subject Descriptors

B.4.3 [Input/Output and data communications]:
Interconnections (subsystems) – Interfaces;

General Terms

Performance, Standardization.

Keywords

Disco Rígido, ATA, IDE, SATA, SCSI, SAS.

1. INTRODUÇÃO

A necessidade ou até uma obsessão que os usuários têm de obter maior desempenho em seus computadores faz com que novas tecnologias apareçam entre os dispositivos que o compõe. Os processadores cada vez mais rápidos, memória com maior taxa de transferência de dados e maior capacidade de armazenamento, placas de vídeo mais velozes, são provas da evolução. Nos dispositivos de armazenamento não seria diferente. Surgiram diversos padrões de comunicação (interfaces) sempre com o objetivo de melhorar o atual cenário. Estas interfaces especificam a forma que os dispositivos devem ser conectados fisicamente aos outros dispositivos do computador e qual o protocolo de comunicação a ser utilizado no envio e recebimento dos dados.

Na seção 2 serão apresentados as partes que compõe um disco rígido e o seu funcionamento. A seções 3, 4, 5 e 6 contém as características das interfaces abordadas no artigo. Na seção 7 as diferenças entre as interfaces. Na seção 8 comenta sobre outras interfaces existentes. Finalmente, na seção 9 traz as considerações finais sobre o assunto.

2. ESTRUTURA E FUNCIONAMENTO DOS DISCOS RÍGIDOS [11]

A solução para armazenar grandes quantidades de dados em computadores é hierarquia de memória. Os discos rígidos juntamente com cd-roms, dvd, blu-ray são chamados de memória secundária, onde a primária são registradores, cache e a memória principal.

A figura 1 mostra a hierarquia de memória.

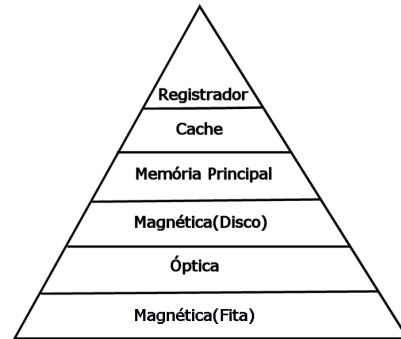


Figure 1. Hierarquia de memória.

À medida que desce na hierarquia de memória o tempo de acesso, a capacidade de armazenamento e o número de bits por dólar gasto aumentam.

Os discos magnéticos são formados por um ou mais pratos, um cabeçote de disco que contém uma bobina de indução que flutua acima da superfície (sem contato). A seqüência circular de bits escritos quando o disco faz uma rotação completa é denominada trilha. Estas trilhas são formadas por setores de tamanho fixo, normalmente com 512 bytes de dados. Todos os discos tem braços que se movem para dentro e fora em diferentes distancias radiais da haste ao redor da qual o prato gira. O atuador é o responsável por mover o braço sob a superfície dos pratos, e assim permitir que os cabeçotes façam o seu trabalho. Os discos são selados na fábrica para evitar entrada de pó e estes são chamados de Winchester.

A Figura 2 mostra a estrutura de um disco rígido.

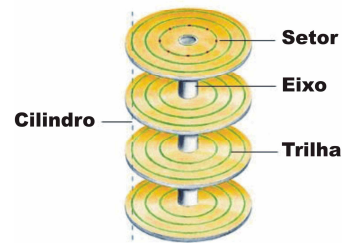


Figure 2. Estrutura de um disco rígido.

Os vários pratos são empilhados na vertical, cada superfície tem seu próprio braço e cabeçote. Os braços se movimentam para

diferentes posições ao mesmo tempo. O conjunto de trilhas em uma mesma posição radial é chamado de cilindro. Para ler ou escrever um setor, primeiro o braço deve se deslocar à posição radial correta (*seek*), quando o cabeçote já se encontra na trilha, necessita que o setor desejado fique sob o cabeçote (latência rotacional), em seguida ocorre a leitura ou gravação do setor.

Os padrões mais comuns de velocidade são de 5.400 rpm (rotações por minuto), 7.200 rpm e 10.000 rpm.

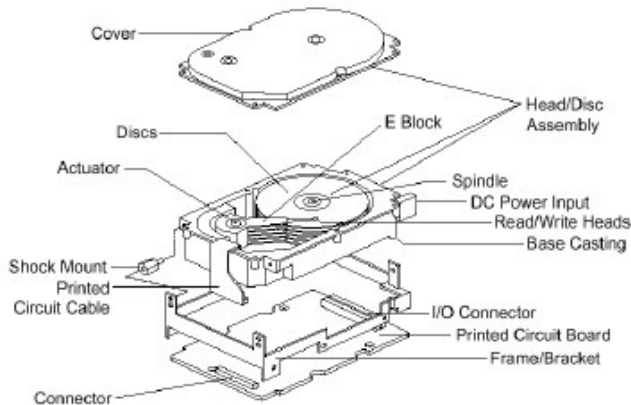


Figure 3. Componentes de um disco rígido.

A figura 3 esquematiza os componentes de um disco rígido moderno, manufaturado num compartimento selado com a tecnologia *head disk assembly* (HDA), onde os discos magnéticos são fechados a vacuo para evitar contaminações e danos à superfície de armazenamento.

Os discos necessitam de uma interface de controle para que possam funcionar. As interfaces mais conhecidas são a IDE (Integrated Drive Electronics), SCSI (Small Computer System Interface), SATA (Serial ATA) e recentemente a SAS (Serial Attached SCSI). Nas próximas seções serão apresentadas estas tecnologias de disco.

3. IDE/ATA/PATA [9] [10]

Os discos modernos de computadores evoluíram do IBM PC XT que tinha um disco Seagate de 10MB controlado por um controlador de disco Xebec.

Os discos mais antigos tinham um controlador em uma placa separada do drive que ocupava muito espaço e a evolução fez com que este controlador fosse integrado ao drive e sendo fabricados juntos.

O disco IDE foi a primeira tecnologia com essas características e as diversas versões serão mostradas abaixo.

O cabo utilizado tem 40 fios (pinos), 16 pinos para enviar e receber dados, 7 pinos são terras para evitar ruído, 1 pino de cable select (master ou slave).

3.1 Padrões

- **IDE ou ATA 1:** nos anos 80 e como a convenção de “endereçamento” de setores era dada pelo número do cabeçote (4 bits), do cilindro (10 bits) e setor (6 bits) chamado de CHS (Cylinder, Head, Sector) em um total de 16 cabeçotes, 63 setores e 1024 cilindros, a capacidade máxima de endereçamento era de apenas 504 MB. O problema dessa geometria apareceu quando necessitava de mais cilindros, pois o sistema operacional não conseguia endereça-los corretamente. A taxa de transmissão chegava a 8.3 MB/s e o ciclo de transferência 240 ns.
- **EIDE (Extend IDE) ou ATA 2:** tinha suporte a LBA (Logical Block Address) que proporcionava um maior endereçamento que o CHS. Essa interface tinha suporte a comandos de transferência em bloco e funções de auto-deteção das características físicas do disco e a taxa de transmissão chegava a 16.7 MB/s e ciclo de transferência de 120ns.
- **ATA 3:** tinha uma tecnologia de auto-deteção de condições adversas e falhas (*Self Monitoring Analysis and Reporting Tecnology* - SMART) e possibilitava proteger o disco por senha. Sua taxa de transmissão e ciclo de transferência eram os mesmos da ATA 2.
- **ATA/ATAPI 4:** o nome ATAPI surgiu quando a interface começou a permitir que unidades de disquete, cr-rom, dvd-rom, utilizassem da mesma interface e se comportassem como um disco ATA. A taxa de transmissão chegava a 33.3 e ciclo de transferência de 120 ns.
- **ATA/ATAPI 5:** tornou-se obrigatório o uso de cabo de 80 vias ao invés de 40, com o objetivo de “amenizar” a interferência entre as vias. Para cada via de sinal, uma via de aterramento. A taxa de transmissão chegava a 66.7 MB/s e ciclo de transferência 60 ns.
- **ATA/ATAPI 6:** tinha controle automático de emissão de ruídos no disco rígido. A taxa de transferência de 100 MB/s.
- **ATA/ATAPI 7:** tinha a taxa de transmissão que chegava a 133 MB/s.
- **ATA/ATAPI 8:** a taxa de transmissão acima de 133 MB/s nessa interface já estava chegando ao seu limite por causa do problema de interferência no cabo.

Uma solução para este problema de interferência foi a criação de uma nova tecnologia que fez com que as taxas de transmissão aumentassem e diminuindo ou até desaparecendo com o problema.

Na próxima seção será mostrada a tecnologia sucessora da interface ATA.

4. SERIAL ATA/SATA [7][9]

A SATA ou Serial ATA é a nova tecnologia de disco criada em 2003 e veio para substituir a IDE, ATA. Como o nome mesmo já diz, é uma tecnologia serial, ou seja, 1 bit por vez que consegue frequência maiores e com isso, transmitir mais rápido os dados em

seu barramento. Isso acontece, pois na IDE apesar de ser uma transmissão paralela, ocorre interferência eletromagnéticas entre as vias, causando ruídos nos dados e deixando a transmissão mais lenta.

A interface SATA não tem esse problema por transmitir 1 bit de cada vez, assim permitindo trabalhar em frequências maiores e não por acaso que a comunicação entre processadores e seus periféricos sejam serial.

Após a criação da SATA, a ATA passou a ser chamada de PATA (a letra 'p' de paralela) para diferenciar da nova tecnologia.

O cabo mais comum tem 7 fios (pinos), 3 pinos são terras e os outros 3 pinos são os dois canais separados usados para a transmissão de dados diferencial.

4.1 Padrões

- **SATA 150 ou SATA I:** foi a primeira versão desta tecnologia e o nome ficou conhecido pela sua taxa de transferência de 150 MB/s.
- **SATA II:** não aumentou a taxa de transferência porém, foi adicionado recursos como NCQ (*Native Command Queuing*), técnicas para diminuir o movimento da cabeça de leitura que também é utilizada na tecnologia SCSI que será mostrada posteriormente.
- **SATA 300 ou SATA/300:** trabalhava com uma taxa de transmissão de 300 MB/s, o dobro da última versão da PATA.
- **SATA 600:** seguindo o nome, tem uma taxa de transmissão de 600 MB/s. Só lembrando que essas taxas mencionadas ao longo do artigo são taxas máximas, totalmente teórica. A previsão é de chegar a uma taxa de transferência bem maior no futuro.

Na próxima seção será mostrada uma outra tecnologia muito utilizada em aplicações com acesso de diversos usuários ao mesmo tempo.

5. SCSI [5] [11]

Os discos SCSI não são diferentes dos anteriores em relação ao modo como cilindros, trilhas e setores são organizados, porém diferem a interface e as taxas de transmissão. Esta tecnologia foi criada por Howard Shugart, o inventor do disco flexível, em 1979 e em 1986 a ANSI padronizou com o nome de SCSI (*scuzzi*).

As altas taxas de transferência fez com que os discos SCSI se tornassem padrão de grande parte das estações de trabalho Unix da SUN, HP, entre outras. Existentes em Mactoshes e servidores de rede.

A SCSI não é apenas uma interface de disco rígido, mas um barramento que suporta a conexão de outros dispositivos como scanner, unidades de fita e outros periféricos SCSI. Cada dispositivo recebe uma ID, esta vai até 15 no total e tem dois conectores (entrada e saída). A saída conecta a entrada do outro dispositivo e o último deve ser terminado para evitar reflexões das extremidades do barramento SCSI interfiram com outros dados no barramento.

Os comandos e respostas ocorrem em fases, usando vários sinais de controle para delinear as fases e arbitrar o acesso ao barramento quando vários dispositivos querem usa-lo ao mesmo tempo. Estes discos permitem acesso simultâneo de todos os dispositivos (alto desempenho) e utiliza o modo de transmissão full-duplex, ou seja, envio e recebimento de dados ao mesmo tempo.

O cabo mais comum (8 bits) tem 50 fios (pinos), 25 são terras para evitar ruído, 8 são para dados, 1 de paridade, 9 de controle e o restante para energia elétrica. Os dispositivos de 16 bits (e 32 bits) precisam de um segundo cabo para sinais adicionais.

5.1 Padrões

- **SCSI 1:** criado em 1986 a primeira especificação formal, esse padrão é a definição básica do barramento SCSI, protocolo de sinalização e um conjunto de comandos de 6 e 10 bytes. Suportando 8 dispositivos no mesmo cabo e usado em computadores Apple Macintosh. Sua taxa de transferência chegava a 3.5 MB/s em modo assíncrono, 5 MB/s em síncrono e tamanho máximo do cabo era de 6 metros.
- **SCSI 2:** surgiu por causa da incompatibilidade da versão anterior, nesta versão especifica um conjunto mínimo de comandos que devem ser implementado por todos os dispositivos (Common Command Set - CCS). Tinha suporte a cd-rom, scanner, tinha capacidade de executar múltiplas requisições de entrada e saída de forma simultânea. A taxa de transferência chegava a 10 MB/s na Fast SCSI e 20 MB/s com a Fast Wide SCSI.
- **SCSI 3:** existiram diversas versões ficando conhecidas como SPI (SCSI Parallel Interface) e foram normatizadas num conjunto de documentos de especificação do protocolo de comunicação e das características da camada física. A taxa de transferência chega a 640 MB/s.

6. SERIAL SCSI/SAS [3] [7]

A tecnologia SAS (Serial Attached SCSI) como nome já diz é uma tecnologia que faz uso dos comandos SCSI, porém de forma serializada. Ela tem compatibilidade com a SATA e pode tornar um projeto mais barato se utilizar SAS com SATA.

O objetivo de sua existência é a de obter maior agilidade na transmissão dos dados, junto com a confiabilidade, escalabilidade, gerenciamento e o alto desempenho em aplicações que exige um certo paralelismo que apenas a tecnologia SCSI proporciona. Ela resolve problemas de entrada/saída e conexão direta que a SCSI tradicional não atende.

A SAS tem conexão dedicada ou exclusiva para evitar concorrência, porém pode ser compartilhada com o uso de um expensor e ela elimina a perda de sincronismo (*clock skew*).

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. Outras melhorias são:

- 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
- Capacidade de expansão e atualização
- Possibilidade de clientes e usuários escolherem entre discos SAS de dupla redundância de cabos e alto desempenho ou discos SATA de alto desempenho e baixo custo no mesmo sistema.

7. DIFERENÇAS

Nesta seção será mostrada uma comparação entre todas as tecnologias abordadas neste artigo, se aprofundando em características mais técnicas.

- **IDE/ATA:** transmissão paralela, half-duplex (tipo comunicação que não permite enviar e receber dados ao mesmo tempo), taxa de transmissão máxima de 133 MB/s, frequência máxima de 66 MHz, comprimento de cabo de no máximo 46 centímetro, não suporta hot-plug (não insere ou remove dispositivos com o computador ligado), permite 2 dispositivos por cabo, cabo de 40/80 pinos e o consumo de 5V.
- **SATA:** transmissão serial, full-duplex (envia e recebe dados ao mesmo tempo), taxa de transmissão máxima de 600 MB/s, frequência máxima de 6.0 GHz, comprimento de cabo de no máximo 8 metros, suporta hot-plug, permite 1 dispositivo por cabo, cabo de 7 pinos e o consumo de 250mV.
- **SCSI:** transmissão serial, full-duplex, taxa de transmissão máxima de 640 MB/s, frequência máxima de 160 MHz, comprimento de cabo de no máximo 12 metros, suporta hot-plug, permite 16 dispositivos por cabo, cabo de 60/80 pinos e o consumo de 5V.
- **SAS:** transmissão serial, full-duplex, taxa de transmissão máxima de 375 MB/s, frequência máxima de 3.0 GHz, comprimento de cabo de no máximo 8 metros, suporta hot-plug, permite 4 dispositivo por cabo, cabo de 32 pinos e o consumo de 800mV.

8. CONSIDERAÇÕES

Neste artigo foram mostrados interfaces de discos mais conhecidas no mercado com uma abordagem mais histórica com diversas versões ao longo dos anos. A tecnologia SCSI é mais antiga que a ATA e apesar disso, continua sendo a melhor opção quando se pensa em aplicações com múltiplos usuário acessando um barramento ao mesmo tempo, como é o caso de servidores. Isso prova que esta tecnologia foi bem projetada e agora com a criação da tecnologia serial, seu desempenho irá aumentar rapidamente.

A tecnologia ATA está praticamente esquecida com a criação da SATA, pois além do desempenho muito maior da SATA, hoje o

preço destes discos estão mais acessíveis aos consumidores desktop e chegando bem próximo dos ATA.

9. REFERENCES

- [1] Anderson, D.; Dykes, J.; Riedel, E. More Than an Interface – SCSI vs. ATA. In Proceedings of the 2nd Annual Conference on File and Storage Technology (FAST), March 2003.
- [2] Landis, H. ATA/ATAPI.COM – ATA/ATAPI History. <http://www.ata-atapi.com/hist.htm>.
- [3] IDC, 2005. Evolution in Hard Disk Drive Technology: SAS and SATA, White Paper. <http://www.idc.com>
- [4] Intel, 2005. Disk Interface technology – Quick reference Guide.
- [5] HP Invent. Serial Attached SCSI, General Overview. <http://www.hp.com>
- [6] Lima, E. L & Silva, J. M. C. 2006. Por Dentro do Hd. Universidade de Campinas.
- [7] Oliveira, E. W. Tecnologia de Discos. Universidade de Campinas.
- [8] Patterson, D., Hennessy, J. Computer Organization and Design: the hardware/software interface. Morgan Kaufmann Publishers, 2005.
- [9] Rocatto, A. L. J. 2006. Tecnologia de discos: IDE/ATA/SATA. Universidade de Campinas.
- [10] Silva, F. H. 2005. Interfaces de Discos Rígidos. Universidade de Campinas.
- [11] Tanenbaum, A. S. Organização Estruturada de Computadores, quinta edição. Pearson Prentice Hall, 2007.
- [12] Wikipedia, the free encyclopedia. Advanced Technology Attachment. http://en.wikipedia.org/wiki/Parallel_ATA
- [13] Wikipedia, the free encyclopedia. Sata. http://en.wikipedia.org/wiki/Serial_ATA
- [14] Wikipedia, the free encyclopedia. SASCSI. <http://pt.wikipedia.org/wiki/Sascsi>
- [15] Wikipedia, the free encyclopedia. SCSI. <http://en.wikipedia.org/wiki/SCSI>