

**Instituto Politécnico do Porto**

**Instituto Superior de Engenharia do  
Porto**

**Departamento de Engenharia  
Informática**

**Tecnologia Informática**

**Capítulo 6**

**Unidades de Disco**

6.1	Introdução	3
6.2	Constituição física	3
6.3	Acesso à informação	5
6.3.1	<i>Divisão lógica</i>	5
6.3.2	<i>Sistema de Ficheiros</i>	7
6.4	Interface	9
6.4.1	<i>Evolução histórica</i>	9
6.4.2	<i>Comparação</i>	12
6.5	Termos e Expressões	13



## 6.1 Introdução

No mundo real a informação existe nas mais variadas formas, mas como é evidente não é de todo possível a um computador manipular informação cujo suporte físico seja por exemplo o papel, a memória humana ou o próprio ambiente...

As unidades de discos, são dispositivos magnéticos ou ópticos de suportes de informação digital, utilizados como sistema de armazenamento secundário de sistemas computadorizados. As unidades de disco caracterizam-se entre outras, por:

- **Amovíveis** (ex. disquete, CD-ROM, ZIP) ou **fixas** (ex. disco Winchester). Também são usados os termos **rígidos/flexíveis**, **internos e externos** para designar praticamente as mesmas propriedades;
- **Magnético** (ex. Winchester, disquete, ZIP), **óptico** (ex. CD-ROM, DVD) ou **magneto-óptico** (ex. Mini-Disc);
- **Interface**. Normalmente (E)IDE ou SCSI, corresponde à forma como os pedidos são tratados, como a informação é transferida de e para o sistema, o grau de participação do CPU no processo, etc.;
- **Capacidade de transferência** medida em Megabytes (MB). Corresponde à quantidade máxima informação transferida entre interface e o sistema. Esta característica está intimamente relacionada com a interface;
- **Capacidade de armazenamento**, medido em Megabytes (MB) ou Gigabytes (GB);
- **Tempo de acesso**, medidos em milissegundos (ms). O tempo de acesso médio é de 10 ms;
- **Tamanho físico** dos discos físicos, normalmente medido em polegadas. O tamanho normal dum disco rígido para PC é de 3,5" de largura e 1" de altura. Existem discos duas ou três vezes maiores que os anteriores, de maior capacidade de armazenamento e em que o tamanho não é condição. Para portáteis existem discos pouco maiores que caixas de fósforos, com capacidades típicas de 4-8 GB, com baixo consumo e muito silenciosos;

## 6.2 Constituição física

Abordar-se-á nesta secção a constituição genérica dum disco interno, fixo, rígido e magnético, ou seja um disco típico existente em praticamente qualquer computador. Este tipo de disco designa-se por Winchester (cidade inglesa onde foi desenvolvida a tecnologia mais importante que lhe está associada, o *float on air*).

Num disco Winchester distinguem-se 5 elementos fundamentais (Figura 5.1):

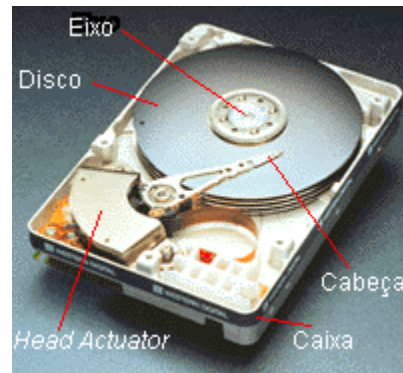


Figura 5.1 - Imagem dum disco tipo Winchester (a parte de cima da caixa foi emovida)

### Caixa

- Neutraliza fontes magnéticas externas;
- Protecção ao choque;
- Garante ambiente hermético;

### Discos físicos

- Forma circular;
- Vários discos, concêntricos e paralelos uns aos outros
- Material metálico ou plástico não magnético;
- Cobertos por uma camada de magnetos microscópicos definidos aquando da construção;

### Motor e eixo

- Responsável pelo movimento rotacional dos discos físicos;
- Velocidades típicas entre as 3000 e as 12000 rotações por minuto (RPM);

### Braço e Cabeça de leitura/escrita:

- Responsável pelo movimento radial em relação aos discos;
- Uma cabeça para cada face dos discos;
- A cabeça não entra em contacto com o disco, movimentam-se a centésimas de milímetros de distância do disco (tecnologia *float on air* desenvolvida em Winchester);
- Movidas por um mecanismo que se designa *Head Actuator*;

### Interface

- Responsável pela interligação entre o sistema e a unidade de disco;

- Conversão digital/analógico e analógico/digital da informação;
- *Cache* de dados e comandos.

Através do movimento rotacional dos discos, complementado pelo o movimento radial da cabeça em relação à superfície do disco e havendo cabeças de leitura e escrita para cada superfície (Figura 5.2), garante-se que toda a superfície de todos os discos físicos é acessível pelas cabeças.

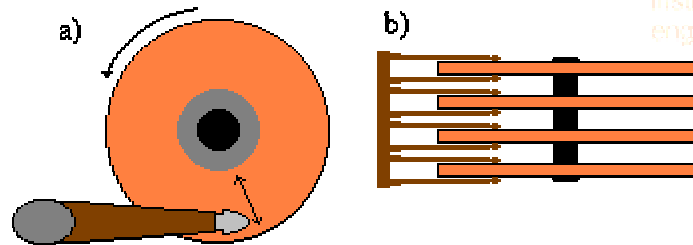


Figura 5.2 - Esquema de constituição dum disco rígido (discos e cabeças) visto de topo (a) e de perfil (b)

## 6.3 Acesso à informação

Uma das características principais das unidades de discos, em contraponto às unidades de fitas (por exemplo), é a capacidade de acesso directo à informação, ou seja, não há necessidade de procurar sequencialmente a informação.

No entanto, um disco tem por norma uma capacidade de armazenamento enorme, podendo atingir as centenas de Gigabytes (GB). É necessário portanto desenvolver uma forma de organizar a informação armazenada, para que o acesso seja o mais eficiente possível. A solução passa por desenvolver uma forma de:

- Divisão lógica do disco, para que sejam criadas zonas endereçáveis;
- Sistema de ficheiros, capaz de relacionar os endereços com a informação aí guardada.

### 6.3.1 Divisão lógica

Por norma, a divisão lógica do disco, o endereçamento, é realizada segundo características físicas do disco, ou seja, características definidas aquando do fabrico, e por isso dificilmente alteráveis.

Existem 3 parâmetros para endereçar a área mínima do disco:

#### Cabeças

A divisão inicial baseia-se no número de **cabeças** existentes no disco. Cada unidade de disco tem um número fixo de discos físicos. Cada disco físico tem duas superfícies e para

cada uma existe uma cabeça de leitura. Assim, o número de cabeças dum disco é duas vezes o número de discos físicos.

### Cilindros

A divisão seguinte baseia-se no sincronismo das várias cabeças dos disco, ou seja, quando uma cabeça acede a um ponto com determinada distância até ao eixo, todas as outras cabeças acedem noutra superfície a um ponto com a mesma distancia até ao eixo. Se considerarmos que os vários discos têm um movimento rotacional concêntrico, então, os pontos com determinada distância até ao eixo formam um círculo, a que se dá o nome de **pista**. As pistas são acessíveis pelo movimento radial das cabeças.

Todos os círculos com determinado raio, se unidos por um movimento de revolução duma recta, formam um **cilindro** (Figura 5.3).

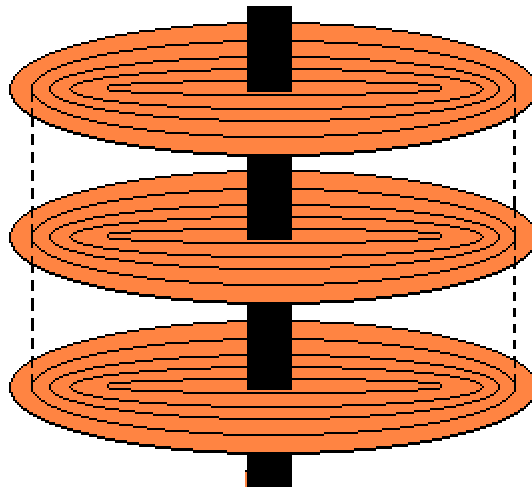


Figura 5.3 - Esquema de divisão do disco em pistas, formando cilindros.

O número de cilindros no disco é uma forma de divisão que torna os endereços mais exactos, contudo esta divisão ainda não é suficiente, pois cada pista contém demasiada informação para ser endereçada, pelo que o disco deveria ainda passar muito tempo à procura da informação em cada pista (como seria enviar uma carta a alguém colocando apenas a cidade como endereço).

### Sectores

Assim sendo, e uma vez que o disco tem um movimento de rotação sobre ele próprio, o mais lógico será dividir o disco em "fatias" (Figura 5.4). A estas fatias dá-se-lhes o nome de **sectores** e são acedidas pelas cabeças graças ao movimento rotacional do disco. Estando a cabeça numa determinada pista, com o movimento rotacional do disco, todos os sectores dessa pista passaram pela cabeça.

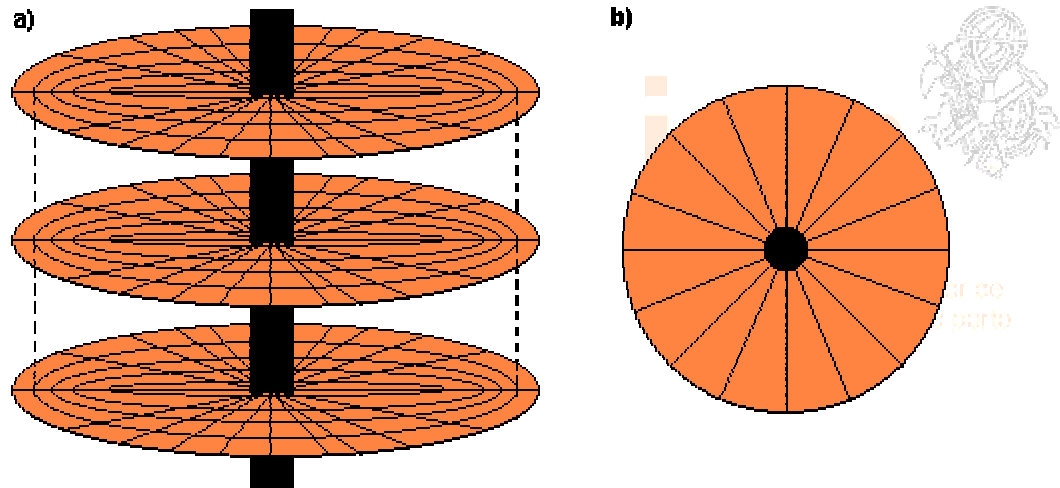


Figura 5.4 - Divisão do disco em sectores.

Assim, o endereço final de uma zona da unidade de disco é definida por:

$$\text{Cabeça} + \text{Cilindro} + \text{Sector}$$

São estas características que vão definir a capacidade máxima do disco. Se cada sector armazenar com é típico, 512 *bytes*, então a capacidade do disco é dada pela fórmula:

$$\text{Capacidade do disco} = \text{N}^\circ \text{ Cabeças} \times \text{N}^\circ \text{ Cilindros} \times \text{N}^\circ \text{ Sectores} \times 512\text{Bytes}$$

### 6.3.2 Sistema de Ficheiros

O sistema de ficheiro é um dos componentes do Sistema Operativo, e como tal não faz parte do âmbito destas notas. No entanto, o sistema de ficheiros define alguns conceitos que se considera serem importantes sob o ponto de vista tecnológico.

Determinado disco (o melhor seria dizer, uma partição) tem um sistema de ficheiros específico, utilizável por determinados S.O. que o compreendem e manipulam correctamente. O sistema de ficheiros é definido no disco aquando da sua **formatação**. A **formatação** é um processo que define vários componentes lógicos do disco, tal como (Figura 5.5):

- **Sector de *boot***, o qual é utilizado para arranque do sistema operativo, e se encontra sempre no primeiro sector do disco;
- **Tabelas de alocação de ficheiros**, que são tabelas que relacionam os ficheiros existente e o espaço que ocupam, por forma que o acesso seja o mais directo possível;
- **Área de dados**, onde serão guardados todos os ficheiros.

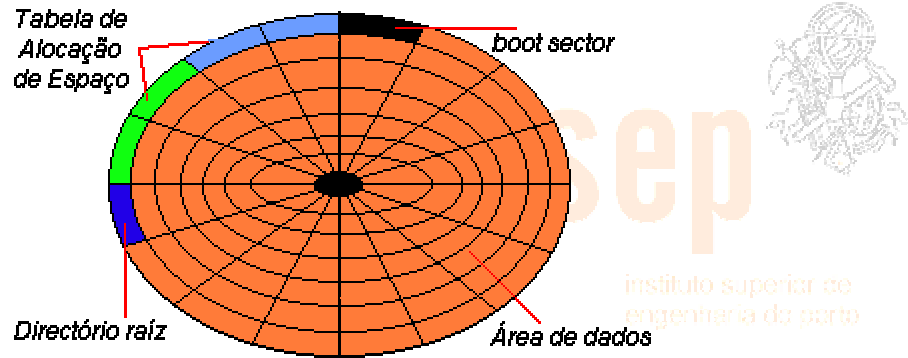


Figura 5.5 - Exemplo de formatação de disco (DOS/Windows 95/98)

A área mínima endereçável é o sector/cilindro/cabeça, ou seja, num caso típico 512 *bytes*. Acontece no entanto que esta é uma unidade demasiado pequena para ser endereçável. Por duas razões:

- É complicado para o S.O. manter uma tabela de endereços tão grande, o que implicaria que uma procura de endereço demorasse muito tempo, além disso, a tabela de endereços é muito limitada;
- Os ficheiros são por norma bem maiores que 512 *bytes*, o que faz com que cada ficheiro ocupe mais do que um sector.

Como solução, o sistema de ficheiro cria internamente uma nova **unidade mínima de endereçamento**, e cujo tamanho é dependente do sistema operativo/sistema de ficheiros. Por exemplo:

- **DOS e Windows95/98** utilizam conjuntos de sectores que se designam *clusters*. A tabela de alocação de espaço tem um limite máximo de endereços que implica o número de sectores por *cluster*. Para isso, calcula-se o número total de sectores do disco e divide-se pelo número de endereços possíveis. O resultado da divisão é o tamanho do *cluster* em sectores. Cada ficheiro pode ter vários *clusters* (não necessariamente sequenciais), havendo em cada um a indicação do próximo ou se é o último;
- Sistema de ficheiros semelhantes ao **Unix** utilizam o conceito de *inode*. Existe também uma tabela de endereços, mas ao contrário, o tamanho do *inode* é fixado aquando da formatação, podendo ser de 1024, 2048, 4096 *bytes*. Cada ficheiro quando é criado é-lhe associado uma tabela de *inodes*, que contém o endereço dos *inodes* que o ficheiro ocupa. Se por ventura o ficheiro ocupar mais *inodes* que aqueles permitido pela tabela, então o último *inode* aponta para uma nova tabela, permitindo o crescimento do ficheiro.



## 6.4 Interface

O que mais distingue e caracteriza um disco, é a forma como se interliga com o resto do sistema, ou seja, a forma como as ordens são recebidas e executadas, ou os dados transmitidos dum para o outro. O componente responsável por estas actividades designa-se por **interface**.

- Evolução histórica;
- Comparação.

### 6.4.1 Evolução histórica

#### Interface estúpida

Os primeiros discos, desenvolvidos pela IBM em 1957, eram totalmente dependentes do controlo externo, responsável por definir todas as acções do disco para que este cumprisse a sua missão. Tratam-se de ordens do tipo:

```
AVANÇA 2 PISTAS
LÊ SECTOR x COM A CABEÇA yy
ENVIA DADOS
```

Esta era uma solução mecânica/electrónica pouco fiável e bastante complicada, pois tem de existir um perfeito sincronismo entre interface e unidade de disco, para que não aconteça que as ordens sejam (por exemplo) enviadas rápidas demais do que a unidade tem capacidade de processar, o que provocaria erros e a necessidade de reinicialização e envio

das ordens.  
Em 1982, com o surgimento dos primeiros PC's da IBM, a norma que se afirmou foi o **ST-506**, da Seagate.

#### *Buffered seek*

A solução surgida consiste em desenvolver no disco a capacidade de receber armazenar ordens vindas do controlador, sendo estas executadas posteriormente à velocidade máxima possível, mas sem ocorrência de erros. Chama-se a esta técnica **buffered seek**, e a norma de mercado que a notabilizou foi a ST-412.

A questão da perda de sequência por parte das cabeças era de tal forma sistemática e importante no primeiro modelo que esta solução permitiu que o foco de desenvolvimento passasse a questão das capacidades dos discos e velocidades de transmissão.

#### **ESDI**

Assim, ao reconhecerem a necessidade de sistemas com maiores taxas de transferência entre drive e interface, a Maxtor apresentou em 1983 a norma **ESDI** (*Enhanced Small Device Interface*).

Novas e importantes características foram adicionadas à norma anterior:

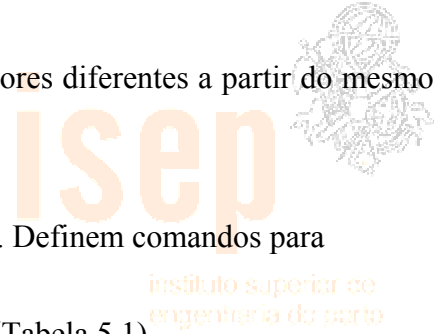
- Separador de dados, passou da interface para o próprio disco:
  - Os sinais deixam de sofrer atenuação e ruído na transmissão pelo cabo;
  - Transmissão de dados passa a ser feita digitalmente, permitindo assim muito maiores taxas de transferência (10-30 Mbs);
  - Separador de dados pode ser *sincronizado* com a unidade de disco;
- Adição de sinais de controle através dum barramento paralelo;
- Controlador permite voice-coil, ou seja, a possibilidade de especificação através de um número binário de qual o cilindro que pretende atingir;
- Possibilidade de execução de vários testes e determinação de algumas características por software.
- Pouco versátil no tipo de dispositivos que suporta;
  - Discos,
  - WORM (Write Only Read Many);
- Pouco utilizada e somente em PC's de gama alta, servidores e também minicomputadores.

## SCSI

Desde o início dos anos 80 que existe a interface/barramento a que se dá o nome de SCSI (*Small Computer Standard Interface*). Esta interface tem a particularidade de ser mais do que uma interface de discos ou interface de unidades de armazenamento de informação. Pode teoricamente ser utilizado para qualquer dispositivo externo, sendo este responsabilizado pela execução das suas tarefas através de comandos normalizados. Esta interface deverá ser entendida como um barramento de E/S para todo e qualquer dispositivo desenhado segundo a especificação. Algumas notas:

- Existem especificações para:
  - Discos magnéticos, Tapes, Discos ópticos;
  - Interfaces de rede;
  - Impressoras, Plotters, Scanners;
- Interface lógica. Isto é, o *iniciador* em vez de enviar sinais físicos de como fazer, envia comandos do que fazer, sendo o *destinatário*, suficientemente inteligente a ponto de entender a ordem e de saber como a executar.
- Modo assíncrono e síncrono;
- *Interleave* 1:1;
- *Plug and Play*;

- Uso obrigatório de paridade;
- Periféricos podem ser partilhados por computadores diferentes a partir do mesmo barramento;
- Custos elevados;
- Normas SCSI 1, SCSI 2, SCSI 3, LVD (SCSI 4). Definem comandos para diferentes dispositivos;
- Grande quantidade de versões para cada norma (Tabela 5.1).



Nº de bits de barramento	Capacidade de transferência (Mbps)			Cabo (pinos)	Nº de dispositivos
	Standard (5 MHz)	Fast (10 MHz)	Ultra (20 MHz)		
8	5	10	20	50	8
16 ( <i>Wide</i> )	10	20	40	68	16

Tabela 5.1 - Características e diferenças entre várias versões das normas SCSI.

Informação recente acerca de SCSI:

### (E)IDE

Por volta de 89-90 surgiu um novo tipo de interface denominada IDE (*Integrated Drive Electronics*), sendo o seu nome correcto ATA (*AT Attachment*). Esta norma tornou-se rapidamente um standard de mercado e é hoje em dia o tipo que mais se utiliza em computadores pessoais.

Trata-se de um interface que agrupa muitas das características das outras interfaces:

- Controlador incorporado integralmente no próprio disco como os dispositivos SCSI;
- Permite afinações entre controlador e disco, optimizando o desempenho;
- Inteligente como o SCSI:
  - Interface lógica de comandos de alto nível;
  - Independência total em relação a aspectos eléctricos e mecânicos;
- Interface muito simples:
  - Extensão do barramento de sistema;
  - Muita participação do CPU;
  - *Buffers* de interface;
  - Descodificação de endereços e comandos;

- Dispositivos:
  - 2 unidades de armazenamento (*Master* e *Slave*);
  - Apenas um disco actua em determinado momento;
  - Normalização para CD-ROM e outros discos removíveis;
- *Interleave* 1:1;
- *Cache*, permite um menor tempo na disponibilização dos dados para a interface;
- Mapeamento automático de sectores avariados, transmitindo a sua localização lógica para áreas normalmente não utilizadas.

Em 1994 surgiu a norma EIDE (*Enhanced IDE*), que para além da anterior dispõe de:

- Modos de transferência melhorados: PIO, DMA e UDMA (Ultra DMA);
- 4 discos (*Master* e *Slave*), dois por cada canal de que dispõe;

### 6.4.2 Comparação

Tendo em consideração que apenas a norma EIDE e SCSI estão de momento activas no mercado, far-se-á uma pequena comparação entre as duas, referindo vantagens de desvantagens.

#### SCSI

- **Vantagens:**
  - Muito simples de se adicionar novos dispositivos, mesmo entre normas diferentes;
  - Inteligente, o que permite libertar o CPU para outras tarefas;
  - Grande desempenho;
  - Grande tempo de vida (superior às EIDE);
- **Desvantagens:**
  - Cara;
  - Interface/controlador não é suportado pela BIOS ou *chip sets* comuns.

#### (E)IDE

- **Vantagens:**
  - Barata;
  - Eficiente;
  - Suportada pelas BIOS e *chip sets* comuns;



- **Desvantagens:**

- Máximo 4 discos;
- Apenas unidades de armazenamento (HDD e CD-ROM);
- Tempo de vida curto (comparado com as unidades SCSI);

Resumindo, a interface SCSI é ideal para utilização em plataformas de S.O. multiprocessamento, como *workstations* e servidores médio-grande. A interface EIDE está vocacionada para computadores pessoais que necessitem de grande desempenho, mas cujo sistema operativo não retire potencialidades do desempenho do SCSI.

## 6.5 Termos e Expressões

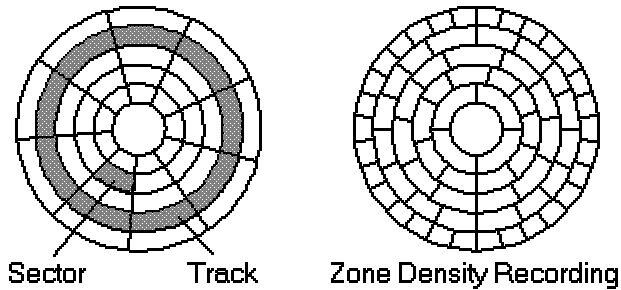
<b>ATA</b>	<i>AT Attachment</i> , a designação correcta da interface IDE.
<b>Buffered Seek</b>	Característica de certos drives, que permite o armazenamento dos sinais (referentes a movimentos da cabeça), e que os usa posteriormente, à velocidade máxima possível.
<b>CAM</b>	<i>Common Access Method</i> ; especificações standard que permitirão aos programadores em diferentes ambientes, usar a mesma fonte de código para controle de dispositivos SCSI e IDE.
<b>Cluster</b>	Conjunto de sectores que corresponde à unidade mínima endereçável nos sistemas de ficheiros dos S.O. DOS e Windows 95/98.
<b>inode</b>	Conceito de endereçamento usado em sistemas de ficheiros de S.O. baseados em UNIX, que utiliza uma estrutura em árvore. Cada <i>inode</i> , se preenchido, aponta para um sector do disco onde o ficheiro tem alguma parte.
<b>Interleave</b>	<i>Interleave</i> serve para medir o número de rotações do disco necessárias para que a cabeça leia a informação. Por vezes, a capacidade de leitura e transmissão para o sistema não são suficientemente rápidas em comparação com a velocidade de rotação do disco, daí que a cabeça tenha de esperar por nova rotação do disco para terminar de ler. Como é evidente será desejável que o <i>interleave</i> seja 1:1 (ou seja necessário uma rotação para cada sector). Poder-se a ter <i>interleave</i> diferentes: 2:1 (necessário 2 rotações para per um sector). Hoje em dia qualquer disco tem <i>interleave</i> 1:1.
<b>IPI</b>	<i>Intelligent Peripheral Interface</i> , é a interface standard da unidades de disco de <i>mainframes</i> (servidores muito grandes), que permite cabos muito longos, controle distribuído, e uma alta taxa de transferência.
<b>JAZ Drive</b>	Tipo de disquete magnética desenvolvida pela IOMEGA de grande capacidade (1-2 GB) e desempenho, que o torna mais semelhante a um disco removível que uma disquete. Funciona apenas através de interface SCSI, existindo em portátil (exterior).



<b>MFM</b>		<i>Modified Frequency Modulation</i> . Técnica de codificação magnética, também chamada de dupla-densidade.
<b>Partição</b>		É uma parte duma unidade de disco, definida em termos lógicos, e que será utilizada pelo sistema operativo como se se tratasse duma unidade de disco diferente. Uma partição pode conter todo o disco, ou pode partilhar o mesmo disco com várias outras.
<b>RLL</b>		<i>Run-length-limited</i> . Técnica de codificação magnética, na qual se usa um complexo sistema de separação de sinais, e que permite uma alta taxa de densidade de dados, permitindo assim aumentar a capacidade dum mesmo disco.
<b>Separador dados</b>	<b>de</b>	Dispositivo que extrai dos sinais vindos do disco, os sinais de dados e os sinais de controle.
<b>Taxa repetição</b>	<b>de</b>	Medida que especifica a frequência máxima com que a interface transmite os <i>bits</i> de dados. Multiplicando a taxa de repetição pelo número de <i>bits</i> transmitidos por ciclo, dá-nos a taxa de transferência.
<b>Tempo acesso</b>	<b>de</b>	Medida que especifica o tempo que o disco demora a desde que recebe o pedido de dados e a sua disponibilização para a interface. Mede-se normalmente em milisegundos (ms).  O normal hoje em dia são 8-12 ms, mas em tecnologias mais evoluídas conseguem-se tempos de acesso entre 0,5 e 1 ms.
<b>Voice-coil</b>		Possibilidade de especificação, por parte da interface, através de um número binário, qual a pista/cilindro que pretende atingir com a cabeça de leitura/escrita.
<b>Zip Drive</b>		Tipo de disquete magnética desenvolvida pela IOMEGA, de média capacidade (100MB) que se interliga com o sistema através de: <ul style="list-style-type: none"><li>• Porta paralela (se a unidade for externa);</li><li>• Interface IDE;</li><li>• Interface SCSI.</li></ul> Está muito vocacionada para pequenos <i>backup's</i> ou transferência de ficheiros. Alguns BIOS já disponibilizam funcionalidade imediata, o que implica que não seja necessário instalar qualquer tipo de software, como acontecia até há pouco tempo.

**Zone Density Recording (ZDR)**

Tecnologia que permite dividir o disco em zonas de diferentes capacidades, permitindo assim otimizar o espaço dos sectores mais distantes do centro do disco. Ou seja, a área exterior do sector é maior que a área interior do sector. Assim, a área exterior pode conter mais dados que interior, pelo que se definem mais sectores nas pistas mais exteriores que nas interiores.



No entanto, como a BIOS tem pré-definido um número fixo de sectores por pista, implica que o disco traduza as zonas lógicas em zonas reais. À tecnologia que permite a diferenciação de sectores por pista e posteriormente realiza a tradução, denomina-se *zone density recording*.

A consequência fundamental desta tecnologia, como é evidente, é o aumento da capacidade do disco, sem que o desempenho seja muito afectado, pois a tradução é por norma simples e rápida.