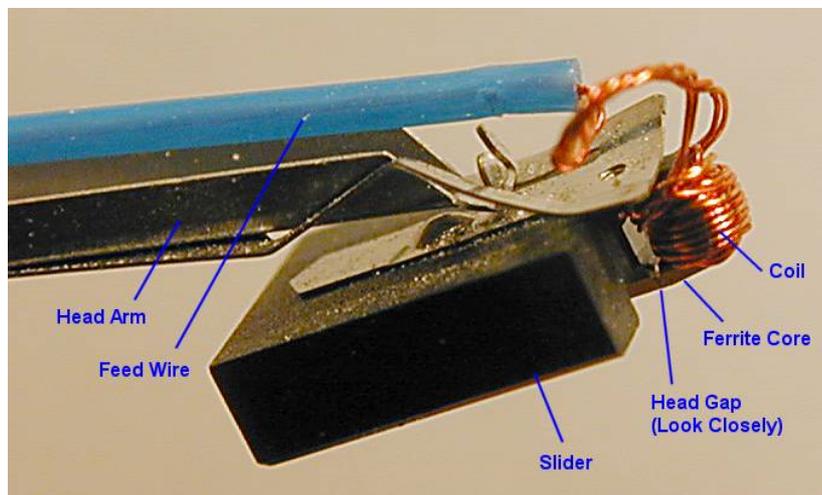


Cabeças de leitura

- Indutivas:
 - Inicialmente usadas para escrever e ler
 - Baixa sensibilidade para leitura
 - Limite para redução do tamanho dos "bits"
- Magnetoresistivas
 - Introduzidas pela IBM em 1991
 - Maior sensibilidade e menores dimensões
 - Permitiu capacidades superiores a 1 GB

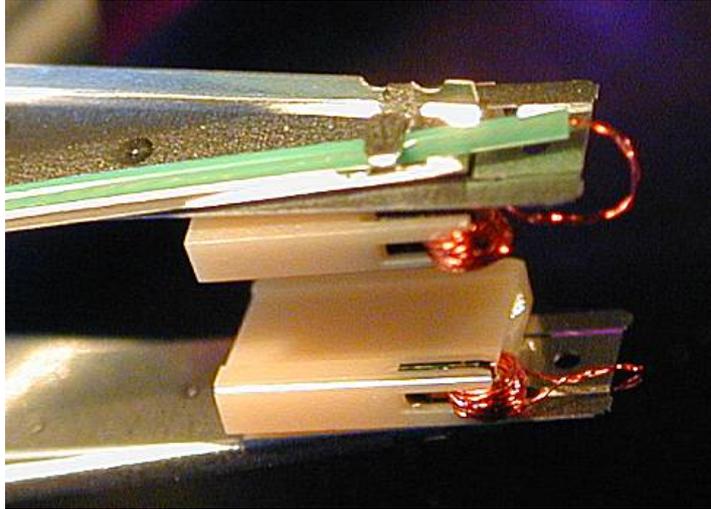
Cabeças de leitura

- Cabeça Indutiva: Ferrite
 - 1970's, até 100 MB



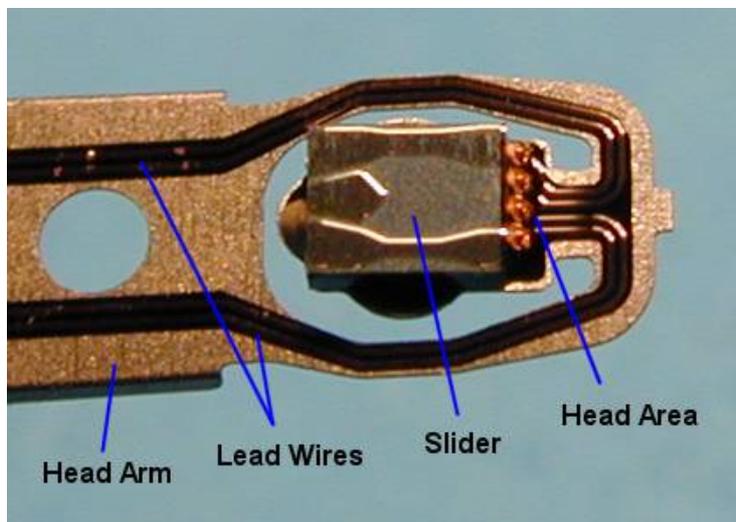
Cabeças de leitura

- Cabeça Indutiva: Filme Fino magnético
 - 1980's, até 1 GB



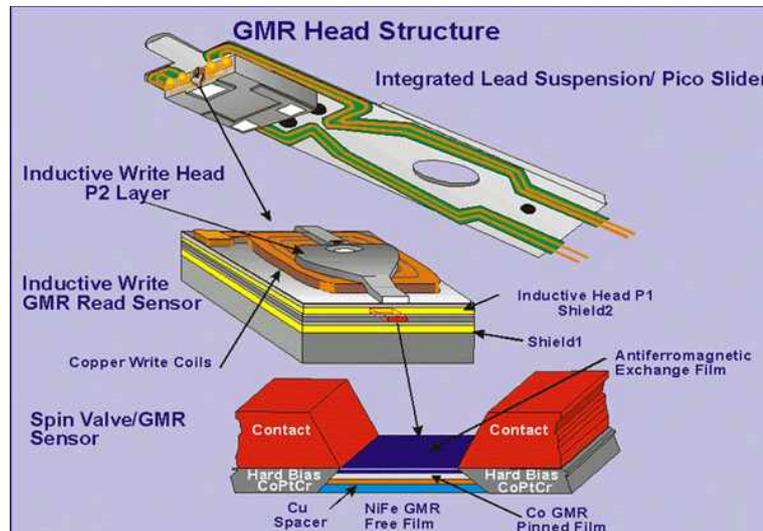
Cabeças de leitura

- Cabeça Magnetoresistiva: AMR
 - 1990's, até 30 GB



Cabeças de leitura

- Cabeça Magnetoresistiva: GMR
 - 1998, > 30 GB



Prof. Marlio Bonfim

TE159 - Memórias

5

Cabeça Magnetoresistiva

- Magnetoresistência Anisotrópica (AMR):
 - Alteração da resistência de um material magnético pela aplicação de um campo magnético externo
 - Maior espalhamento dos elétrons de condução quando I perpendicular a M
 - Efeito não linear
 - Variações de R no max 2% (T_{amb})
 - Sensibilidade: 10^{-8} a 10^{-2} T

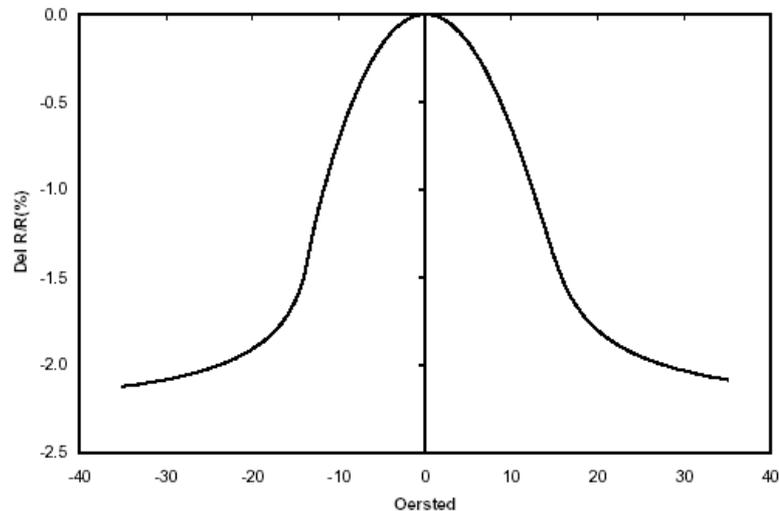
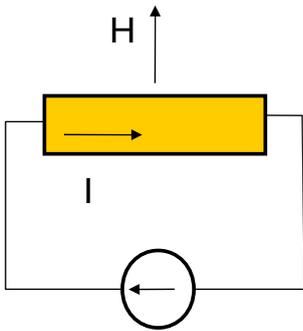
Prof. Marlio Bonfim

TE159 - Memórias

6

Cabeça Magnetoresistiva

- Magnetoresistência Anisotrópica (AMR):



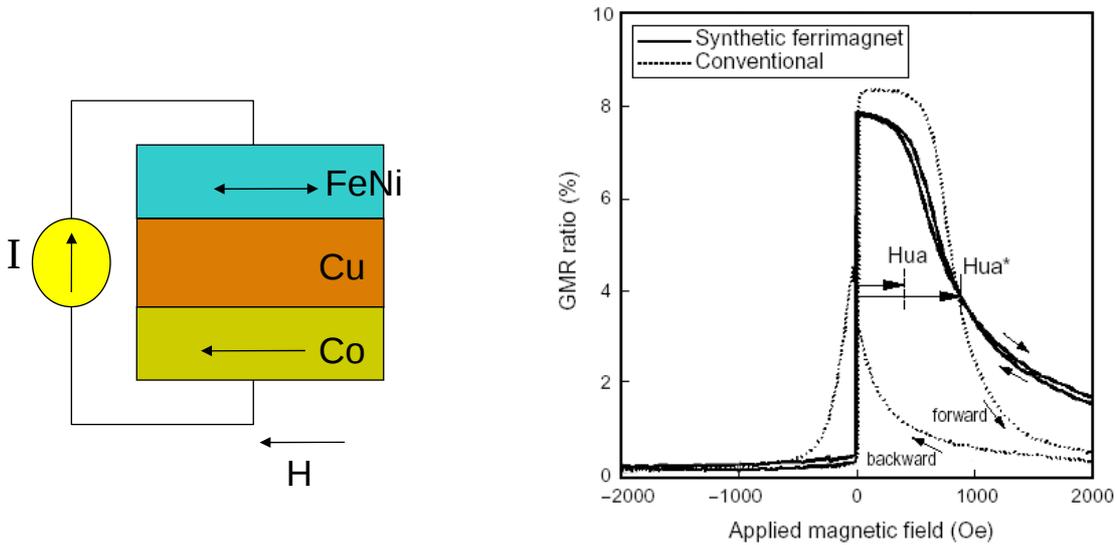
Cabeça Magnetoresistiva

- Magnetoresistência Gigante (GMR):

- Alteração da resistência de uma multicamada de material magnético/não magnético pela aplicação de um campo magnético externo
 - Elétrons de condução são polarizados em spin quando passam através da camada magnética
 - Alteração da resistência pela despolarização quando elétrons passam através da camada magnética reversamente magnetizada
 - Variações de R de 5 a 40% (T_{amb})
 - Também chamado de válvula de spin (*spin valve*)

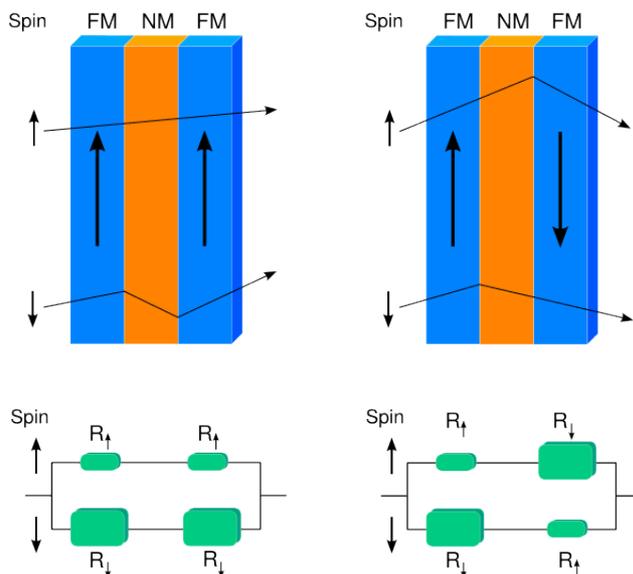
Cabeça Magneto-resistiva

- Magneto-resistência Gigante (GMR):



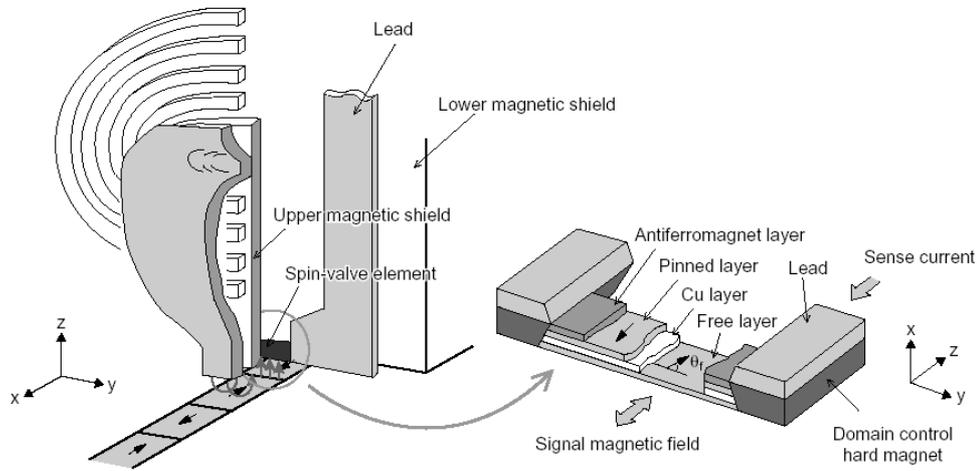
Cabeça Magneto-resistiva

- Magneto-resistência Gigante (GMR):



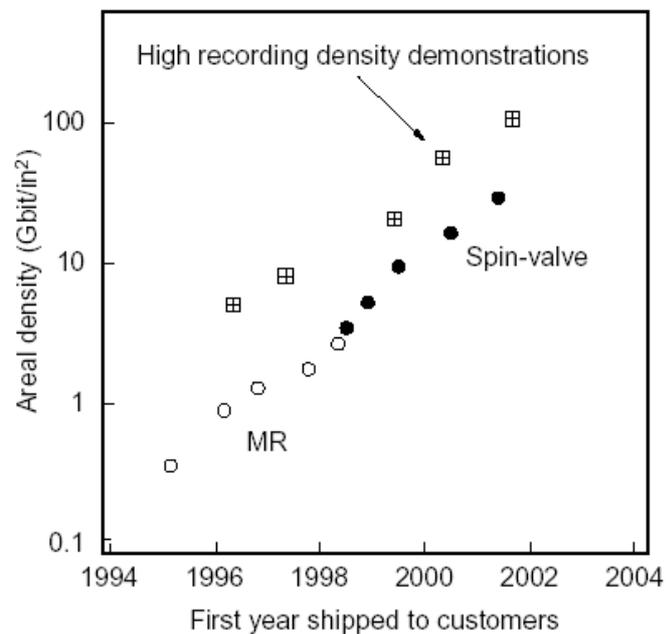
Cabeça Magneto-resistiva

- Estrutura da cabeça GMR:



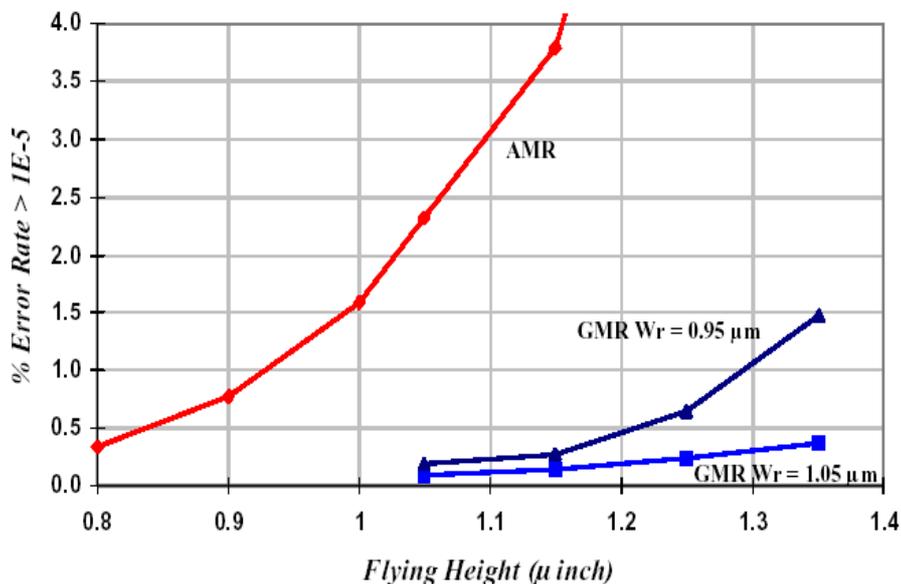
Cabeça Magneto-resistiva

- AMR x GMR:



Cabeça Magnetoresistiva

AMR vs GMR Error Rate / Yield Comparison



Estrutura Mecânica

- Deslocamento da mídia:

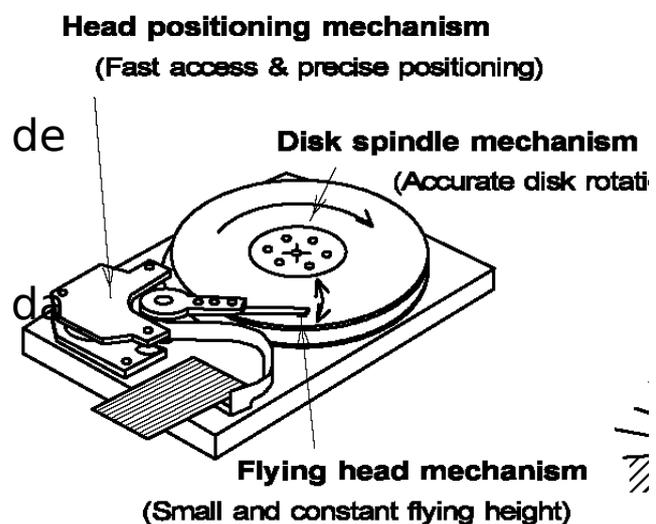
- Disco de alta rotação
- 3600 a 15000 rpm

- Cabeça gravação/leitura:

- Flutua sobre a mídia

- Posicionamento cabeça:

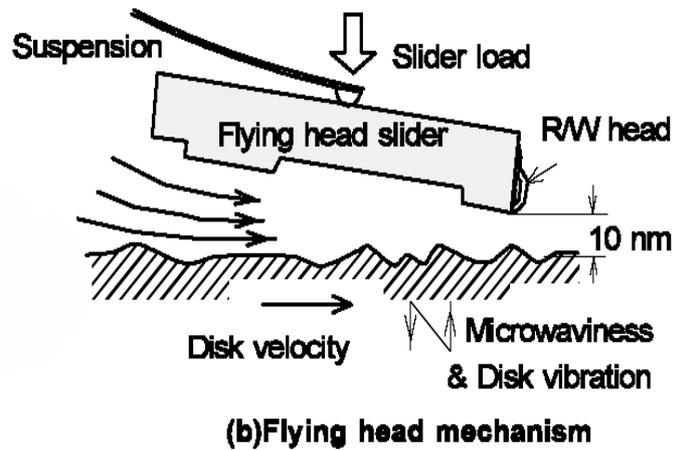
- Motor linear de alta precisão (10^{-8} m)



(a) Structure of HDD

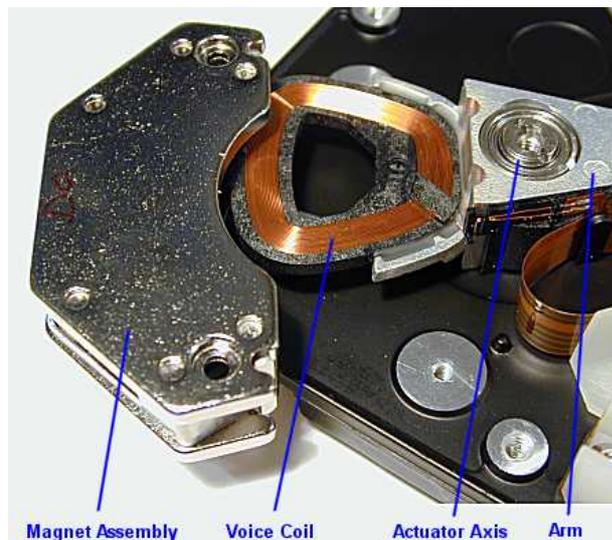
Estrutura Mecânica

- Cabeça de gravação/leitura:
 - Toca a mídia quando em repouso
 - Flutua sobre a mídia com disco em alta velocidade
 - "Colchão de ar" criado pelo disco em alta rotação
 - Distância mídia-cabeça: Atualmente $d \approx 10 \text{ nm}$



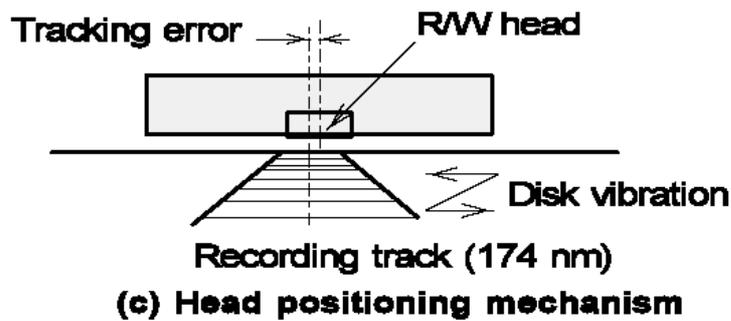
Estrutura Mecânica

- Motor de posicionamento da cabeça:
 - Bobina móvel acoplada ao braço da cabeça
 - Campo magnético com ímãs de NdFeB
 - Deslocamento rápido e de alta precisão
 - Servo-controlado pela posição das trilhas no disco

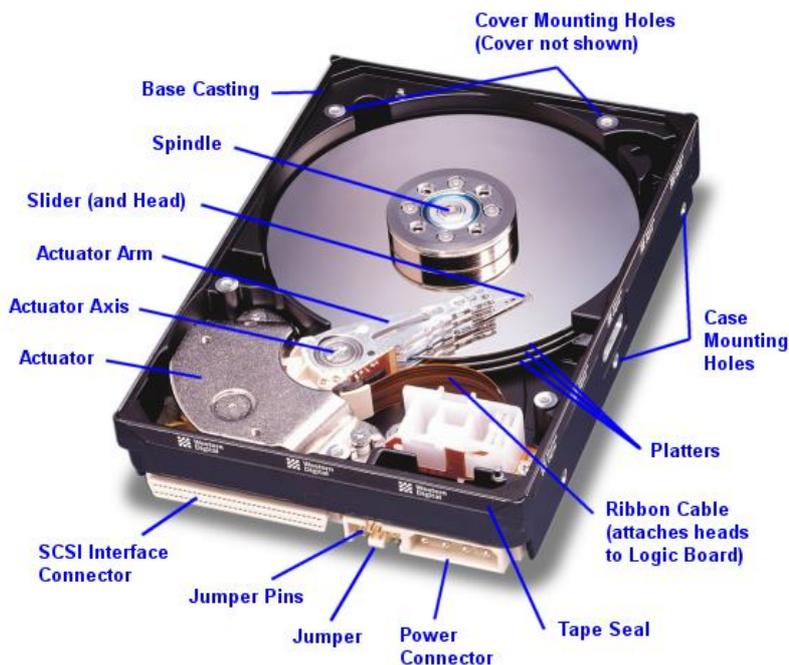


Estrutura Mecânica

- Posicionamento da Cabeça:
 - Intensidade do sinal lido pela cabeça proporcional à posição da cabeça na trilha



Estrutura Mecânica

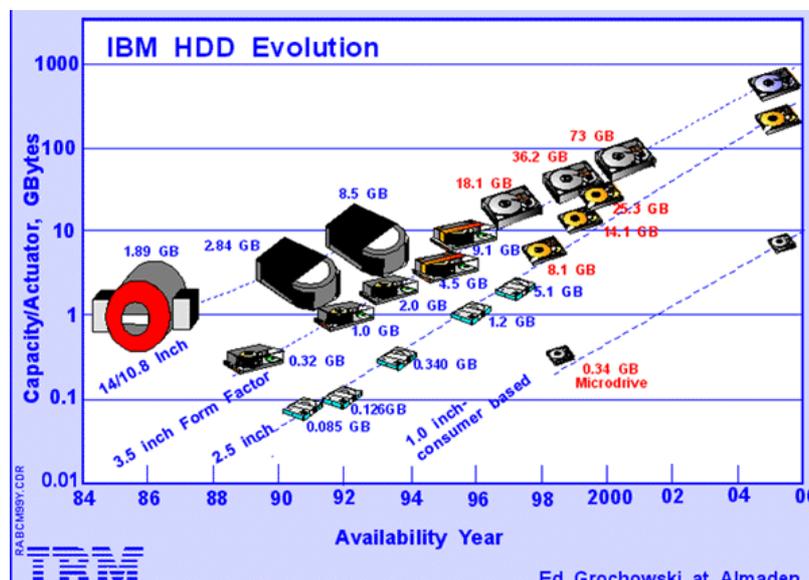


Densidade de informação

- Normalmente avaliada em bits/in² (bits/polegada²)
- Dobra aproximadamente a cada ano
- "bits" na mídia têm formato retangular
- Atualmente:
 - Longitudinal: ~100 Gb/in²
 - Perpendicular: ~400 Gb/in²

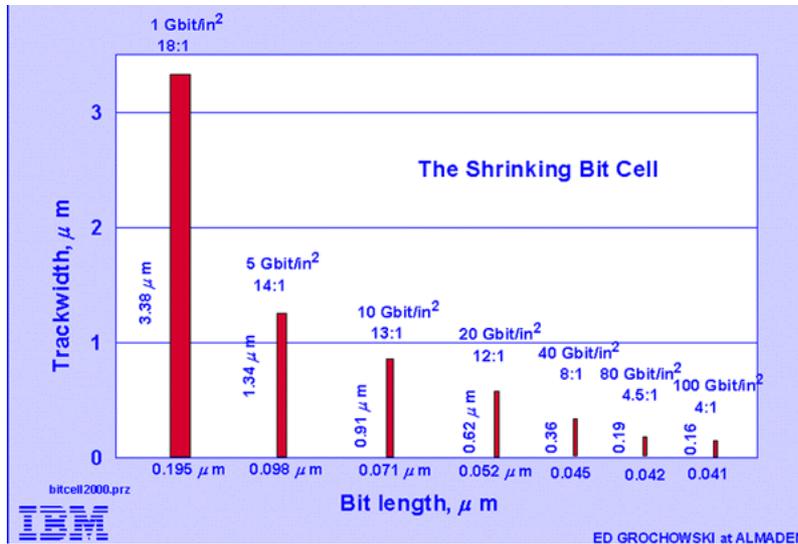
Densidade de informação

- Evolução da densidade (IBM)



Subdivisão do disco

- Evolução do tamanho dos "bits" (IBM)



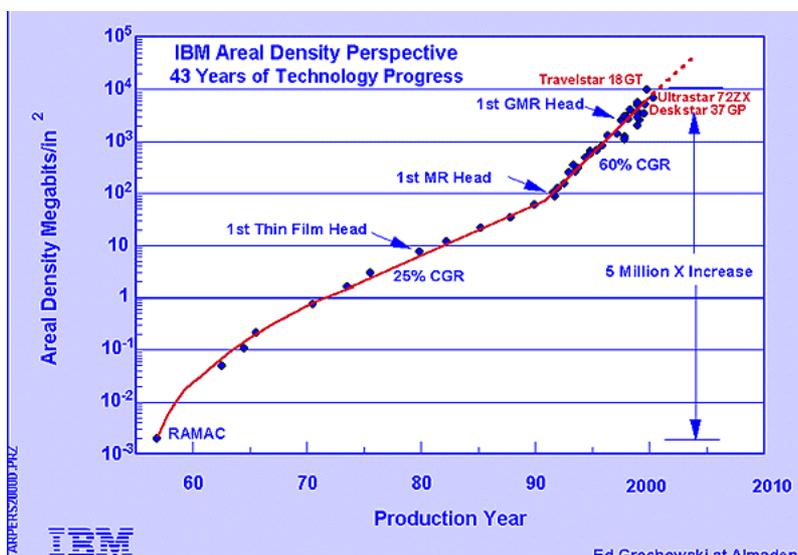
Prof. Marlio Bonfim

TE159 - Memórias

21

Densidade de informação

Evolução da densidade (IBM)



Prof. Marlio Bonfim

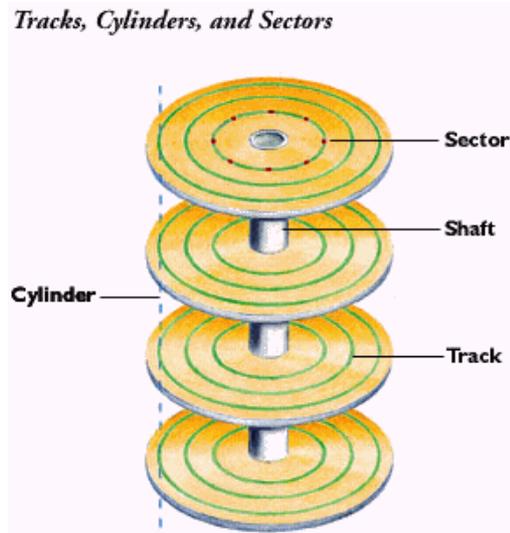
TE159 - Memórias

22

Subdivisão do disco

Organização dos dados:

- Trilhas:
 - Regiões concêntricas com raio variável numeradas a partir da região externa do disco
- Cilindros:
 - Grupo de trilhas de mesmo número nas várias superfícies/discos
- Setores:
 - Subdivisão setorial das trilhas



Subdivisão do disco

Organização dos dados:

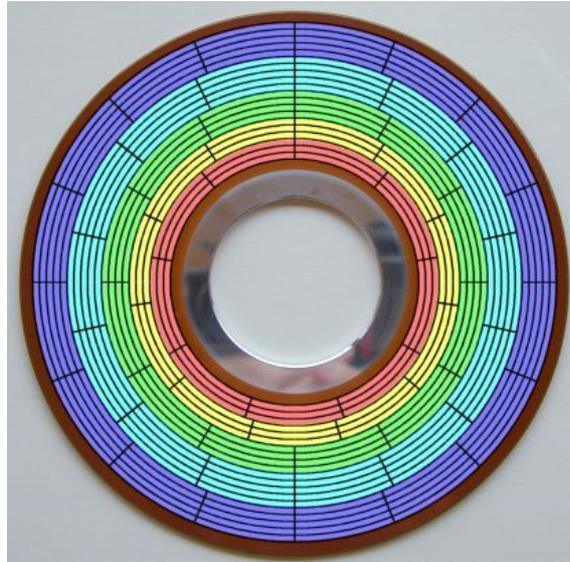
- Grupamento de trilhas por zonas do disco
 - Trilhas externas possuem maior número de setores que as internas
 - Melhor aproveitamento da superfície do disco
 - Densidade aproximadamente constante
 - ZBR (Zone bit recording)

Subdivisão do disco

Subdivisão convencional



Subdivisão ZBR



Subdivisão do disco

- Formatação do disco:
 - Gravação das trilhas e setores na superfície do disco virgem
 - Método tradicional:
 - uso da própria cabeça de escrita e mecanismo posicionador
 - Limitado a densidades $< 10 \text{ Gb/in}^2$
 - Escrita serial, baixa produtividade

Subdivisão do disco



- Formatação do disco:
 - Escrita em paralelo:
 - Impressão magnética:
 - Uso de um disco matriz de material magnético com alta remanência
 - Transferência do padrão por contato com o disco
 - Escrita paralela, alta produtividade

Subdivisão do disco



- Formatação de baixo nível:
 - Escrita pelo fabricante
 - Define setores e trilhas
 - Não pode ser reescrita pelo usuário
- Formatação de alto nível:
 - Fabricante e/ou usuário final
 - Define sistema de gravação dos dados
 - Pode ser alterada pelo usuário

Subdivisão do disco

- **Partição:**
 - Criação de divisões lógicas no disco
 - Definição do sistema de arquivos e das regiões do disco
 - Um HD pode conter até 4 partições principais (Windows, Linux)
- **Cluster:**
 - Menor unidade de gravação no disco
 - Corresponde a
 - Tamanho de 2 kB a 32 kB

Tempos de Acesso

- **Acesso sequencial (mesma trilha):**
 - Setores adjacentes
 - Cabeça permanece imóvel
 - Tempo de acesso definido basicamente pela:
 - velocidade tangencial do disco
 - Tamanho dos "bits" na mídia
 - 10^{-7} a 10^{-9} s
 - Diretamente ligado à taxa de transferência de dados da mídia (*Media transfer rate*)

Tempos de Acesso

- Acesso aleatório (mudança de trilha):
 - Mudança de posição da cabeça
 - Tempo de acesso definido basicamente pelo:
 - Movimento da cabeça sobre a mídia
 - 10^{-1} a 10^{-3} s
 - Denominado tempo de busca (*seek time*)

Tempos de Acesso

- Tempos de busca (*seek times*)
 - Trilha a trilha (Track-to-Track): deslocamento da cabeça entre trilhas adjacentes ($\sim 10^{-3}$ s)
 - Percurso completo (Full Stroke): deslocamento da cabeça entre 1ª e última trilha ($\sim 10^{-1}$ s)
 - Médio (Average): tempo médio para acesso aleatório entre trilhas ($\sim 10^{-2}$ s). É o tempo mais usual nas especificações

Tempos de Acesso

- Tempo de Latência (*latency time*)
 - Tempo para que o setor atinja a cabeça quando há mudança de trilha
 - Inversamente proporcional à velocidade de rotação do disco ω
 - $0 < t_{\text{Lat}} < 1/\omega$
 - Tempo de latência médio: $t_{\text{Lat}} = 1/2\omega$ (é o tempo mais usual nas especificações)