

DVD

- *Digital Video Disc* ou *Digital Versatile Disc*
 - Introduzido no mercado em 1995
 - **DVD Consortium**: junção de 2 formatos precedentes:
 - MultiMedia Compact Disc (Philips e Sony)
 - Super Density Disc (Toshiba, Hitachi, Pioneer, JVC, etc)
 - Laser de 650 nm, óptica melhorada (NA=0,6)
 - Capacidades:
 - DVD-5: 4,7 GB (1 lado, 1 camada)
 - DVD-9: 8,5 GB (1 lado, 2 camadas)
 - DVD-10: 9,4 GB (1 lado, 1 camada)
 - DVD-18: 17 GB (2 lados, 2 camadas)

DVD

- Características do disco:
 - Disco de policarbonato (n=1,55)
 - Diâmetro: 12 cm; espessura: 1,2 mm
 - Localização das trilhas: 0,6 mm da superfície
 - Possibilita utilização das 2 faces
 - Maior abertura numérica (0,6) => melhor focalização
 - Distância entre trilhas: 0,74 μm
 - Pits:
 - Largura fixa: 0,25 μm
 - comprimento variável: 0,3 a 1,2 μm
 - Altura: ~105 nm

$$\boxed{NA = n \sin \theta}$$

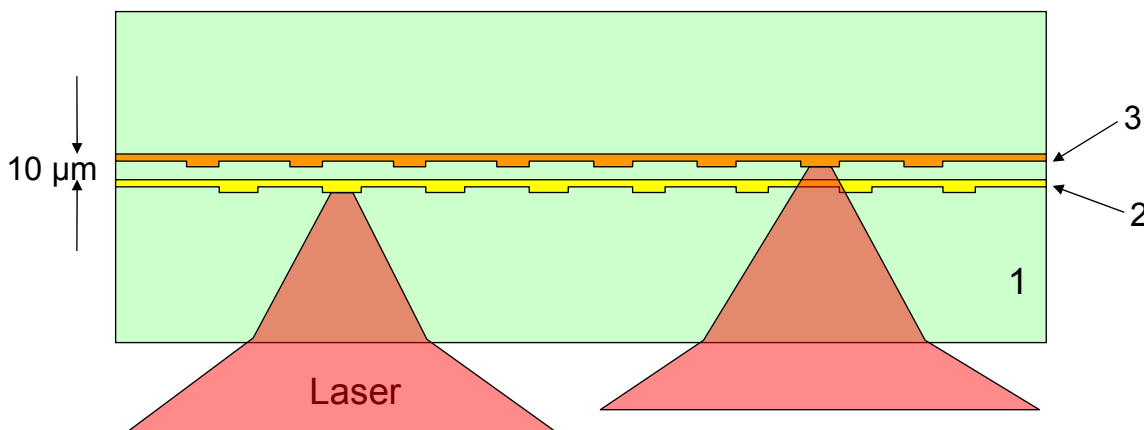
$$R = \frac{\lambda}{2NA}$$

DVD: Estrutura do disco

- Padronização: ISO 13346 (Universal Disk Format)
- Velocidade tangencial constante: 3,6 m/s
- Trilha única em espiral contínua (centro > borda)
 - Passo da espiral: 0,74 μm
- Diâmetro útil: 46 mm interno; 118 mm externo
- Dados subdivididos em setores (blocos):
 - Total: 2295104 setores
 - Bytes por setor: 2064 (dados, EDC, endereço, ident.)

DVD: Estrutura do disco

- Leitura dupla camada:
 - 1: substrato policarbonato
 - 2: 1ª camada semi-transparente
 - 3: 2ª camada reflexiva



DVD: Estrutura dos dados

- DVD:
 - Subdivisão em setores (blocos)
 - 4 Bytes de identificação de setor+2 bytes de detecção de erro
 - 6 Bytes de reserva de propriedade (CPR-MAI: *Copyright Management Information*)
 - 2048 Bytes de dados
 - 4 Bytes de código de detecção de erros (EDC)
 - 302 Bytes de correção de erros entrelaçados (PI/PO)

ID	IED	CPR-MAI	DATA	EDC
4	2	6	2048 bytes	4 bytes
<----- 2064 bytes ----->				

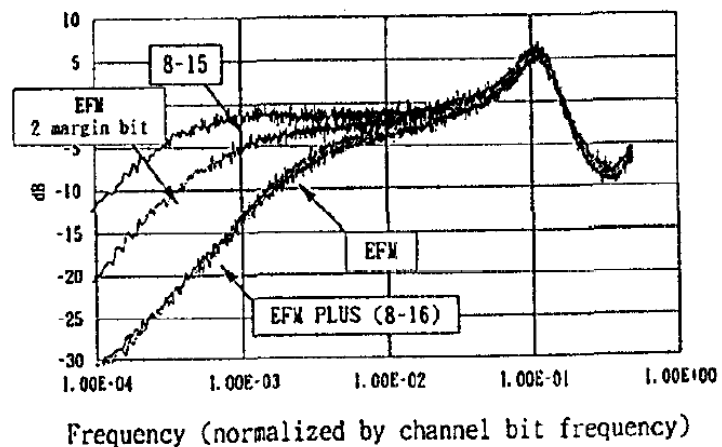
DVD: Estrutura dos dados

- Modulação dos dados:
 - EFM*plus*
 - Evolução da EFM
 - Características semelhantes à EFM com 16 bits para 1 Byte de dados
 - bits de junção incluídos no código
 - Seqüências de pits/land: mín=3, máx=11

DVD: Estrutura dos dados

■ EFM+

- Código já inclui sincronismo => maior eficiência
- Mesmo nível DC que a EFM



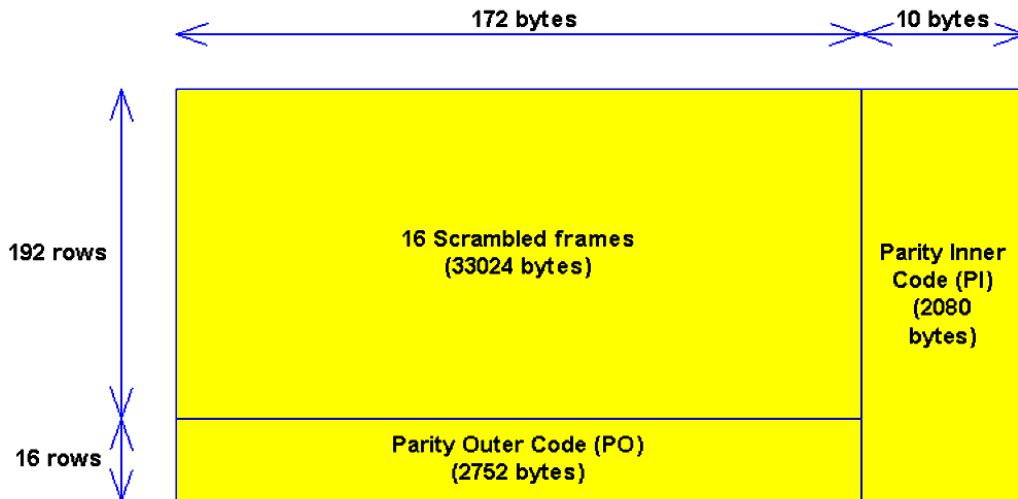
DVD: Correção de Erros

■ ECC entrelaçado:

- RS-PC (Reed-Solomon Product Code)
- Aplicado a arranjos de dados matriciais
- Mais eficiente que RS convencional
- Bytes de paridade gerados a partir de linhas e colunas
 - PI: *Parity Inner code* (2080 Bytes)
 - PO: *Parity Outer code* (2752 Bytes)
 - para 16x2064 Bytes de dados
- Corrige no mínimo:
 - 5 Bytes errôneos em cada linha
 - 8 Bytes errôneos em cada coluna

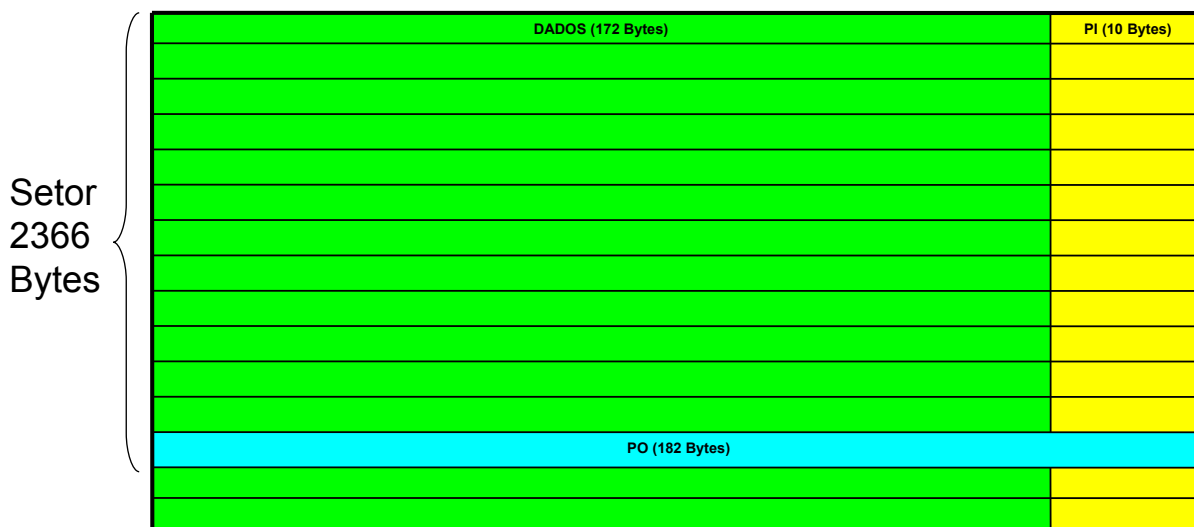
DVD: Correção de Erros

- ECC entrelaçado:
 - 2080+2752 Bytes ECC para 16x2064 Bytes de dados



DVD: Correção de Erros

- ECC entrelaçado:



DVD: Correção de Erros

Comparativo DVDxCD

	CD-DA	CD-ROM Mode 1	DVD
Modulação	EFM	EFM	EFM+
Tipo de ECC	CIRC	CIRC+RS	RSPC
% ECC	25%	31%	14,6%
BER	10^9	10^{14}	10^{15}

DVD: Velocidades

Comparativo DVDxCD

Drive speed	Data rate		Disc write time	Equivalent CD rate
1x	11.08 Mbit/s	1.32 MB/s	53 min	9x
2x	22.16 Mbit/s	2.64 MB/s	27 min	18x
4x	44.32 Mbit/s	5.28 MB/s	14 min	36x
5x	55.40 Mbit/s	6.60 MB/s	11 min	45x
6x	66.48 Mbit/s	7.93 MB/s	9 min	54x
8x	88.64 Mbit/s	10.57 MB/s	7 min	72x
10x	110.80 Mbit/s	13.21 MB/s	6 min	90x
16x	177.28 Mbit/s	21.13 MB/s	4 min	144x

DVD: Comparativo

■ Comparativo de eficiência DVDxCD

Item	CD-ROM 1	DVD
<u>Data Sector</u>		
User Data	2048 bytes	2048 bytes
Sync & Header/ID	16 bytes	12 bytes
EDC+ECC/EDC	288 bytes	4 bytes
Efficiency	2352 bytes 87%	2064 bytes 99%
<u>Error correction</u>		
CIRC/RSPC	24 data + 8 parity	2064 data + 302 parity
Efficiency	75%	87%
<u>Modulation</u>		
EFM/EFM+ per frame	32*8 data bits 588 EFM bits	91*8 data bits 1488 EFM bits
Efficiency	44%	49%
Total Efficiency	28.4%	42.4%

DVD: Sistema de Arquivos

- UDF (*Universal Disk Format*)
 - Formato desenvolvido em 1990 pela OSTA (*Optical Storage Technology Association*)
 - Substituição do padrão ISO 9660
 - Baseado na norma ISO/IEC 13346 (ECMA-167)
 - 1^{as} versões: CD-MO, CD-RW

DVD: UDF

- Tipos de UDF
 - Plan (*Random Read/Write Access*):
 - Formato original suportado por todos outros tipos de UDF
 - Permite acesso aleatório para escrita e leitura
 - Semelhante ao FAT
 - Diretórios apontam diretamente endereço dos setores
 - Qualquer setor físico pode se escolhido para alocar novos blocos
 - Usado em DVD-RAM (pode ser usado em HD's)
 - VAT (*Incremental Writing*)
 - Usado para escrita incremental em CD-R e DVD-R
 - Spared (*Limited Random Write Access*)
 - Usado para escrita em CD-RW e DVD-RW

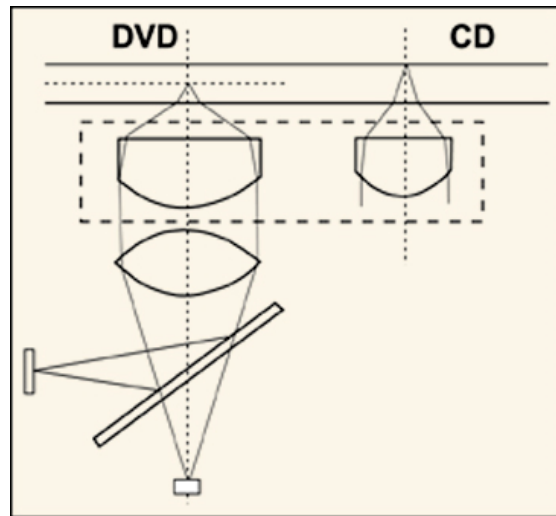
DVD: Compatibilidade óptica

- Diferenças fundamentais DVD/CD
 - Comprimentos de onda: 650 nm/780 nm
 - Distância focal: 0,6 mm/ 1,2 mm
 - Abertura numérica: 0,6/ 0,4

DVD: Compatibilidade óptica

■ Sistema com lente dupla

- 2 lasers
- 2 conjuntos ópticos
- Sistema de posicionamento de trilha e focalização único



DVD

■ Tipos

- DVD-Video
- DVD-ROM
- DVD-Audio
- DVD-RAM
- DVD-Recordable

DVD: Tipos



- DVD-Video
 - Codificação MPEG-2
 - NTSC: 720 x 480 (30 fps); PAL: 720 x 576 (25 fps)
 - Taxa de leitura: 9,8 Mbits/s
 - Até 8 pistas de áudio 48 ou 96 kHz:
 - PCM: linear, 16, 20 ou 24 bits, 6144 kbit/s
 - Dolby Digital: 5.1 canais, AC-3, 24 bits, 448 kbit/s
 - DTS: 6.1 canais, 24 bits, 768 kbit/s
 - MPEG-2 audio: 7.1 canais, 24 bits, 912 kbit/s
 - Diversos: capítulos, pistas de subtítulos, ângulos, etc

DVD: Tipos



- DVD-ROM
 - Semelhante ao DVD-Video
 - 4,7 GBytes por face (SL)
 - 8,8 GBytes por face (DL)
 - Sistema de arquivos: UDF

DVD: Tipos



- DVD-Audio
 - PCM Linear: 16, 20 ou 24 bits
 - Amostragem: 44,1 kHz; 48 kHz; 88,2 kHz; 96 kHz; 176,4 kHz; 192 kHz
 - Taxa de leitura: 9,8 Mbits/s
 - Até 6 canais de áudio
 - Dupla camada: compatibilidade com CD-DA

DVD: Tipos

- DVD-RAM
 - Organização dos dados por zonas (ZCBR)
 - Velocidade angular constante para cada zona
 - Maior flexibilidade de acesso aos arquivos
 - Versão 1:
 - SL: 2,58 GB
 - DL: 5,16 GB
 - Versão 2:
 - SL: 4,7 GB
 - DL: 9,4 GB



DVD: Tipos

- DVD-RAM x DVD-R/RW
- Vantagens
 - Durabilidade dos dados: > 30 anos
 - Ciclos gravação/apagamento: > 100000
 - Tempos de acesso inferiores aos DVD-R/RW
 - Desnecessário finalização do disco
- Desvantagens:
 - Maior custo
 - Menor compatibilidade
 - Maior tempo de escrita

DVD: Tipos

- DVD-Recordable
 - 4 tipos principais:
 - DVD-R
 - DVD-RW
 - DVD+R
 - DVD+RW
- "-": DVD Forum
- "+": DVD+RW Alliance

DVD: Tipos

- DVD-Forum
 - Fundado por a partir do DVD Consortium
 - Atualmente mais de 200 empresas (Fujitsu, IBM, LG, Mitsubishi, NEC, Samsung, Sanyo, Toshiba, TDK, etc)
- Produtos
 - DVD-R: gravável 1 vez
 - DVD-RW: regravável (~1000 vezes)
 - DVD-R DL: gravável 1 vez, dupla camada

DVD: Tipos

- DVD-Forum
- Vantagens:
 - Maior compatibilidade com os *drives* existentes
 - Maior número de empresas de suporte

DVD: Tipos

- DVD+RW Alliance
 - Dell, HP, Verbatim, Philips, Ricoh, Sony, Thomson e Yamaha
- Produtos
 - DVD+R: gravável 1 vez
 - DVD+RW: regravável (~1000 vezes)
 - DVD+R DL: gravável 1 vez, dupla camada



DVD: Tipos

- DVD+RW Alliance
- Vantagens
 - Ejeção do disco instantânea mesmo em gravação
 - Gravação parcial PC-TV
 - Formatação transparente: gravação de dados simultânea
 - Re-edição de nomes de arquivos, títulos, etc
 - Funcionalidades para edição direta de video e musica
 - Compatibilidade com outros DVD-Video *players*

DVD: Tipos

- DVD-/+

Disk Type	Setores	Bytes	GB	GiB
DVD-R SL	2,298,496	4,707,319,808	4.7	4.384
DVD+R SL	2,295,104	4,700,372,992	4.7	4.378
DVD-R DL	4,171,712	8,543,666,176	8.5	7.957
DVD+R DL	4,173,824	8,547,991,552	8.5	7.961

Sucessores do DVD

- HD DVD (*High Definition DVD*)
- BR (*Blu ray Disc*)

HD DVD

- Introduzido no mercado em 2003 por Toshiba e NEC



- Apoiado pelo DVD Forum
- Laser de 405 nm; NA=0,65
- Capacidades:
 - 15 GB (1 lado, 1 camada)
 - 30 GB (1 lado, 2 camadas)
 - 30 GB (2 lados, 1 camada)
 - 60 GB (2 lados, 2 camadas)

HD-DVD

- Características
 - Localização das trilhas: 0,6 mm da superfície
 - Distância entre trilhas: 0,4 μm
 - Pits:
 - Largura fixa: 0,25 μm
 - comprimento variável: 0,2 a 1,2 μm
 - Altura: ~ 65 nm
 - Taxa de transferência: 36,55 Mbps

HD-DVD

- Características
 - Setores de 64 kBytes
 - Modulação: ETM (*Eight to Twelve Modulation*)
 - Baseada na EFM, 12 bits para 1 Byte
 - Comprimento de pit: 1 a 10
 - ECC: Reed Solomon-PC (entrelaçado)
 - PI=RS (182,172,11)
 - PO=RS (208,192,17)
 - Correção em até ~7 mm de trilha

BD

- Introduzido no mercado em 2002 por Sony e Panasonic
- Apoiado pela associação Blu-ray Disc (BDA)
- Laser de 405 nm; NA=0,85
- Capacidades:
 - 23,3 GB (1 lado, 1 camada)
 - 25 GB (1 lado, 1 camada)
 - 27 GB (1 lado, 1 camada)
 - 46,6 GB (1 lado, 2 camadas)
 - 50 GB (1 lado, 2 camadas)
 - 54 GB (1 lado, 2 camadas)



BD

■ Características

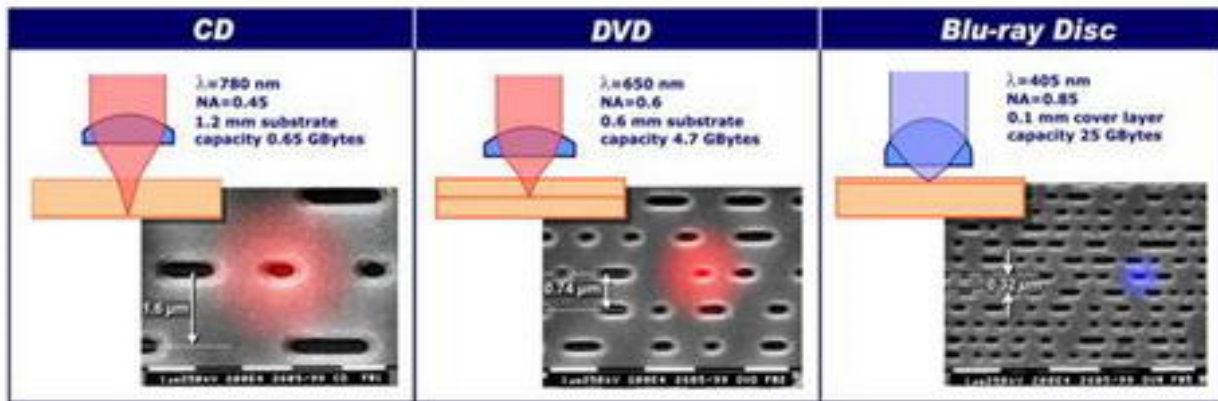
- Localização das trilhas: 0,1 mm da superfície
- Camada protetora polimérica (*Durabis* TDK)
- Distância entre trilhas: 0,32 μm
- Pits:
 - Largura fixa: 0,16 μm
 - comprimento mínimo: 0,15 μm (0,14/0,16)
 - Altura: ~ 65 nm
- Taxa de transferência:
 - 36 Mbps (1x)
 - 54 Mbps (BD-ROM video)

BD

■ Características

- Setores de 64 kBytes
- Modulação: 17PP (*RLL(1,7) with Parity preserve/Prohibit RMTR*)
 - Paridade dos bytes é preservada nos *pits*
 - 12 bits representam 1 Byte
- ECC: Reed Solomon
 - LDC = RS(248,216,33) (*Long Distance Code*)
 - BIS = RS(62,30,33) (*Burst Indication Subcode*)
- Correção em até ~ 7 mm de trilha

Comparativo CDxDVDxBD



Comparativo HD DVD x BD

Parameters	BD	HD-DVD
Storage capacity ROM SL	23.3/25GB	15GB
Storage capacity ROM DL	46.6/50GB	30GB
Storage capacity RW SL	23.3/25/27GB	20GB
Storage capacity RW DL	46.6/50/54GB	32GB
Storage capacity R SL	23.3/25/27GB	15GB
Storage capacity R DL	46.6/50/54GB	Na *
Laser wavelength	405nm	405nm
Numerical aperture (NA)	0.85	0.65

Comparativo HD DVD x BD

Read power	0.35mW	0.50mW
Protection layer	0.1mm	0.6mm
Hard coating	Yes	No
Track pitch	0,32µm	0.40µm
min. pit length	160.0nm (23.3/46.6GB) 149.0nm (25,0/50.0GB) 138.0nm (27,0/54.0GB)	204nm (15/30GB)
Data transfer rate	36Mbps (1x) 72Mbps (2x) 54Mbps (video BD-ROM)	36.5Mbps (1x)
Video compression	MPEG-2 MPEG-4 AVC VC-1	MPEG-2 MPEG-4 AVC VC-1

DVD Consortium

- Hitachi, Ltd.
- Matsushita Electric Industrial Co. Ltd.
- Mitsubishi Electric Corporation
- Pioneer Electronic Corporation
- Royal Philips Electronics N.V.
- Sony Corporation
- Thomson
- Time Warner Inc.
- Toshiba Corporation
- Victor Company of Japan, Ltd. (JVC) ←

Disputa HD-DVD x BD



- 2005: Associação BD e Forum DVD tentaram sem sucesso unificar os formatos
- 09/2005: Microsoft e Intel anunciam apoiar o HD-DVD
- 03/2006: Toshiba lança 1º leitor HD-DVD caseiro
- 06/2006: Sony lança 1º leitor BD caseiro
- 11/2006: Sony lança o PlayStation 3 com leitor BD
- 09/2007: apoio formal da 20th Century Fox ao BD
- 01/2008: Warner Bros. encerra títulos em HD-DVD
- 03/2008: Toshiba decide encerrar produção de leitores de HD-DVD