

Unidades de armazenamento discos óticos

INF 01112

2008

História

Compact Disc Digital Audio (CD-DA)
1980 - Red Book standard

- 1979 Philips e Sony - CD
 - Philips - projeto físico
 - Sony - circuitos analógicos, codificação e ECC
- 1982 CD player - Philips
74 minutos (nona Sinfonia), espiral única
- 1983 iniciam vendas de CD players
- 1985 CD-ROM
 - Yellow Book standard (1984)
 - High Sierra Proposal
 - ISO 9660 standard

inicialmente: não muito populares
depois: aplicações multimídia
preços caem

História

Green Book standard

- 1986 Compact Disc Interactive (CD-I)
- 1987 Digital Video Interactive (DVI)

- 1988 CD-ROM Extended Architecture (CD-ROM-XA)

combina Yellow e Green book

- 1990 CD Magneto-Optical (CD-MO)
CD Write Once (init CD-WO depois CD-R),
Photo CD

Orange Book standard

Kodak e Philips
combina CDROM XA e CD-R

- 1990's popularização do CD-R
- 1996 CD-RW

Orange Book - parte III

História

- 1996 Digital Video Disk (DVD)
- 1999 - DVD popularizado em computadores
3.9GB capacidade (um filme inteiro)
DVD drives tornam-se standard em PCs

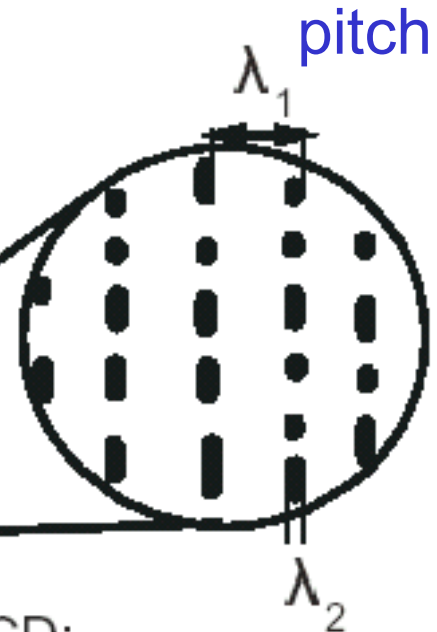
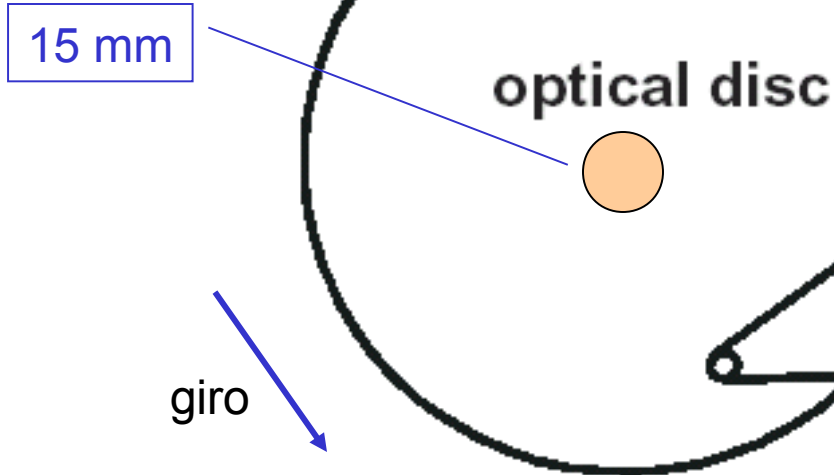
white (1993), **blue** (1995) e **purple** (2000)
books apareceram com normas para video,
audio e densidade dupla

CD

- lâmina de plástico e metal (**alumínio**)
- diâmetro de 120 mm (4,75 polegadas)
- espessura de 1,2 mm
- **pit** e **land**
 - um ponto que reflete a luz é **land**
 - ponto que não reflete a luz é **pit**
 - pontos têm de 0,9 a 3,3 microns de comprimento, 0,6 microns de largura e 0,12 microns de profundidade
- pontos dispostos em uma **espiral** do eixo central até a borda, com espaçamento de 1,6 microns entre voltas e cerca de 5 km de comprimento

CD - pits e lands

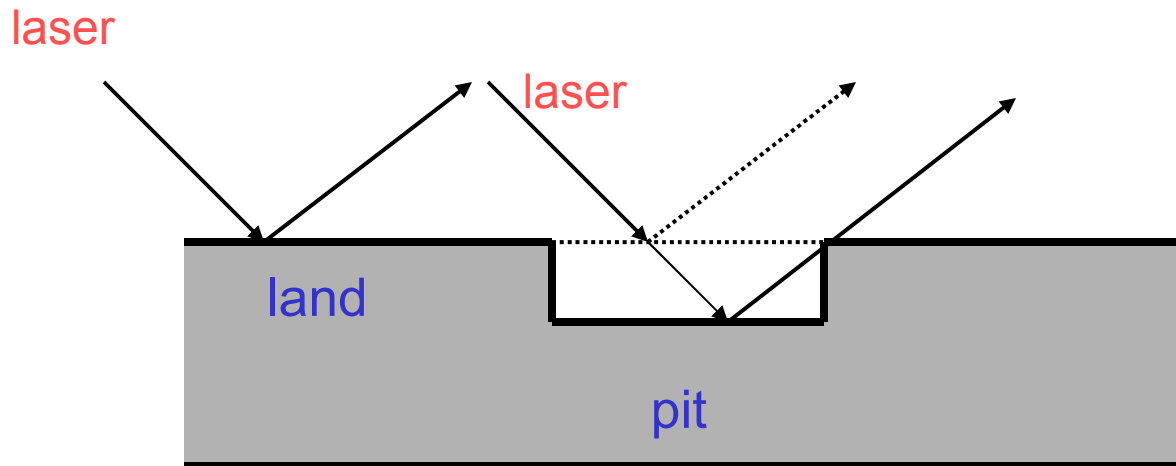
12cm de diâmetro
1,2 mm espessura



e.g. CD:
 $\lambda_1 = 1.6 \mu\text{m}$
 $\lambda_2 = 0.6 \mu\text{m}$

transição pit to land e land to pit: '1'
entre transições: sequência de '0' s

Leitura



laser incidindo sobre superfície reflexiva
Land - reflete a luz (quase totalmente)
Pit - espalha a luz

CD-DA: Compact Disc Digital Audio

CD-DA

1980 - Red Book standard

- Armazenamento de áudio
 - Diâmetro: 120 mm
 - CLV - Constant linear velocity
 - numero de rotações/s depende da posição da cabeça
 - 200 rpm na borda e 530 rpm próximos ao eixo central
 - taxa de transferência de 150 KBytes por segundo
 - formato da trilha
 - uma espiral aprox. 20000 voltas (*turns*)
 - inicia no centro e vai até a borda

LP: 850 turns

CD-DA

Red Book standard

- audio data rate

- amostragem: 44.100 Hz
- quantização: 16 bits
- Pulse code modulation (PCM)
- Audio data rate = 1.411.200 bit/s = ($\sim 1,4$ Mbit/s)

2x a faixa de frequência audível

num. bits que codificam o sinal

- capacidade (sem ECC - *error correction*)

- max. 74 min
- $74 \text{ min} \times 1.411.200 \text{ bit/s} = 6265728000 \text{ bit}$
- $\sim 747 \text{ MByte}$

CD-DA: Áreas

Red Book standard

- *Lead-in area* (preâmbulo)

índice único

- Table of content
- Pointer para o inicio de cada trilha (track)

- *Program area*

- até 99 tracks de diferentes tamanhos

track: uma canção
ou música

- *Lead-out area* (postâmbulo)

- Random Access: tracks e index points

- IP0: start of track
- IP1: start of audio data
- Track pregap: part between IP0 and IP1

CD-DA: setores (blocos)

Red Book standard

- uma trilha é formada por vários **frames**
 - CD-DAs são organizados em *frames*
 - frames são agrupados em **blocos** (setores)
 - Bloco
 - 1 bloco = 32 frames
 - velocidade: 75 blocos/s (para CD-ROM single-speed)
 - $1411200 \text{ bit/s} / 75 \text{ blocos/s} / 8 \text{ bit/byte} = 2352 \text{ bytes/bloco}$

além dos 2352 bytes existem mais **882** bytes para detecção e correção de erros por bloco

CD-DA: formato

Red Book standard

Preâmbulo	Trilha 1	Trilha 2	...	Trilha n	Postâmbulo
Índice	Música	Música	Música	Música	vazio

um bloco (setor) é parte de uma trilha

Formato de um setor

Dados

2352 bytes

mais 882 bytes

trilhas tem tamanho variável, bloco (setor) tem tamanho fixo

CD-ROM: Compact Disc – Read Only Memory

- Yellow Book CD-ROM Standard
 - CD-ROM mode 1: para qualquer tipo de dados
 - CD-ROM mode 2: compressed audio, video
 - os dois modos não podem ser combinados em uma única trilha (track)
- uma trilha: inadequado para multimidia
 - apenas CD-DA áudio ou apenas dados CD-ROM
- Mixed Mode Disc:
 - Data tracks no início
 - Subsequentes tracks para áudio

Formato Yellow book

Yellow Book (CD ROM)

CD-ROM Modo 1 dados

Sincronismo	Cabeçalho	Dados	Detec. erros	Branco	Corr. erros
12 bytes	4 bytes	2048 bytes	4 bytes	8 bytes	276 bytes

CD-ROM Modo 2

Sincronismo	Cabeçalho	Dados
12 bytes	4 bytes	2336 bytes

2352 bytes

mais 882 bytes

CD-ROM: File System

- CD-ROM original (mais antigo)
 - sem *logical file format*
 - sem especificação de diretório
- High Sierra Proposal
 - desenvolvido por um grupo de empresas
 - originou ISO 9660
- ISO 9660 file standard 1988
 - Directory tree
 - Path table
 - File interleaving

1985 - reunião foi no hotel High Sierra, Lake Tahoe

lista de todos diretórios e acesso direto a arquivos em qualquer nível

ISO 9660

file system

- primeira trilha
 - blocos (setores 0 a 15): *system area*
 - *descritores* de volume nos blocos subsequentes com p.ex. o comprimento do *file system*
- tamanho do *logical block*
 - entre 512 bytes e 2048 bytes
 - blocos de 512 bytes, 1024 bytes, and 2048 bytes
- área de dados
 - início bloco 16 (*logical sector 16, track 1*)

Extensões ao sistema de arquivos

- HFS (Macintosh)
- Joliet (Microsoft - nomes longos)
- Romeo (Adaptec)
- Rock Ridge (Unix - nomes longos)
- UDF (Universal Disk Format) (OSTA - Optical Storage Technology Association)

CD-ROM/XA: CD-ROM Extended Architecture

- Philips, Sony e Microsoft (anúncio em 1988)
 - uma extensão do Yellow Book standard
 - baseado em [CD-ROM modo 2](#), [ISO 9660](#), [CD-I](#)
 - interleaving de blocos de diferentes mídias dentro da mesma trilha
 - definição de um novo tipo de trilha para
 - compressed audio (ADPCM) e video data images e programas
 - distinção entre dois formatos de bloco: [Form 1](#), [Form 2](#)
 - tratamento de erros melhorado para programas (código) e dados

4 bytes para [error detection](#)
e 276 bytes para [error correction](#)

Recordando: formato Yellow book

Yellow Book (CD ROM)

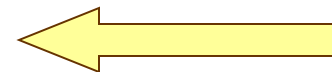
CD-ROM Modo 1

Sincronismo	Cabeçalho	Dados	Detec. erros	Branços	Corr. erros
12 bytes	4 bytes	2048 bytes	4 bytes	8 bytes	276 bytes

CD-ROM Modo 2

CD-ROM/XA baseado em [CD-ROM modo 2](#), ISO 9660, CD-I

Sincronismo	Cabeçalho	Dados
12 bytes	4 bytes	2336 bytes



Modo 2 Forma 1
Modo 2 Forma 2

CD ROM - XA: formatos

Green Book (CD-ROM XA (eXtended Architecture))

CD-ROM XA **Forma 1**

Sincronismo	Cabeçalho	Sub-cabeçalho	Dados	Detec. erros	Corr. erros
12 bytes	4 bytes	8 bytes	2048 bytes	4 bytes	276 bytes

CD-ROM XA **Forma 2**

Sincronismo	Cabeçalho	Sub-cabeçalho	Dados	Detec. erros
12 bytes	4 bytes	8 bytes	2324 bytes	4 bytes

CD ROM - taxa de transferência

Velocidade	Taxa de transferência (Kbytes/s)	Tempo de acesso (ms)
1x (simples)	150	400
2x (dupla)	300	300
4x (quádrupla)	600	150
8x (óctupla)	1200	100
16x	2400	90
18x	2700	90
24x	3600	90
32x (CLV)	4800	90
32x (CAV)	1200-4800	90-150

CLV - Constant Linear Velocity

CAV - Constant Angular Velocity - taxa de transferência máxima somente na borda externa (cai até 4x na borda interna)

Orange book

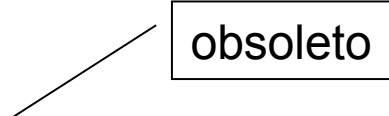
- define gravação e multisessões
- 3 partes
 - parte I - CD-MO (magneto-ótico) 
 - parte II - CD-R
 - WORM - write once read more
 - compatível com CD-DA (read book) e CD-ROM (yellow book)
 - parte III - CD-RW
 - podem apagar e regravar dados no disco

Photo Compact Disc

- armazenamento de fotos
 - Eastman Kodak and N.V. Philips Company
 - 1990 anúncio do Kodak Photo CD system
- características
 - baseado em CD Write Once (CD-R)
 - legível por:
 - Photo CD, CD-I e CD-ROM/XA players
 - gravado por
 - Special Photo CD writers e CD-R writers

orange book

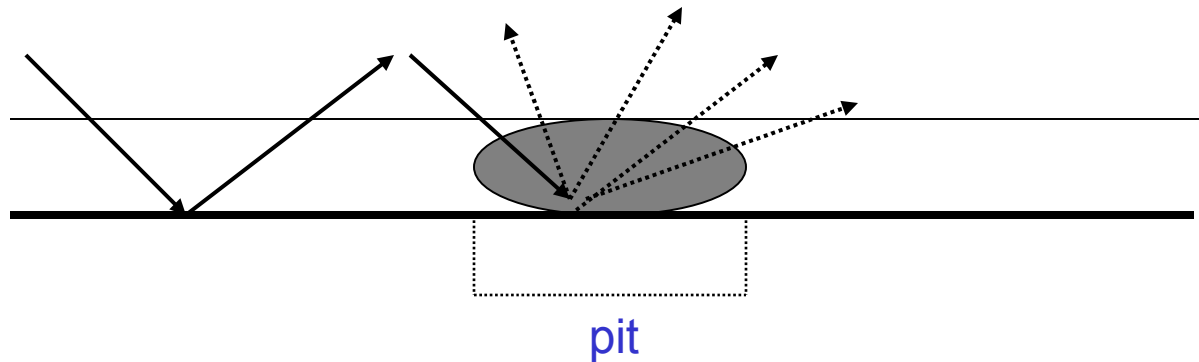
Write Once - Recordable

nome original

- CD-WO ou CD-R (nome atual)
 - Orange Book Standard Part II
 - CD-R pode ser lido CD-DA players
 - CD-R bruto
 - totalmente reflexivo (cristalino)
 - apresenta uma camada de absorção entre o substrato e a camada de reflexão
 - gravação
 - mudança irreversível na reflexão aquecendo a camada de absorção (burning)
 - polímero fica opaco com calor

CD-R

- gravação forma zonas opacas, que difundem a luz
- zona opaca é interpretada como buraco (**pit**)



- problemas
 - pequena parcela é refletida na direção correta
 - processo não reversível
 - problemas com calor intenso (luz solar direta)

CD gravável: sessões

- layout com várias sessões
 - burning pode ser conduzido em várias sessões, cada uma com:
 - Lead-in part
 - Data part
 - Lead-out part
 - max: 99 sessões
- CD players anteriores a 1992 podem ler apenas a primeira sessão
- CD-R regular : apenas uma sessão
- Hybrid CD-R: várias sessões

cada sessão como se fosse um novo disco

CD-RW (regravável)

- CD-E (erasable) ou CD-RW (nome atual)
 - Orange Book Standard Part III
 - tecnologia de mudança de fase
 - liga de prata-índio-antimônio-telúrio Ag-In-Sb-Te
 - dois estados (fases)
 - um estado é cristalino - alta reflexão
 - outro estado amorfo - baixa reflexão
 - troca de fase sob influência de laser
 - laser de alta potência troca de cristalino para amorfo
 - laser de menor potência troca de amorfo para cristalino

repetição de 2000 a 5000 vezes

CD-RW

- reflete muito pouco o raio laser (25%)
 - CD-R: reflexão de 60%
 - CD-ROM: reflexão de 80%
- troca de estado
 - no estado inicial o material é cristalino
 - aquecido por um laser entre 500 a 700 °C, a liga se liquefaz e suas moléculas se desalinham, passando para o estado amorfo
 - com laser de potência menor (cerca de 200 °C) retorna ao estado cristalino

DVD

- mídia óptica para armazenar filmes completos
- 1996

- formatos

- single-sided single-layer DVD-5 - 4,7 GB
- single-sided double-layer: laser altera foco para ler a outra camada DVD-9 - 8,5 GB
- double-sided: disco deve ser virado DVD-10 - 9,4 GB

- capacidade

- maior que CD
- pitch - 0,74 microns
- pits e lands de largura menor - 0,24 microns

Aumento de capacidade em relação a CDs

- menor comprimento do buraco (pit)
 - de 0,9 para 0,4 microns (aumento de 2,08 vezes)
 - redução da distância entre trilhas, de 1,6 para 0,74 microns (aumento de 2,16 vezes)
- aumento do uso da área do disco
 - de 86 para 87,6 cm² (aumento de 1,02 vezes)
- aumento da precisão da modulação do laser
 - (aumento de 1,06 vezes)
- código de correção de erros mais eficiente
 - (aumento de 1,32 vezes)
- redução do excesso de bytes em um setor físico, de 2048/2352 para 2048/2220
 - (aumento de 1,06 vezes)

Capacidade de armazenamento

- capacidade do disco: 4,7 Gbytes

DVD-5 : 4,7 GB

- duas camadas reflexivas

- a segunda camada pode conter 3,8 Gbytes
- o que eleva a capacidade total para 8,5 Gbytes

DVD-9 : 8,5 GB

- duas faces do disco

- norma DVD permite o uso das duas faces
- capacidade de 9,4 GBytes sem a segunda camada

DVD-10 : 9,4 GB

- e 17 GBytes com a segunda camada

DVD-18 : 17,1 GB

Padrão	Lados	Camadas	Capacidade	Tempo
DVD-5	1	1	4,7 GB	133 min
DVD-9	1	2	8,5 GB	240 min
DVD-10	2	1	9,4 GB	266 min
DVD-14	2	2	13,24 GB	390 min
DVD-18	2	2	17,0 GB	480 min
DVD-R 1	1	1	3,95 GB	—
DVD-R 2	2	1	7,9 GB	—
DVD-RAM 1	1	1	2,58 GB	—
DVD-RAM 1	2	1	5,16 GB	—
DVD-RAM 2	1	1	4,7 GB	—
DVD-RAM 2	2	1	9,4 GB	—

Proposta	Capacidade / lado	Capacidade total
DVD-RAM 1	2,6 GB	5,2 GB
DVD RAM 2 (1999)	4,7 GB	9,4 GB
DVD-R 1	3,95 GB	7,9 GB
DVD-R 2 (1999)	4,7 GB	9,4 GB
DVD-RW	4,7 GB	9,4 GB
DVD+RW	2,8 GB	5,6 GB

Compatibilidade de leitura

comprimento de onda

- Leitores de CD: laser de 780 nm (infravermelho)
- Leitores de DVD: laser de 650 nm (vermelho)
 - sem problemas para leitura de CD-ROMs
 - alumínio apresenta boa capacidade de reflexão mesmo para comprimentos de onda menores
 - pode trazer problemas para CD-R e CD-RW
- especificações:
 - MultiRead
 - compatibilidade com CD-DA, CD-ROM, CD-R e CD-RW
 - MultiRead2
 - compatibilidade com CD-DA, CD-ROM, CD-R, CD-RW, DVD-Video, DVD-Audio, DVD-ROM e DVD-RAM

Blu-ray disc

- Anunciado em 2002
 - regravável
 - capacidade de até 27GB
 - 2 horas de vídeo de alta definição ou 13 horas de TV convencional
 - single-sided single-layer
 - mesmo tamanho de CDs e DVDs
 - embalagem para proteção do disco contra poeira e marca de dedos
- previsão de primeiros produtos: 2004 (!!?)

Leitura ótica

- Leitores óticos
 - CD: laser de 780 nm (infravermelho)
 - DVD: laser de 650 nm (vermelho)
 - Blu-ray: laser de 450 nm (azul-violeta)
- outra proposta
 - HD-DVD
 - previsão de mercado: 2005
 - capacidade: entre 15 a 20 GB (de cada lado)
 - formato para WO já aprovado pelo DVD forum em nov. 2003

Toshiba e NEC

Padrão	CD	DVD	HD DVD	BLU-RAY
Laser (nm)	780	650	450	450
Faixa	Infravermelho	Vermelho	Azul-violeta	Azul-violeta
Capacidade (uma camada)	700MB	4,37GB	15~16GB	25GB
Capacidade (duas camadas)	N/A	7,95GB	30~32GB	50GB
Distância de trilhas (nm)	1600	740	400	320
Diâmetro do laser (nm)	2100	1320	620	480
Densidade (GB/pol ²)	0,4	2,2	7,5	12,5
Taxa Transf. (1x, Mbps)	1,2	11	36	36~54
Proponentes	Philips Sony	DVD Fórum, DVD+RW	DVD Fórum (NEC, Toshiba)	Blu-Ray Disc Assoc.
Lançamento	1982	1996	2005-2006	2006
Preço Mídia	1c-1\$	50c-12\$	\$25-35	\$25-35

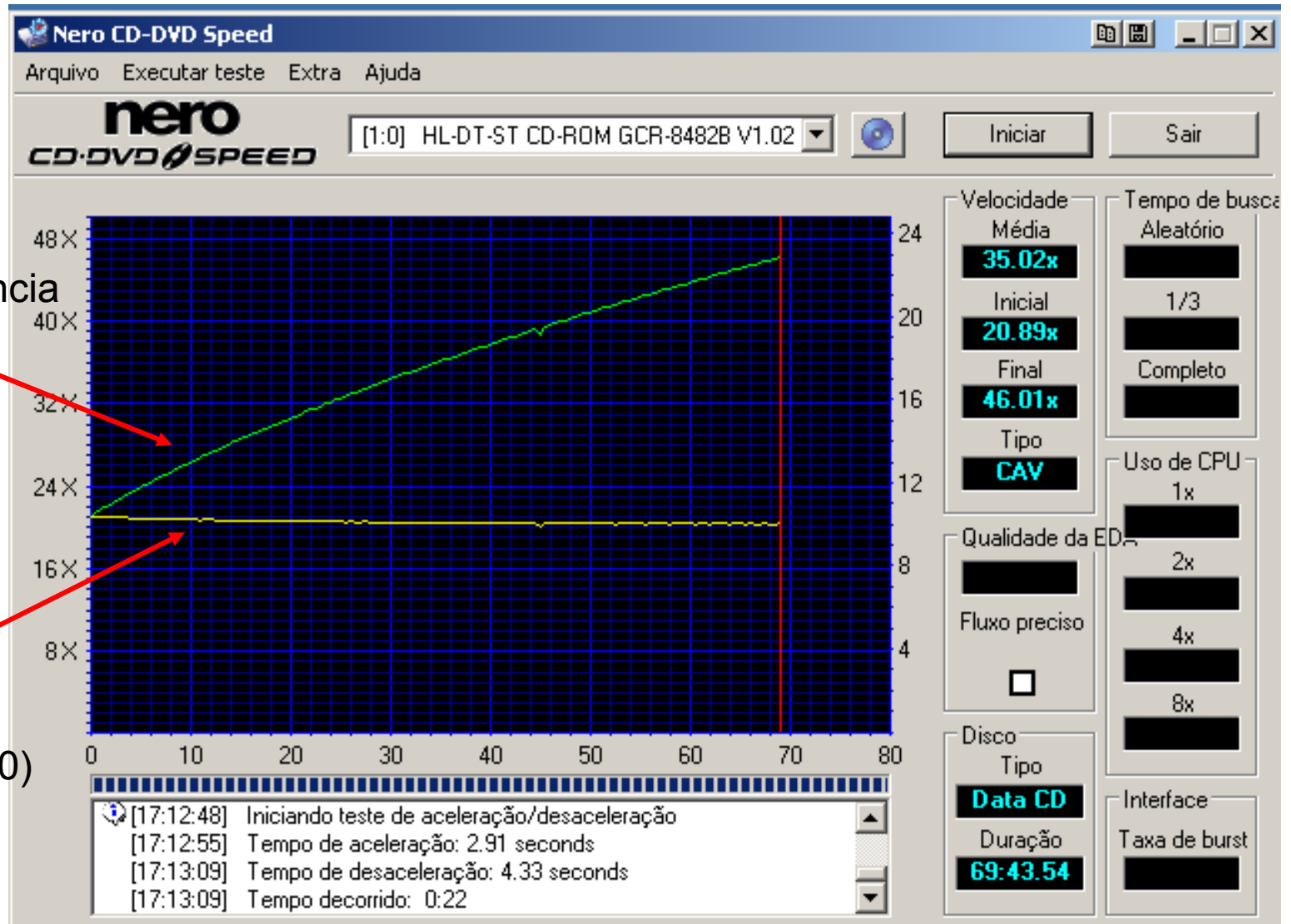
Taxa de Transferência (Vazão)

- Vazão variável em função da variação da velocidade linear
- Pode trabalhar em Zonas, para melhorar desempenho e manter estabilidade mecânica.

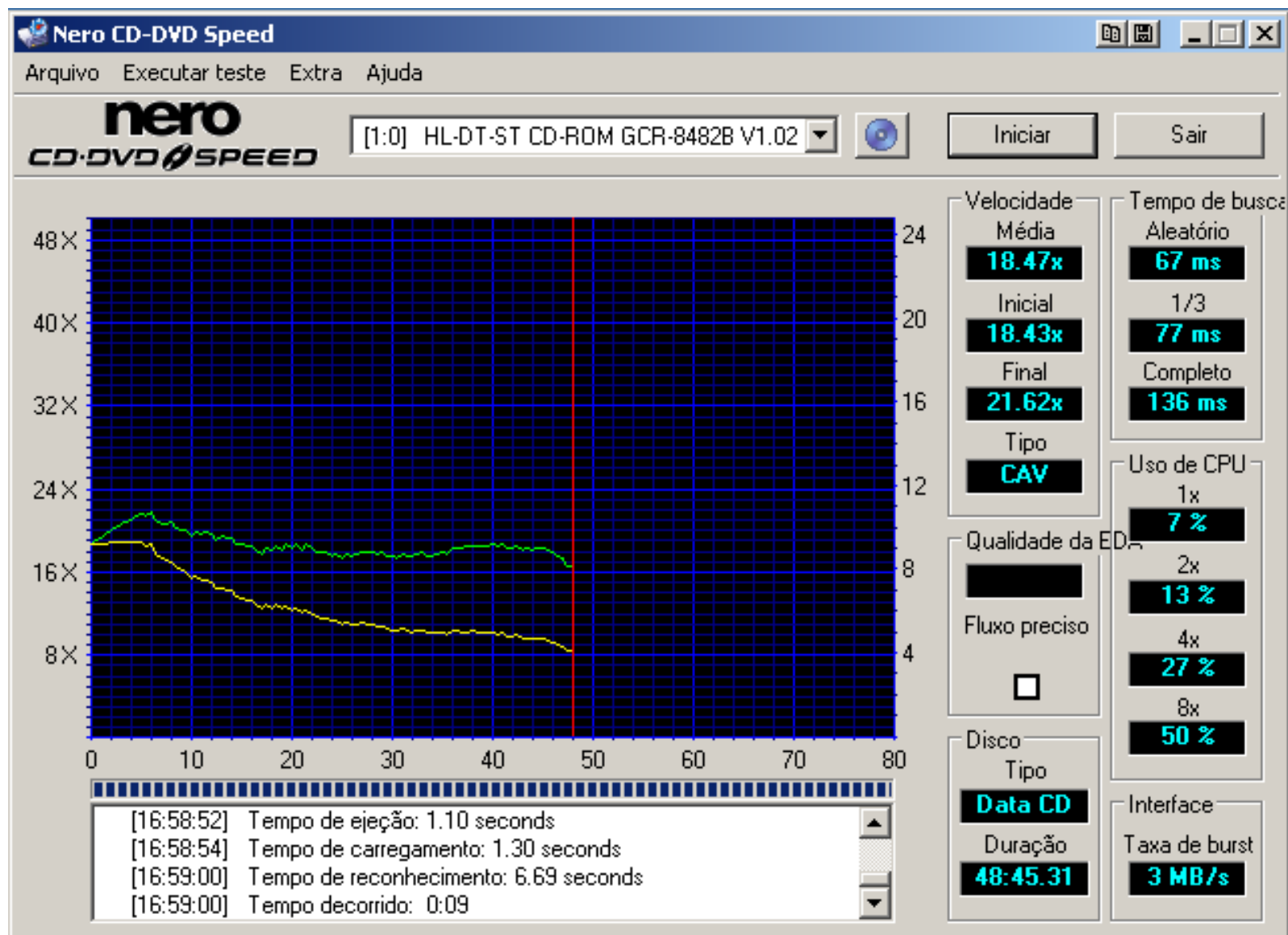
CD - Modo Ultra DMA

Taxa de transferência

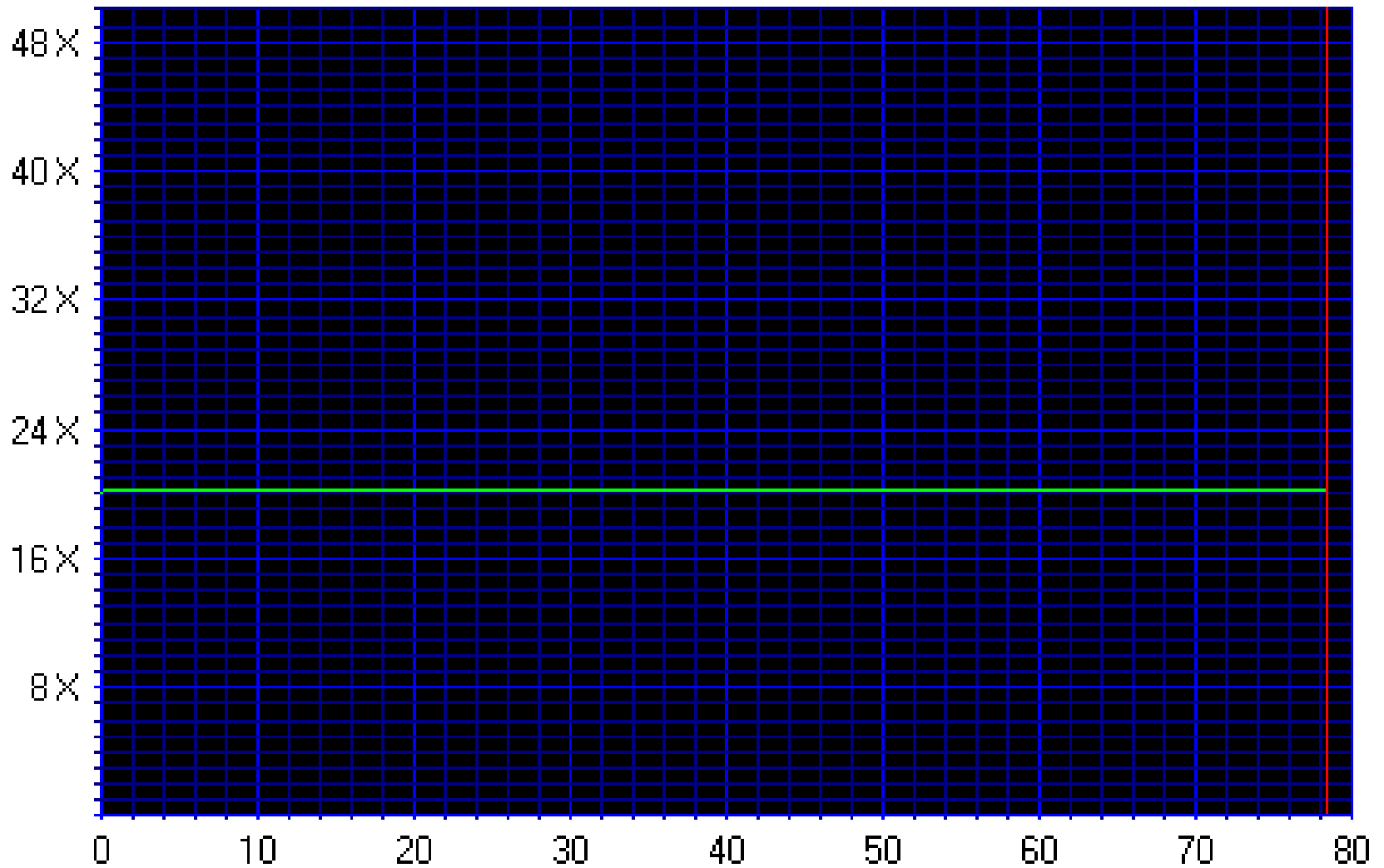
Rotação (rpmx1000)



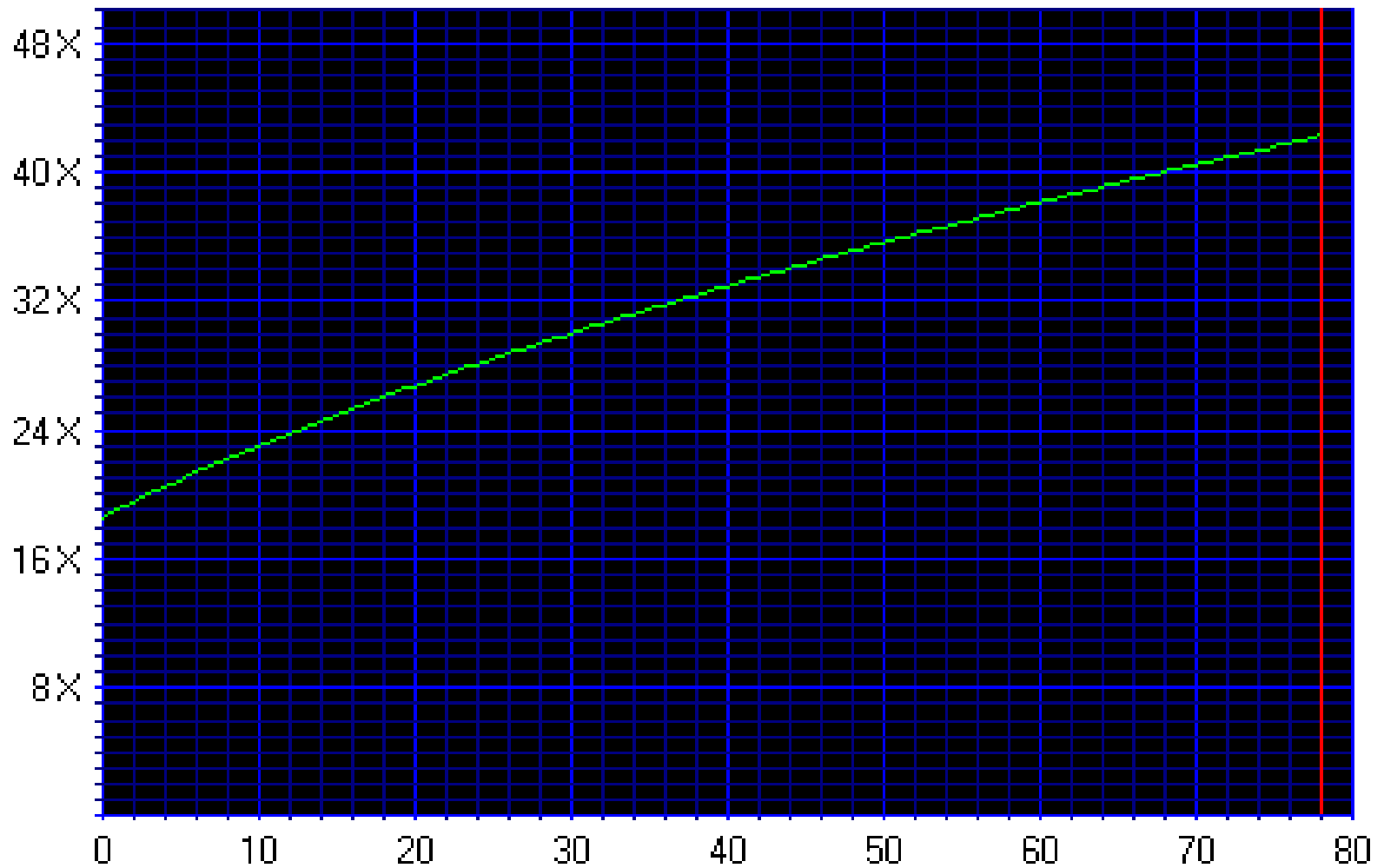
CD - Modo PIO



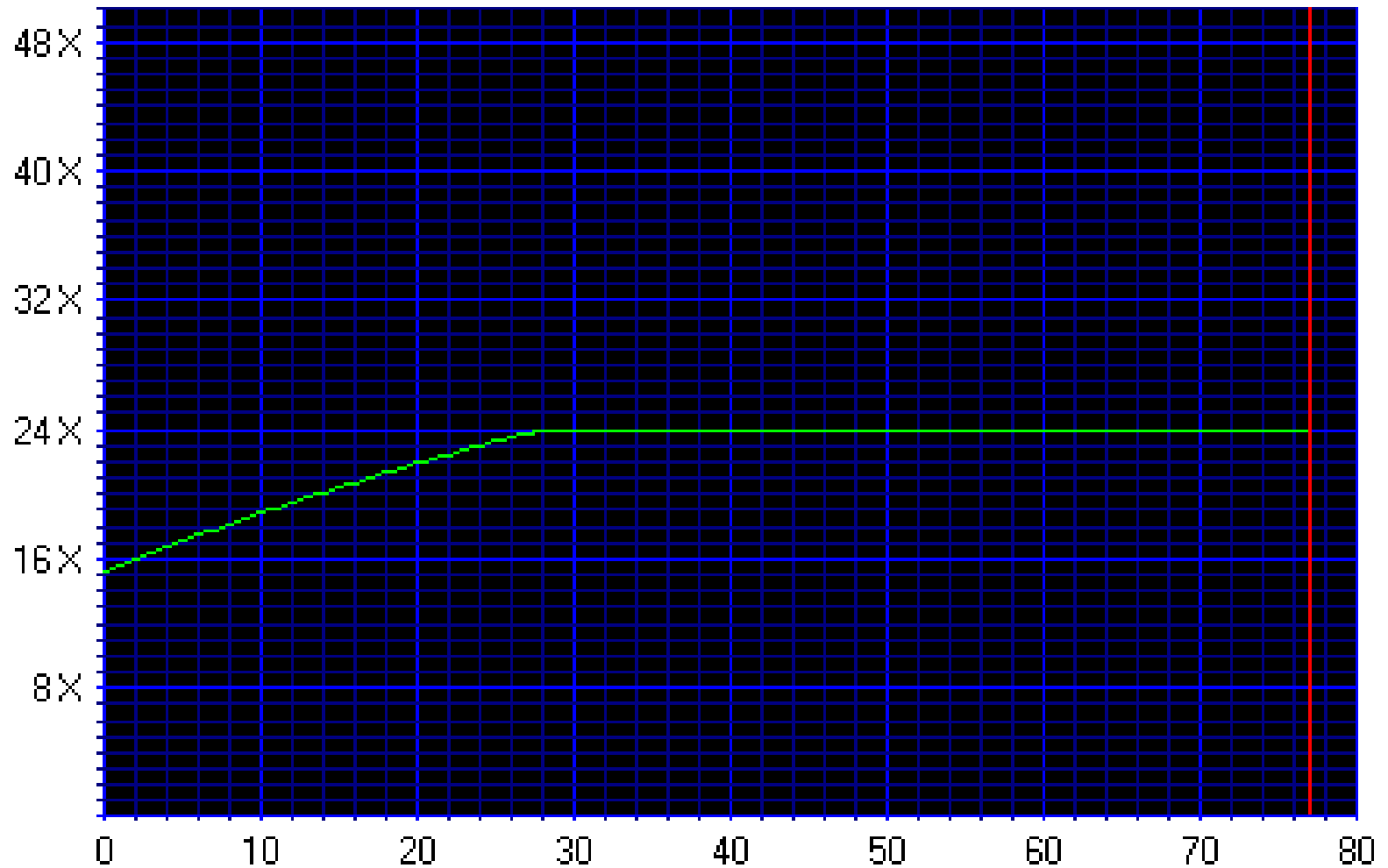
CD - CLV



CD - CAV



CD – P-CAV



CD – Z-CAV

