

História do Armazenamento

Profa. Rosana Braga

Material adaptado a partir do material do Prof. Maurício A Dias

Linha do tempo

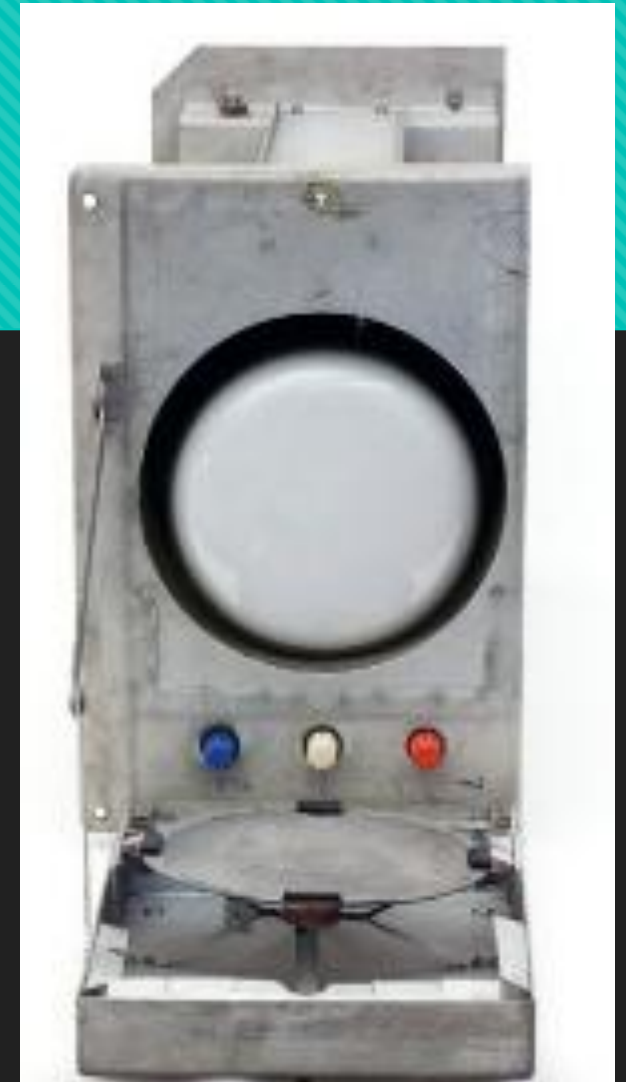
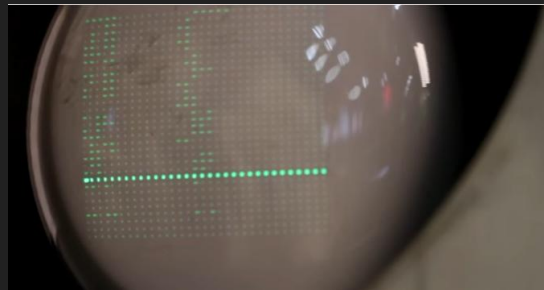
- 1801 – Jacquard – Teares em cartões perfurados
- 1884 – Hollerith – máquina tabuladora
- 1888 – Oberlin Smith – gravador magnético.
 - Primeiro dispositivo de armazenamento magnético de que se tem notícia
 - Publicado na revista Electrical World em 1888
 - Utilizado para gravar música.
- 1932 – Gustav Tauscheck - Tambor magnético
 - Cilindro giratório feito de material que pode ser magnetizado positiva ou negativamente
 - Vários cabeçotes de leitura e escrita
 - Armazenava 500 mil bits (61 kb) → 61 mil números ou letras

Linha do tempo

○ 1947 – Fred Williams e Tom Kilburn desenvolveram o Williams-Kilburn Tube.

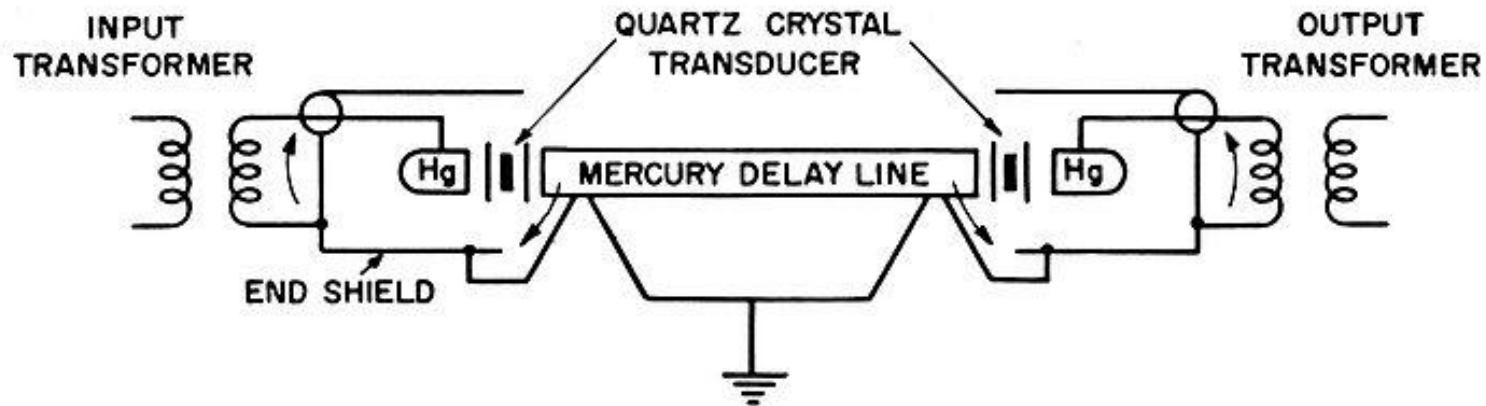
○ Foi a primeira memória de alta velocidade totalmente eletrônica. Utilizava o tubo de raios catódicos e armazenava bits como pontos na tela. Um prato de metal detectava as mudanças na memória possibilitando a leitura.

○ Utilizada no computador Baby produzido pela University of Manchester, UK.

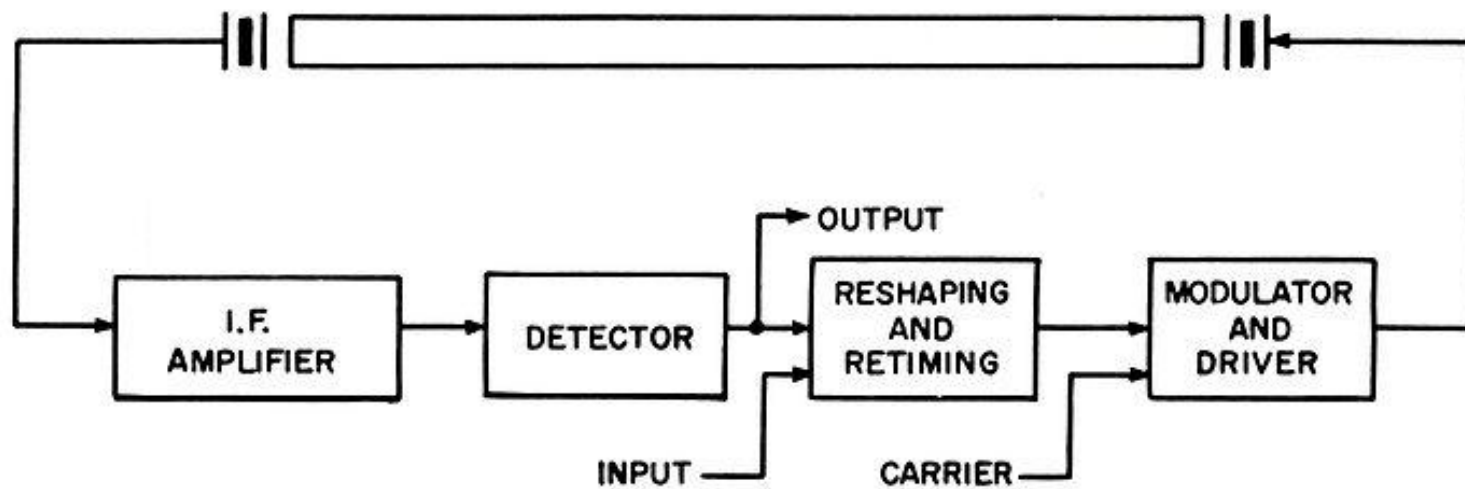


Linha do Tempo

- 1949 – O time de Maurice Wilkes na universidade de Cambridge construiu o EDSAC, um programa de computador armazenado em *Mercury Delay Lines Memory*
- Na mesma época Jay Forrester (MIT) escreveu notas descrevendo o funcionamento da técnica de corrente coincidente para sistemas de memória de núcleo magnético



Schematic diagram of circuit connections to the acoustic delay line used in NBS mercury memory.



Block diagram of the mercury memory system.

Fonte:
https://en.wikipedia.org/wiki/Delay_line_memory#/media/File:SEACComputer_010.jpg

Linha do Tempo

- 1950 – A marinha americana contrata o ERA (Engineering Research Associates) para criar um programa de computador armazenado. Atlas foi o resultado. Utilizando uma memória do tipo *Magnetic Drum* – Tambor magnético (que armazena informação na parte externa de um cilindro em rotação revestido de material ferromagnético, e circundado de cabeças de leitura)



Fonte:
<http://www.computerhistory.org/timeline/1950/#169ebb-e2ad45559efbc6eb35720bdc28>

Linha do Tempo

- 1951 – UNIVAC I recebe o drive de fita magnética UNISERVO, o primeiro drive de armazenamento de fitas para um computador comercial



Linha do Tempo

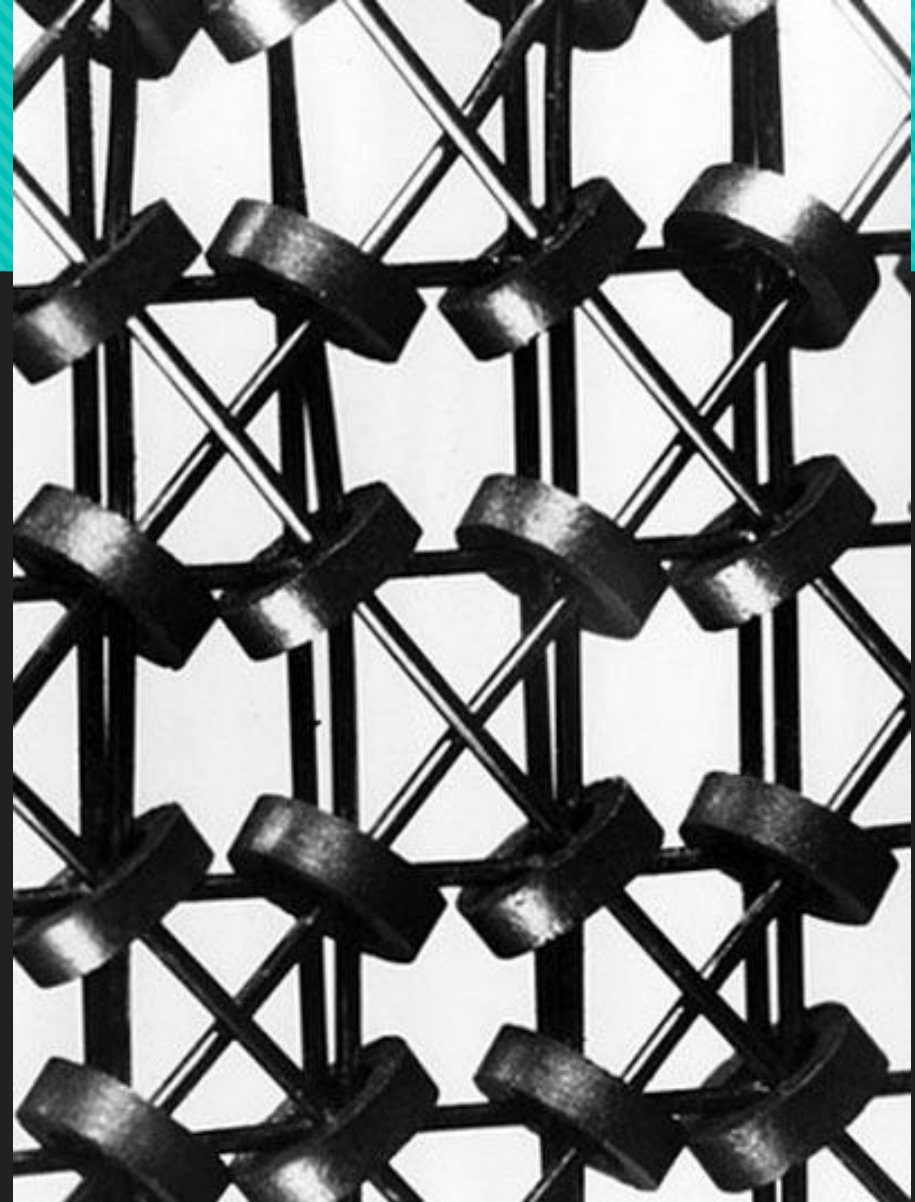
- 1952 -IBM 726 foi o primeiro sistema de armazenamento de alta velocidade com fitas magnéticas. O sistema utilizava um canal de vácuo para manter as fitas circulando entre dois pontos, permitindo um rápido processo de start/stop. Armazenava 2 milhões de dígitos por fita, sendo alugado por 850 dólares/mês.



Fonte:
<http://www.computerhistory.org/timeline/1952/#169ebbe2ad45559efbc6eb357207eb6e>

Linha do Tempo

- 1953 – o computador Whirlwind do MIT se torna o primeiro computador a utilizar memórias de núcleo magnético. A memória é composta de núcleos magnéticos que armazenam 1 bit cada, conectados a um grid.



Linha do tempo

- 1956: A IBM embarca o primeiro disco rígido no sistema RAMAC 305. O tamanho total é de 5MB a um custo de \$ 10.000 um megabyte. O sistema é tão grande quanto dois refrigeradores e usa 50 pratos de 24 polegadas de diâmetro





Linha do tempo

- Al Shugart, engenheiro da IBM na época e que viria a fundar a Seagate disse: “Começaram do 0 no laboratório, o RAMAC era um sistema completo e não somente um disco rígido. Ninguém havia feito um disco rígido até então”
- Segundo Shugart a ideia principal do disco rígido era o acesso aleatório (Random Access)

Linha do tempo

- Para poder ler e escrever no disco as cabeças de leitura deveriam se movimentar pelas trilhas e, segundo Shugart, a melhor saída foi uma pilha de discos
- O sistema era capaz de atingir 1200 rpm
- A tinta que foi utilizada nos discos era similar à tinta que pintou a ponte Golden Gate
- Foram necessários 12 protótipos

Linha do tempo

- As características utilizadas por todos os HDs que nasceram com o RAMAC são:
 - Discos com pouco espaçamento
 - O posicionamento da cabeça de leitura/escrita de forma a pegar o maior número possível de trilhas
 - A forma de montagem que cria um pequeno espaço entre a cabeça e o disco para evitar danos aos dois equipamentos

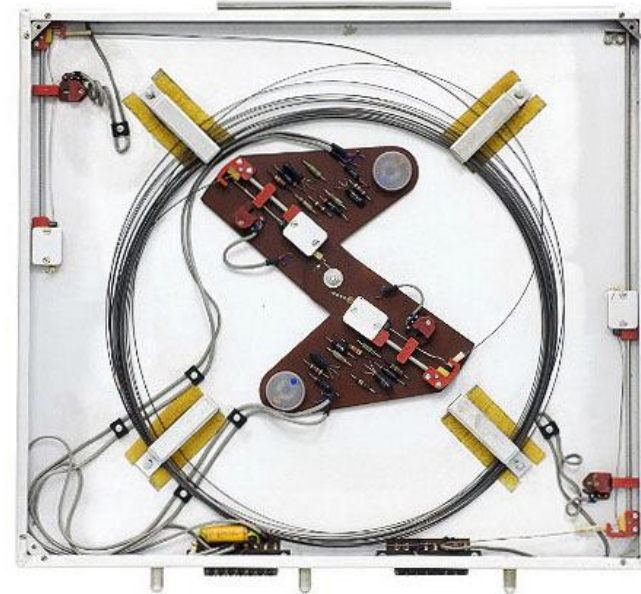
Linha do Tempo

- 1959 - Bryant Chucking Grinder Company começa a explorar novas formas de armazenamento propondo um layout vertical para os discos. Utilizavam discos de magnésio.



Linha do tempo

- 1961 – A IBM inventa cabeças para discos rígidos que se deslocam em um colchão de ar em rolamentos pneumáticos
- 1961 – O disco rígido do computador Ferranti Sirius é anunciado. Possuía uma delay line magnética de baixo custo



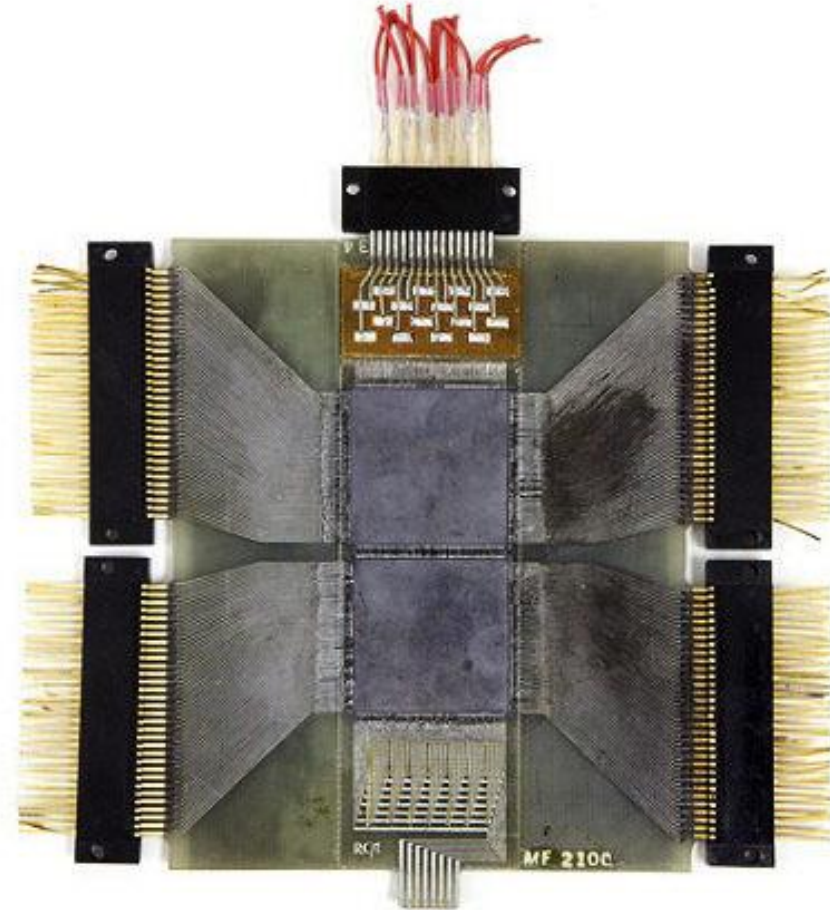
Linha do tempo

- 1962 – O time de Kilburn na Universidade de Manchester cria o conceito de memória virtual
- 1962 – Conceito de Card RAM



Linha do Tempo

- 1962 – Memória Thin-Film é produzida. Pequenos e finos pratos de vidro seguram pontos 'metálicos magnéticos em um filme interconectado. Muito caro, porém muito rápido



Linha do tempo

- 1962 – A DEC cria uma fita pequena para armazenamento de dados pessoais
- 1963 – Primeiro disco rígido removível fabricado pela IBM, o 1311, que possuía discos de 14 polegadas e tinha 2.6MB



Linha do Tempo

- 1964 – IBM 2321 Data Cell Drive. Possuía capacidade de 400 MB
- 1964 – IBM introduz o TROS (transformer read only storage). Foi o chip que deu início às pesquisas das ROMs de estado sólido. Cada bit desta memória era um transformador magnético pequeno. O 0 e o 1 eram representados pela maneira como a corrente fluía pelo transformador



Linha do tempo

- 1965 – IBM 2314 Direct Access Storage Facility – 8 drives e um de reserva com discos removíveis de 29 MB
- 1966 – IBM introduz no mercado o primeiro disco rígido que utiliza uma bobina de ferrite na cabeça de gravação (wound-coil ferrite head)
- 1966 - O primeiro Circuito Integrado de Memória RAM com 8 bits é projetado pela Signetics

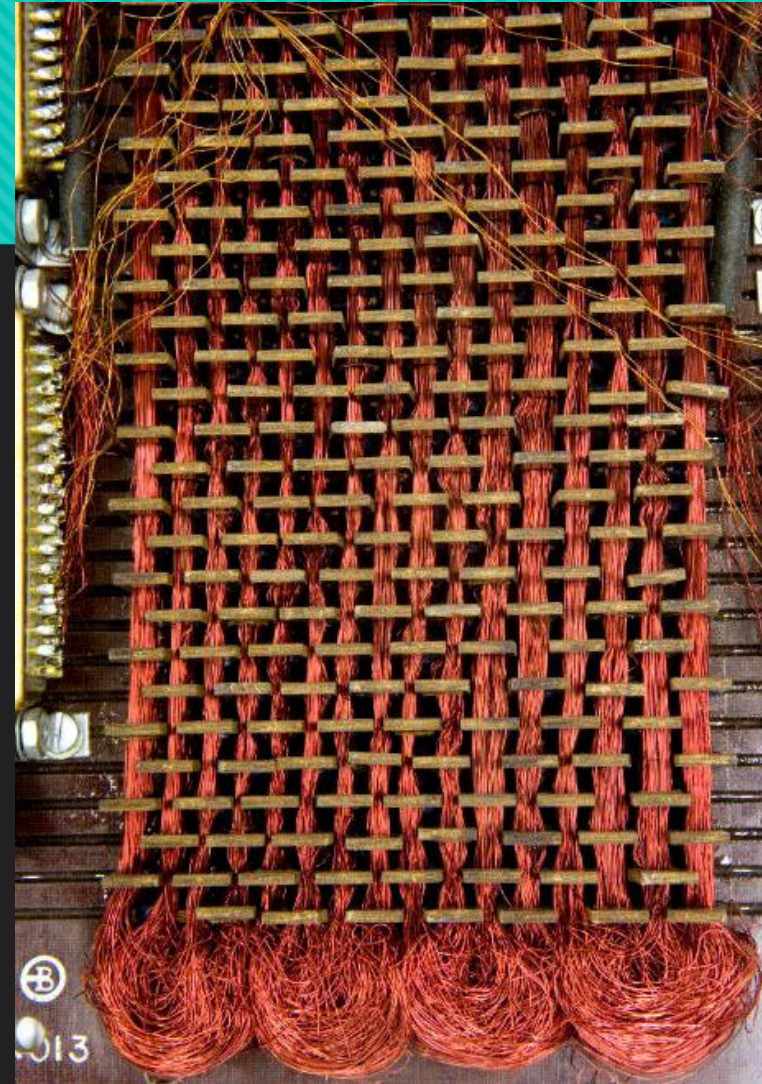
Linha do Tempo

- 1968 – Primeiro drive de disquetes flexíveis da IBM – Minnow, discos só para leitura que faziam download de microcódigo para o controlador do Merlin



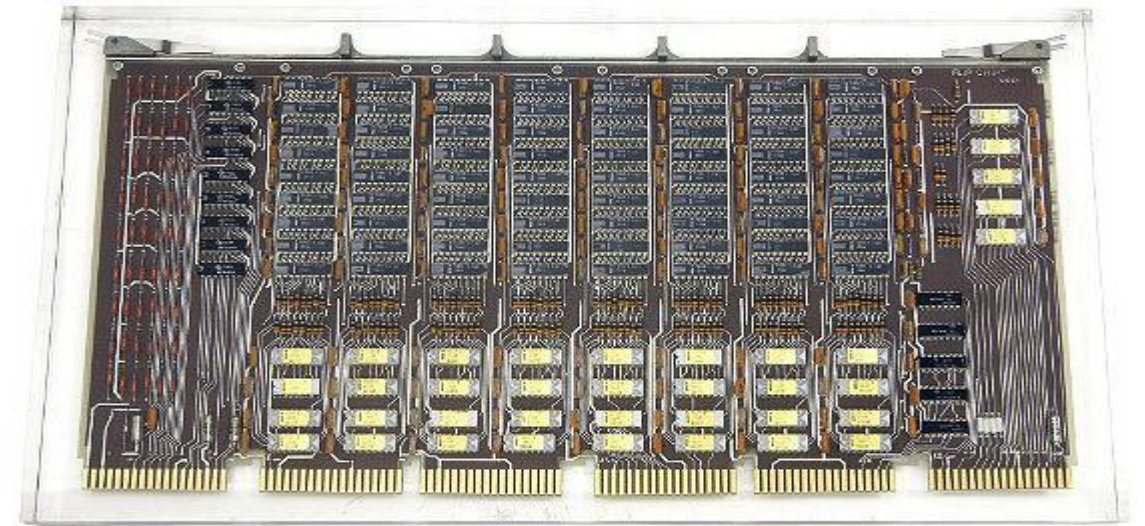
Linha do tempo

- 1969 – Computador de Navegação da Apollo 11 – memória de leitura por cordas de fios. Feita a mão com 72 Kb



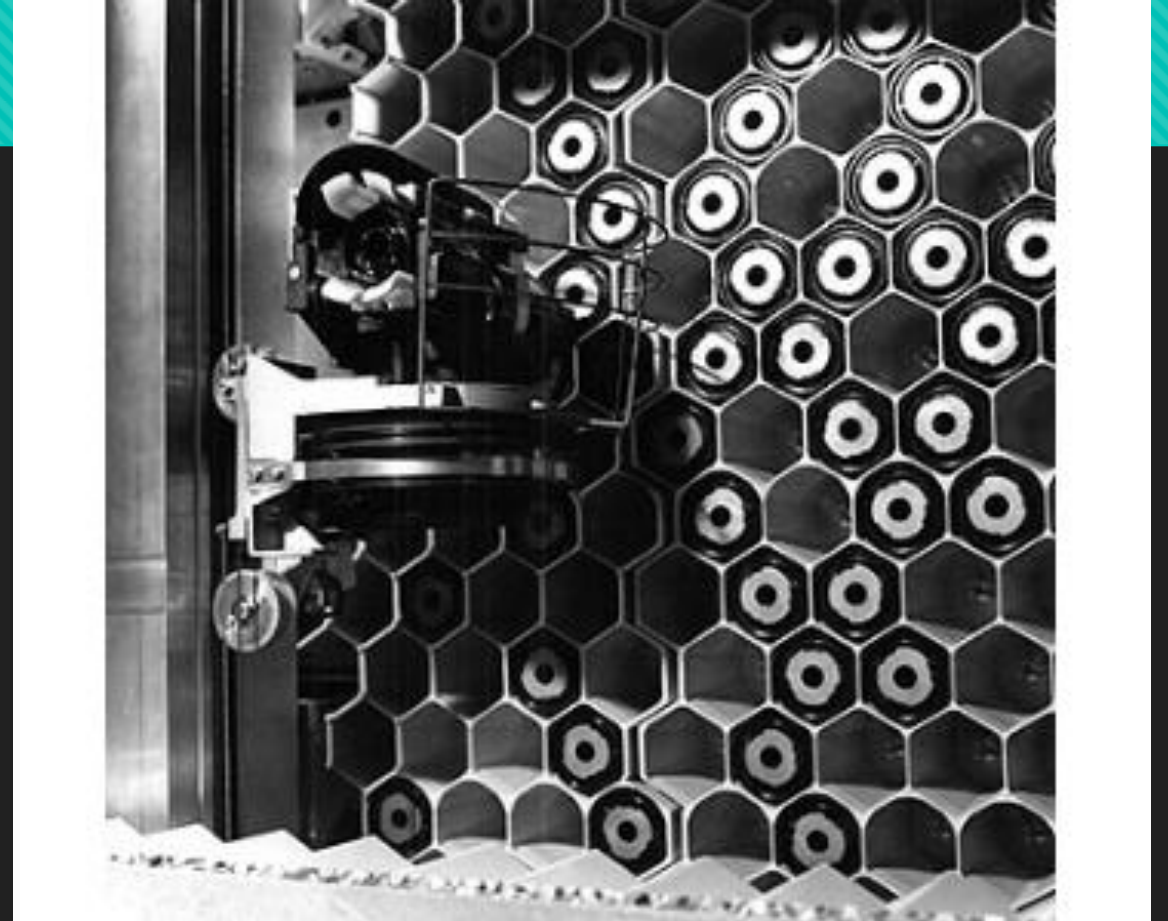
Linha do Tempo

- 1970 – É fundada na Califórnia a companhia General Digital Corporation (que viria a se tornar a Western Digital em 1971)
- 1971 – Intel 1KB 1103 – chip de memória (DRAM)
- 1973 – IBM anuncia o 3340 o primeiro “Winchester” que possuía um hardware selado com mecanismos lubrificados e cabeça de peso reduzido.



Linha do Tempo

- 1974 – Fitas magnéticas em cartuchos foram a solução encontrada para o armazenamento em massa da IBM. O IBM 3850 possuía 4720 cartões armazenando 236 GB de informação e tinha 6 metros de comprimento. Ficou conhecido como armazenamento em colmeia pelo seu formato



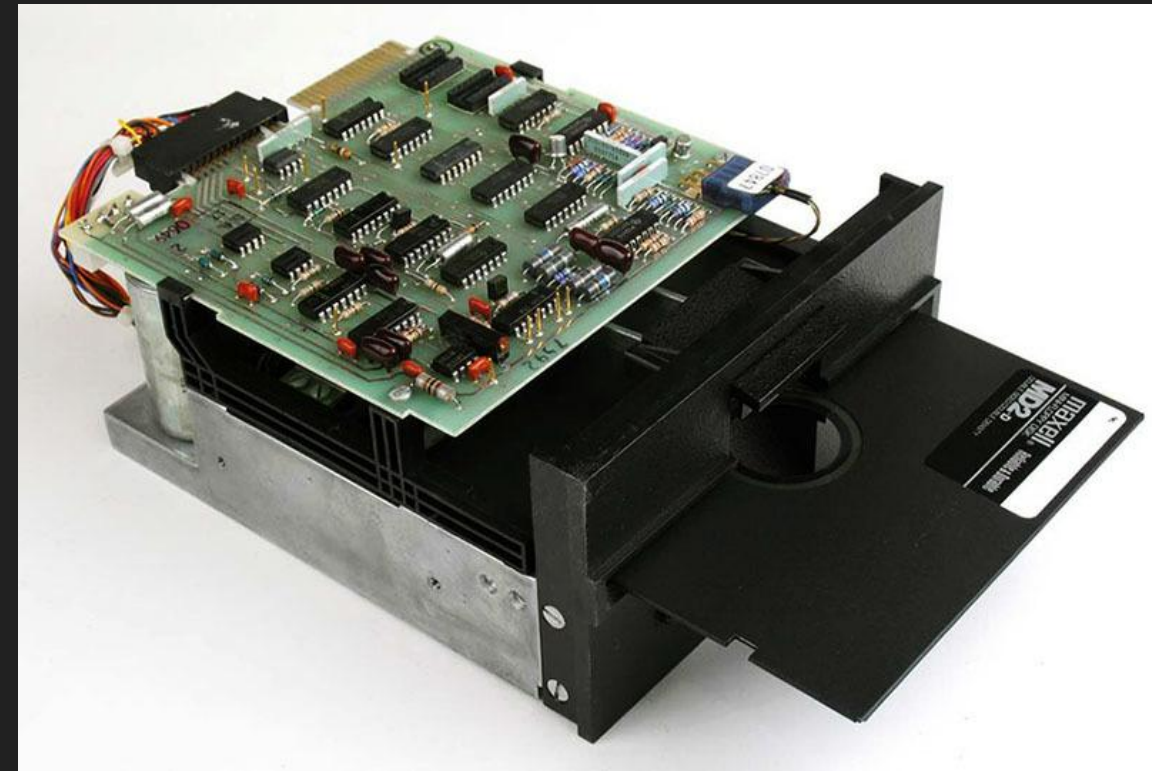
Linha do tempo

- 1976 – Hitachi DRAM 256 KB



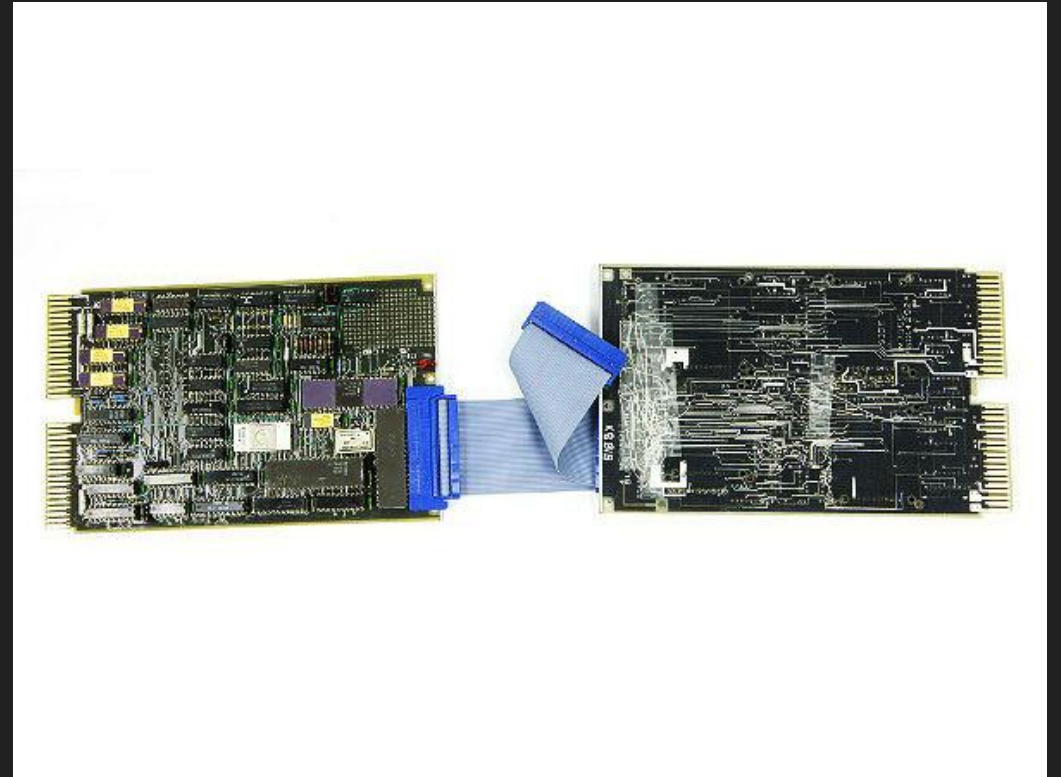
Linha do Tempo

- 1977 – O computador Commodore PET possuía um sistema de armazenamento que convertia informação digital em sinais analógicos e armazenado em fita. Tinha bom custo e confiabilidade, porém muito lento.
- 1978 – Criação dos Laser Discs (pai dos cds e dvds) Era caro apesar de apresentar qualidade.
- 1978 – Shugart 5 ¼ drive de disquetes flexíveis
- 1978 – Primeira Patente RAID



Linha do Tempo

- 1979 – Intel 4MB bubble Memory – um tipo de memória não-volátil que utiliza um filme fino de material magnético para segurar pequenas áreas magnetizadas chamadas de bolhas, cada uma armazenando 1 bit.



Linha do Tempo

- 1980 – Seagate cria o primeiro disco rígido para computadores pessoais. Continha 5 MB de capacidade de armazenamento. Ocupava o mesmo espaço de um drive de disquete 5 ¼ . Vendeu mais de 4 milhões de unidades nos primeiros anos.



Linha do tempo

- 1981 – Sony introduz o disquete de 3 ½ polegadas.
- 1983 – Bernoulli box é introduzido no mercado para transferir arquivos grandes de 5MB até 230MB
- 1983 – CD-ROM é inventado pela Sony e Phillips

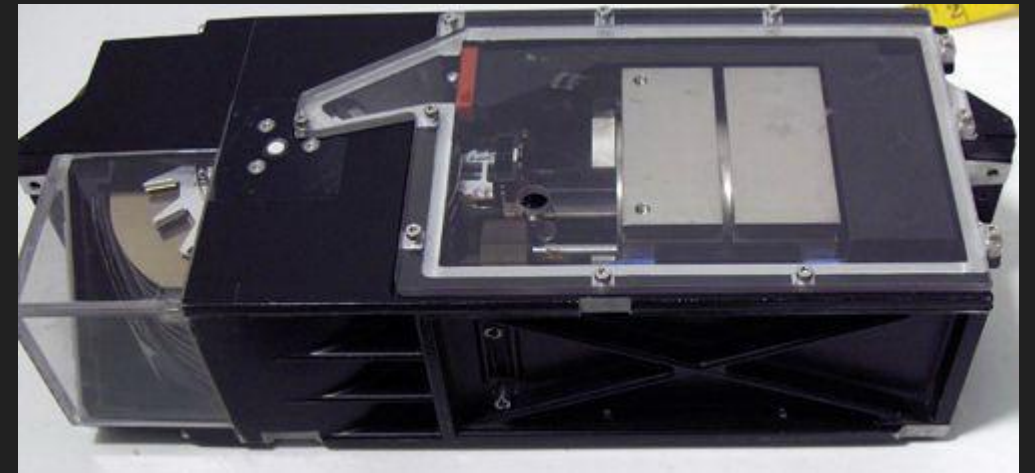


Linha do Tempo

- 1984 – Compact tape é lançada para substituir a Dec Tape com maior capacidade de armazenamento (92 MB)
- **1984 - A tecnologia da memória flash é inventada na Toshiba por Fujio Masuoka**
- 1984 – IBM lança os cartuchos de fita, menores com maior capacidade 200MB
- 1986 – O Padrão SCSI é criado para conexão de HDs e Discos. O padrão contém capacidade multi-tasking e processamento em alta velocidade

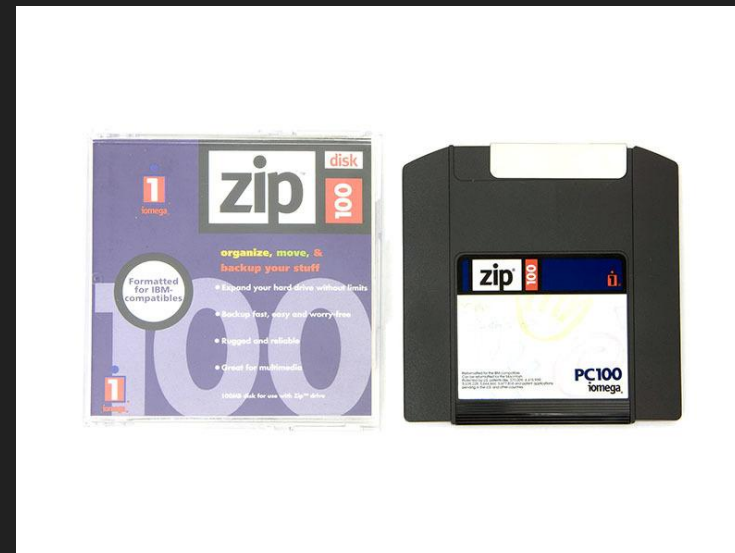
Linha do Tempo

- 1987 – O primeiro HDD (hard disk drive) do mercado feito pela Conner. Possuía o tamanho padrão 3 ½ polegadas e um circuito de controle.
- 1990 – IBM hard disk drive de 5 ¼ polegadas e 1GB de armazenamento



Linha do Tempo

- 1992 – primeiro teste de SSD para a IBM (SANDISK)
- 1994 – Compact Flash (câmeras digitais)
- 1994 – IOMEGA Zip Disk – 100 MB a 2GB. Problemas de Confiabilidade e também o CD



Linha do Tempo

- 1997 – CD Regravável
- 1999 – IBM microdrive – HDs muito pequenos que foram desbancados pelos Pendrives
- 2000 – USB Flash Drive (Pendrives)
- 2003 – Blue-Ray Optical Disks

Linha do Tempo

- 2006 – Amazon lança Cloud-Based Services
- 2007 – DROPBOX
- 2007 – Primeiro HDD de 1 TB 7200 RPM
- 2009 – Cloud-Based Network Attached



Linha do tempo (detalhada)

- 2003 – Serial ATA introduced
- 2003 – IBM sells disk drive division to Hitachi
- 2004 – MK2001MTN first 0.85-inch drive released by Toshiba with capacity of 2 gigabytes^[21]
- 2005 – First 500 GB hard drive shipping (Hitachi GST)
- 2005 – Serial ATA 3 Gbit/s standardized
- 2005 – Seagate introduces Tunnel MagnetoResistive Read Sensor (TMR) and Thermal Spacing Control
- 2005 – Introduction of faster SAS (Serial Attached SCSI)
- 2005 – First perpendicular magnetic recording (PMR) HDD shipped: Toshiba 1.8-inch 40/80 GB^[23]
- 2006 – First 750 GB hard drive (Seagate)

Linha do Tempo (detalhada)

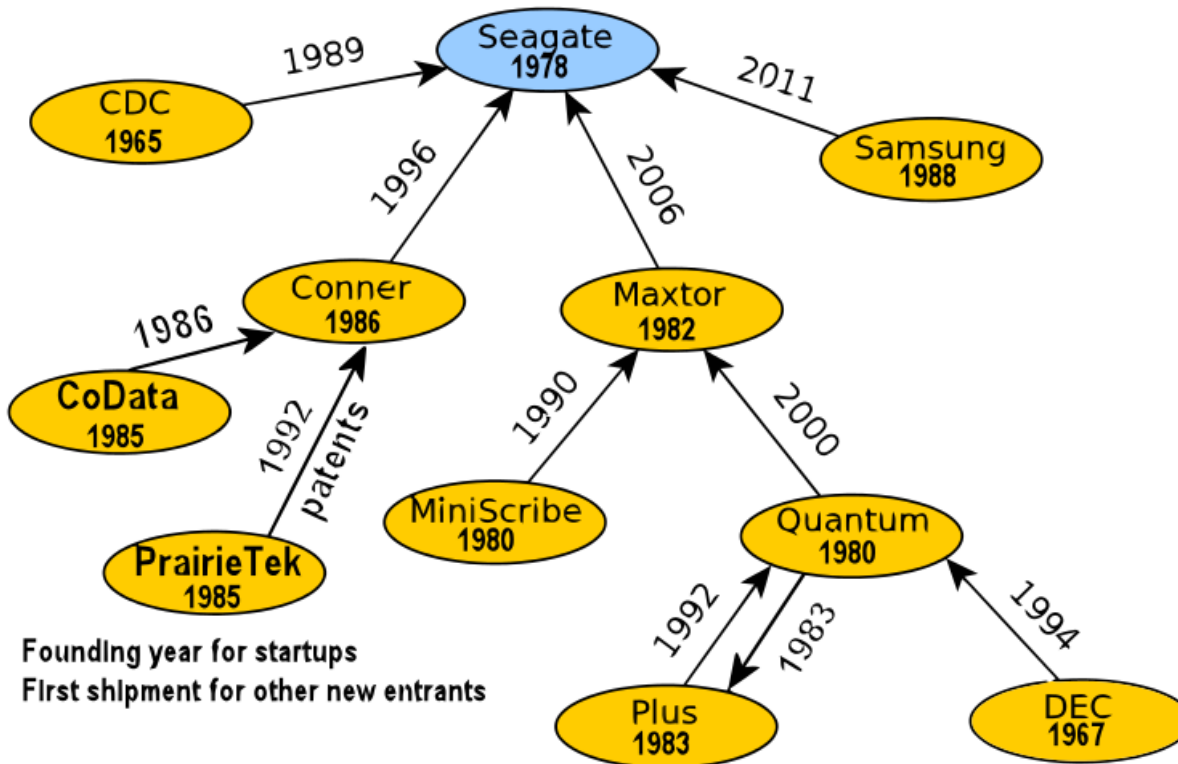
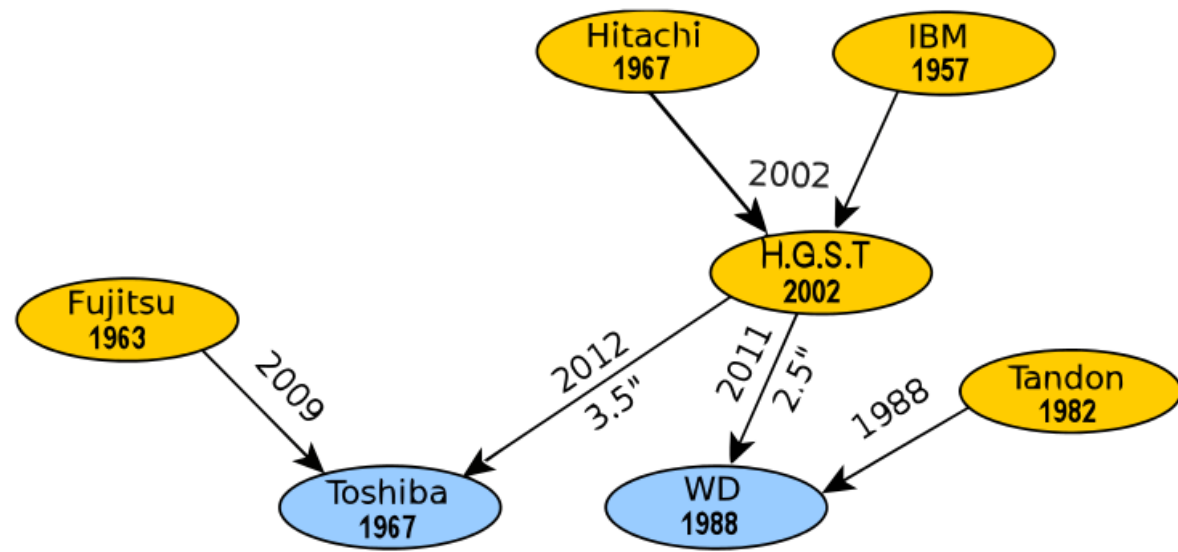
- 2006 – First 200 GB 2.5" hard drive utilizing perpendicular recording (Toshiba)
- 2006 – Fujitsu develops heat-assisted magnetic recording (HAMR) that could one day achieve one terabit per square inch densities^[24]
- 2007 – First 1 terabyte^[25] hard drive^[26] (Hitachi GST)
- 2008 – First 1.5 terabyte^[25] hard drive^[27] (Seagate)
- 2009 – First 2.0 terabyte hard drive^[28] (Western Digital)
- 2010 – First 3.0 terabyte hard drive^{[29][30]} (Seagate, Western Digital)
- 2010 – First hard drive manufactured by using the Advanced Format of 4,096 bytes a block ("4K") instead of 512 bytes a block^[31]

Linha do Tempo (detalhada)

- 2011 – First 4.0 terabyte hard drive^[32] (Seagate)
- 2011 – Floods hit many hard drive factories. Predictions of a worldwide shortage of hard disk drives cause prices to double.^{[33][34][35]}
- 2012 – Western Digital announces the first 2.5-inch, 5 mm thick drive, and the first 2.5-inch, 7 mm thick drive with two platters^[36] (Western Digital)
- 2012 – HGST announces helium-filled hard disk drives, promising cooler operation and the ability to increase the maximum number of platters from five to seven in the 3.5" form factor^[37] (Hitachi GST)
- 2012 – TDK demonstrates 2 TB on a single 3.5-inch platter^[38]
- 2012 – Toshiba re-enters the 3.5" desktop hard disk drive market with capacities up to 3 TB.^[39] This is made possible by the U.S. Federal Trade Commission demanding that Western Digital and Hitachi GST give assets and intellectual property rights to Toshiba.^[40] Prior to this, Toshiba had only manufactured 2.5" laptop HDDs for many years.

Linha do Tempo (detalhada)

- 2013 – Seagate announces that it will ship hard disk drives with capacities up to 5 TB using shingled magnetic recording (SMR), a method where tracks are written to partially overlap each other. The read head, being smaller, can still read the overlapped tracks.^[41]
- 2013 – HGST announces a helium-filled 6 TB hard disk drive for enterprise applications^[42]
- 2013 – Western Digital demonstrates heat assisted magnetic recording (HAMR) technology^{[43][44][45][46]}
- 2014 – Seagate introduces 6 TB hard drives that do not use helium, in turn increasing their power consumption and lowering their overall cost^[47]
- 2014 – Seagate ships world's first 8 TB hard drives^[48]
- 2015 - In June HGST ships Ultrastar Archive Ha¹⁰ SMR HDD, the world's first 10TB HDD^[49] followed in December by a conventional PMR HDD^[50]



Founding year for startups
 First shipment for other new entrants

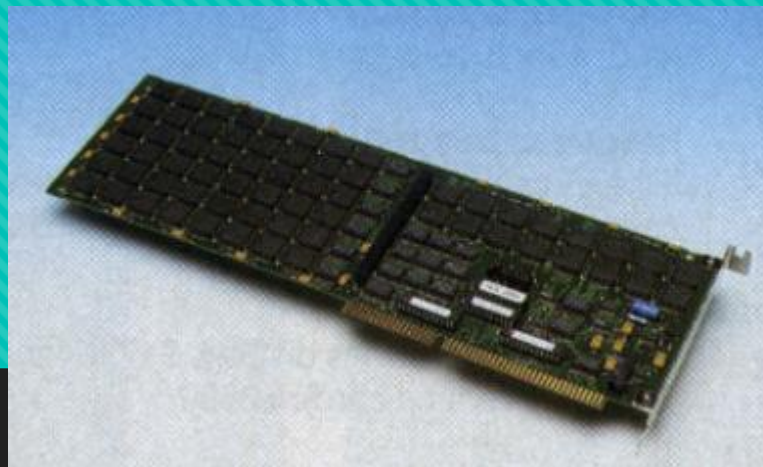


Curiosidades Atuais

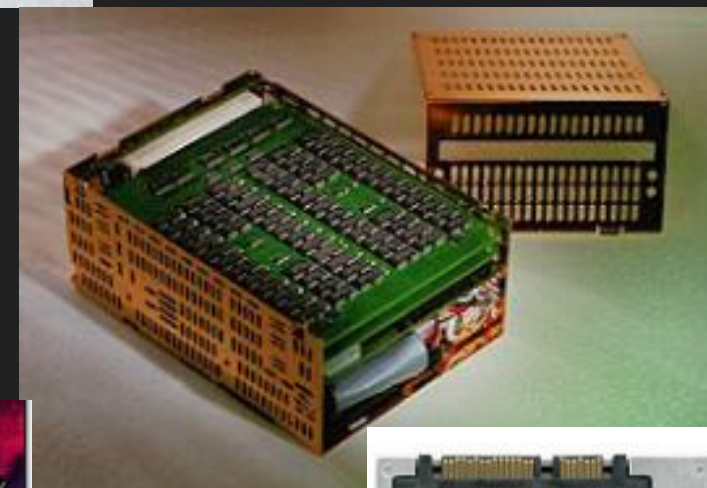
	LTO-1	LTO-2	LTO-3	LTO-4	LTO-5	LTO-6	LTO-7	LTO-8	LTO-9	LTO-10
Release date	2000 ^[5]	2003	2005	2007	2010 ^[6]	Dec. 2012 ^[7]	Dec. 2015 ^{[8][9][10]}	TBA	TBA	TBA
Native/raw data capacity	100 GB	200 GB	400 GB	800 GB	1.5 TB ^[11]	2.5 TB ^[12]	6.0 TB ^{[10][13]}	12.8 TB ^[13]	26 TB ^[14]	48 TB ^[14]
Max uncompressed speed (MB/s) ^{[13][Note 1]}	20	40	80	120	140	160	300 ^[15]	427	708	1100
Compression capable?	Yes, "2:1"					Yes, "2.5:1"		Planned, "2.5:1" ^{[14][16]}		
WORM capable?	No		Yes					Planned		
Encryption capable?	No			Yes				Planned		
Max. number of partitions	1 (no partitioning)				2	4		Planned		
1. ^ Maximum uncompressed speeds valid for full height drives. Half height drives may not attain the same speed. Check manufacturer's specifications.										

LTO = tecnologia Linear Tape Open - high-capacity, single-reel tape storage solution developed and continually enhanced by Hewlett Packard Enterprise, IBM and Quantum

SSD



- 1988 – Primeiro SSD Flash até 8 MB 5000 dólares
- 1990 – SSD para servidores 107 MB - 14000 dólares
- 1995 – SSD modernos até 850 MB
- 2006 – 32 GB por 600 dólares



○ futuro

- Helium Drives – armazenamento com utilização de gás Hélio que necessitam de menos força para girar os discos, a temperatura é menor e mais discos podem ser encapsulados
- SMR – as trilhas podem ser sobrepostas como telhas em um telhado, permitindo que mais dados sejam escritos. 260 dólares 8 TB
- DNA – colocar informação digital no DNA . 2.2 Petabytes por grama, ou seja, um drive do tamanho de uma colher de chá guardaria todos os dados do mundo nele
 - Atualmente 83 KB custam 1500 dólares

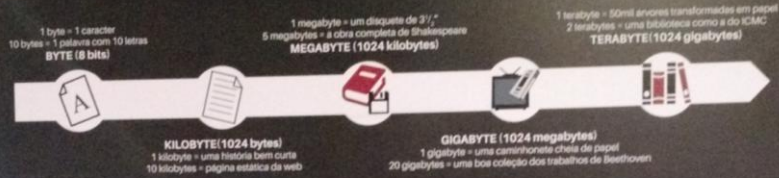
Cartaz
exibido no
Museu de
Computação
do ICMC-USP

Exposição: Do
Ábaco ao
Terabyte

2017

Evolução do Armazenamento Digital

Quanto cabe em cada medida?

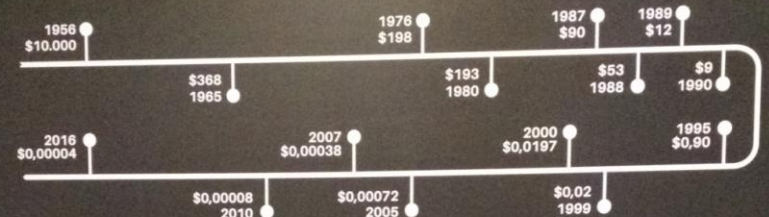


Linha do tempo da evolução

Legenda	capacidade	dimensões	equivalência com 1 terabyte	preço
1889 Cartão Perfurado	100 bytes	18,7 cm x 8,3 cm	109 trilhões cartões perfurados	
1928 Fita Magnética	7,4 megabytes	0,015 metros x 1500 metros	135.136 fitas magnéticas	
1956 IBM 350 RAMAC Disk File	4,4 megabytes		200 mil IBM 350 RAMAC Disk File	35mil dólares por ano
1963 Fita Cassete	60 minutos de áudio	10 cm x 7 cm	135.136 fitas magnéticas	
1971 Disquete de 8 polegadas	1,2 megabytes	20 cm x 20 cm	833.834 disquetes	
1983 Hard Disk (HD) de 3,5"	11 megabytes no lançamento 90.909 HDs no lançamento		4 terabytes atualmente 1 HD atualmente	2,7mil dólares no lançamento 150 dólares atualmente

Evolução do Armazenamento Digital

Quanto custa para armazenar um megabyte?
(em dólares)



2006 Blu-Ray Disc	25 gigabytes	40 blu-ray discs	12 cm diâmetro	
2005 Cartão de Memória SD	128 megabytes no lançamento 256 gigabytes atualmente	7.813 cartões SD no lançamento 4 cartões SD atualmente	2,4 cm x 3,2 cm no lançamento 1,1 cm x 1,5 cm atualmente	
2000 Pen Drive	8 megabytes no lançamento 1 terabyte atualmente	125.000 pen drives no lançamento 1 pen drive atualmente	6 cm x 2 cm x 1 cm	
1996 Digital Versatile Disc (DVD)	4,7 gigabytes	213 DVDs	12 cm diâmetro	
1990 Compact Disc (CD)	700 megabytes	1.429 CDs	12 cm diâmetro	
1986 Disquete de 3 1/2 polegadas	1,44 megabytes	694.495 disquetes	9 cm x 9 cm	

Evolução do Armazenamento Digital

Quanto cabe em cada medida?

1 byte = 1 caracter
10 bytes = 1 palavra com 10 letras
BYTE (8 bits)



1 megabyte = um disquete de 3 1/2"
5 megabytes = a obra completa de Shakespeare
MEGABYTE (1024 kilobytes)



KILOBYTE (1024 bytes)
1 kilobyte = uma história bem curta
10 kilobytes = página estática da web



GIGABYTE (1024 megabytes)
1 gigabyte = uma caminhonete cheia de papel
20 gigabytes = uma boa coleção dos trabalhos de Beethoven



1 terabyte = 50mil arvores transformadas em papel
2 terabytes = uma biblioteca como a do ICMC
TERABYTE (1024 gigabytes)



Linha do tempo da evolução

Cartão Perfurado

1889



100 bytes



18,7 cm
8,3 cm



109 trilhões
cartões perfurados

Legenda



capacidade



dimensões



equivalência
com 1 terabyte



preço

IBM 350 RAMAC Disk File

1956



4,4 megabytes



200 mil
IBM 350
RAMAC Disk File



35mil
dólares
por ano

Fita Magnética

1928



0,015 metros
1500^x metros



7,4 megabytes



135.136 fitas magnéticas

Fita Cassete

1963



10 cm
7^x cm

Disquete de 8 polegadas

1974



megabytes



200 mil
IBM 350
RAMAC Disk File



35mil
dólares
por ano

1963

Fita Cassete



10 cm
7^x cm



100.100
fitas magnéticas



60
minutos de audio



135.136
fitas magnéticas

1971

Disquete de 8 polegadas



20 cm
20^x cm



1,2
megabytes



833.834
disquetes

1983

Hard Disk (HD) de 3,5"



11
megabytes
no lançamento

4
terabytes
atualmente



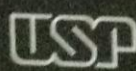
90.909
HDs
no lançamento

1
HD
atualmente



2,7mil
dólares
no lançamento

150
dólares
atualmente





128
megabytes
no lançamento

256
gigabytes
atualmente



7.813
cartões SD
no lançamento

4
cartões SD
atualmente

2000

Pen Drive



6 cm
2 cm
1 cm



8
megabytes
no lançamento

1
terabyte
atualmente



125.000
pen drives
no lançamento

1
pen drive
atualmente

Digital Versatile Disc (DVD)



4,7
gigabytes



213
DVDs



12 cm
diâmetro

1996

1990

Compact Disc (CD)



700
megabytes



1.429
CDs



12 cm
diâmetro

Disquete de 3 1/2 polegadas



9 cm
x
9 cm



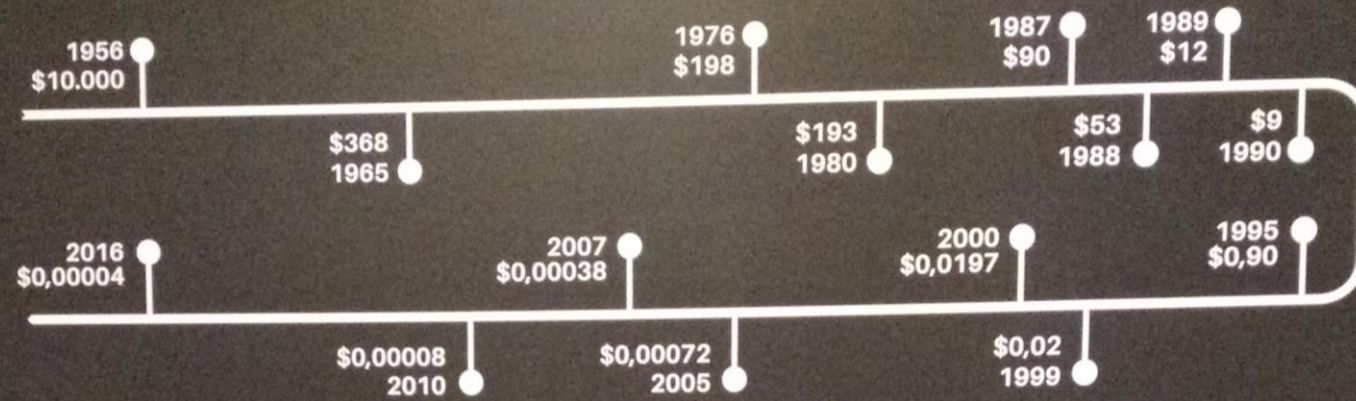
1,44
megabytes



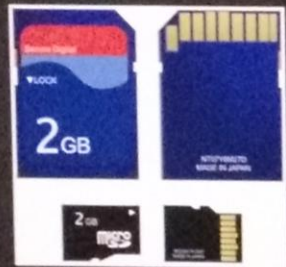
694.495
disquetes

1986

Quanto custa para armazenar um megabyte? (em dólares)



Cartão de Memória SD



2,4 cm

1,1 cm

3,2 cm
no lançamento

1,5 cm
atualmente



128 megabytes
no lançamento

256 gigabytes
atualmente



7.813 cartões SD
no lançamento

4 cartões SD
atualmente

2006

Blu-Ray Disc



25 gigabytes



40 blu-ray discs



12 cm
diâmetro



2005

2000

Pen Drive



6 cm
2 cm
1 cm



Links

<https://www.youtube.com/watch?v=-KRLWGalunA>

Para mais explicações sobre bytes (1000 ou 1024?) e diferentes tecnologias, ver:

https://www.youtube.com/watch?v=gq_T7EgQXkl