

# Computação Gráfica

5385: Licenciatura em Engenharia Informática

101001010100111101000010010111010010 110101010101110100004100001010010100  
0041000010100101001001010000101101001010140000111101001010100111101000010010111010010  
110101010101110100004100001010010100101000010110100101014000011110100101

Cap. I — Hardware Gráfico

## Hardware Gráfico

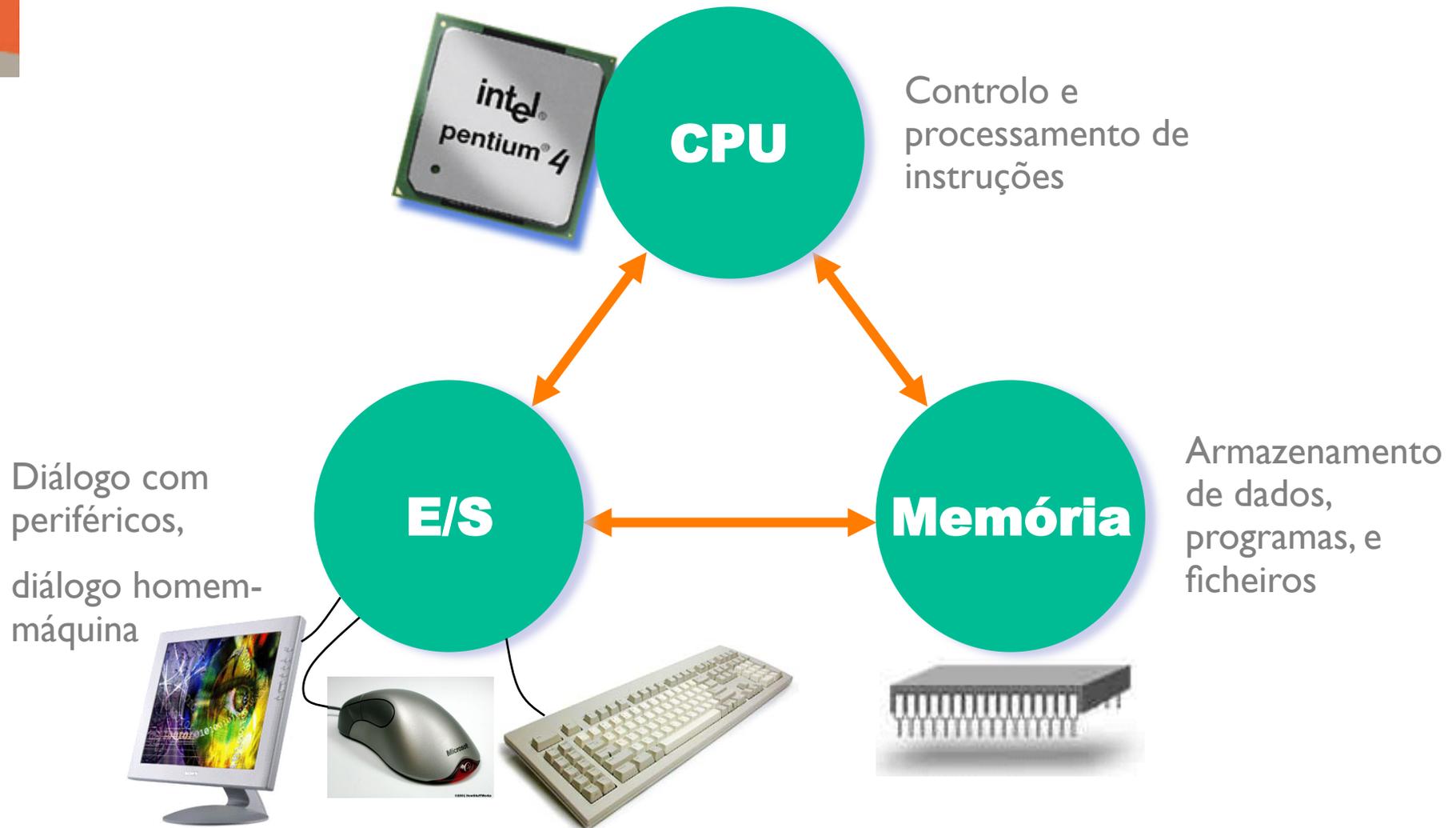


# Sumário

...

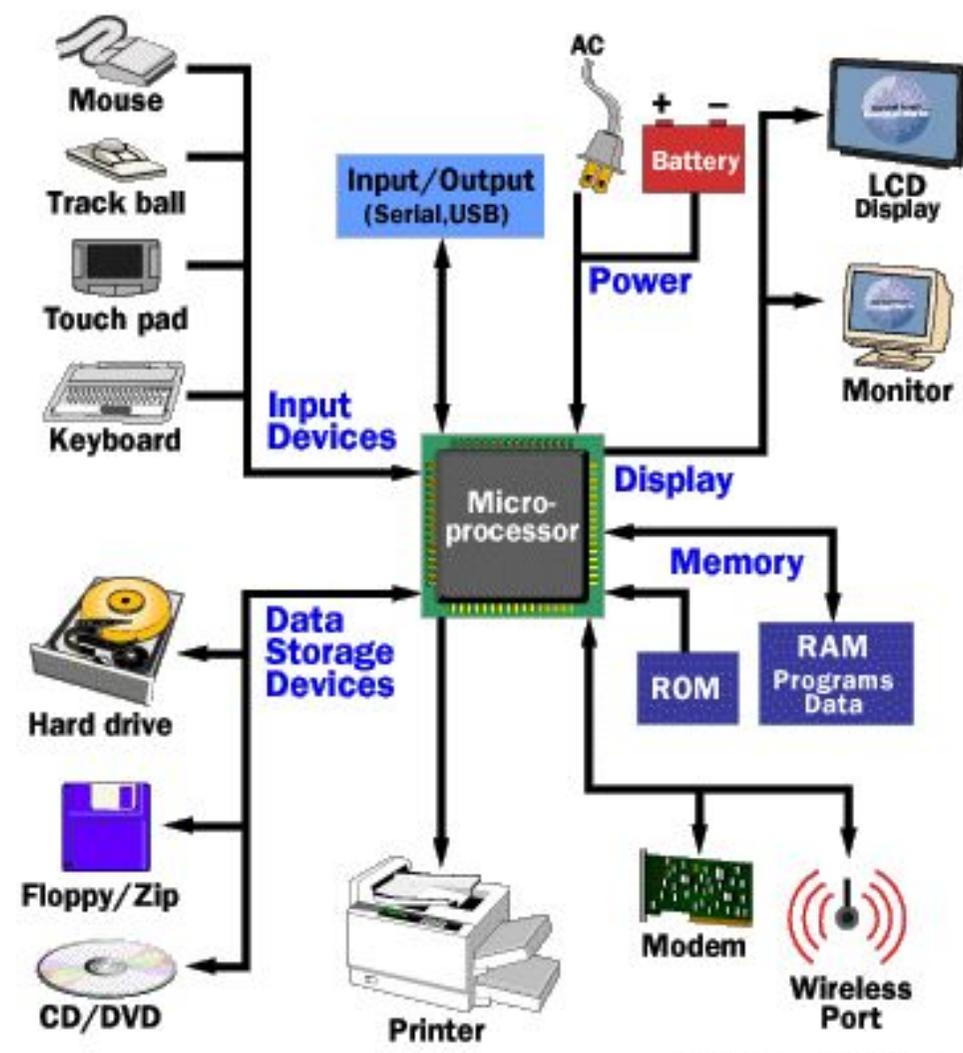
- Arquitectura básica dum computador
- Informação digital
- Monitores CRT
- Monitores LCD
- Placas Gráficas

# Arquitetura Conceptual de um Computador (Modelo de von Neumann)





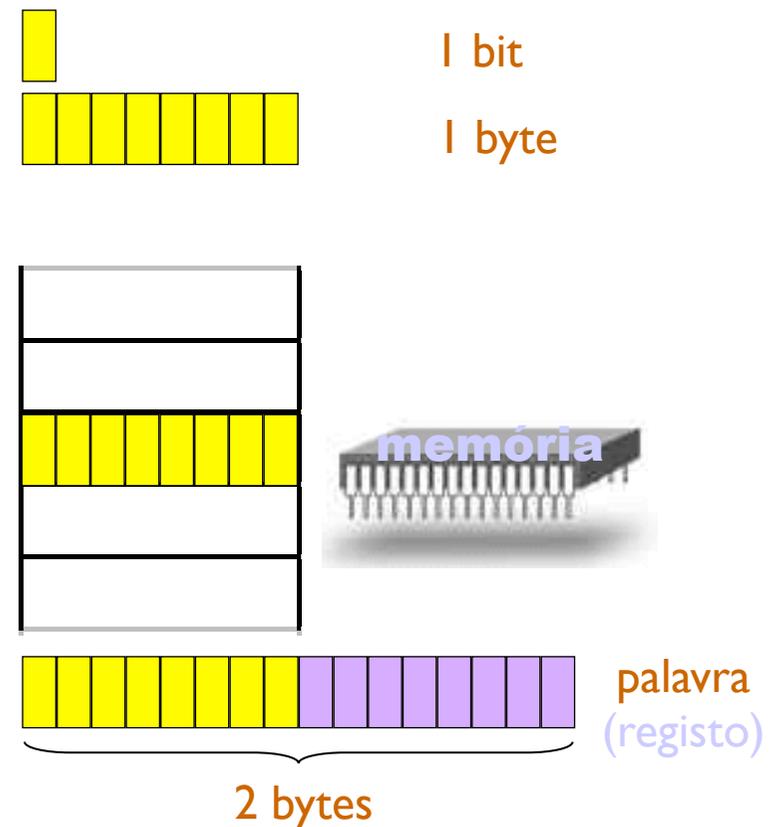
# Arquitetura Conceptual de um Computador (cont.)



# Informação num computador digital

## Definições:

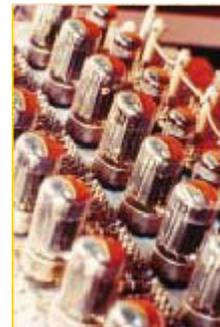
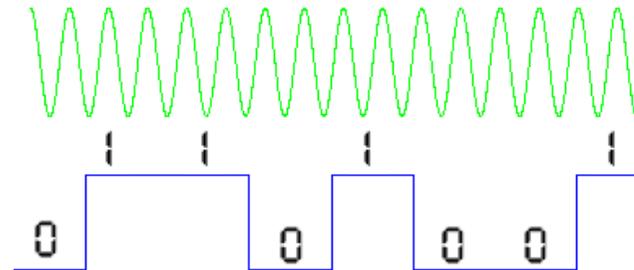
- A informação é representada num computador digital é binária, ou seja, é formada por bits: 0 (zero) e 1 (um)
- bit (binary digit): dígito binário.
- byte (8 bits): octeto
- memória principal (RAM): sequência de bytes endereçáveis.
- palavra: tamanho natural de dados dum computador. O tamanho depende da CPU. Há CPU de 16-bits, de 32-bits, etc.
- registos (CPU): pequenas memórias existentes dentro da CPU. Uma CPU de 16-bits tem registos de 16-bits, etc.



# Armazenamento de informação digital

## Como armazenar informação?:

- A informação analógica é contínua.
  - Problema fundamental: degradação
- A informação digital é discreta (binária):
  - baixo, inactivo, falso, 0
  - alto, activo, verdadeiro, 1
- Há várias formas de armazenar informação digital:
  - eléctrica (circuitos integrados ou “chips”).
  - magnética (discos rígidos, fita magnética).
  - óptica (CD-ROMs, DVDs, etc).

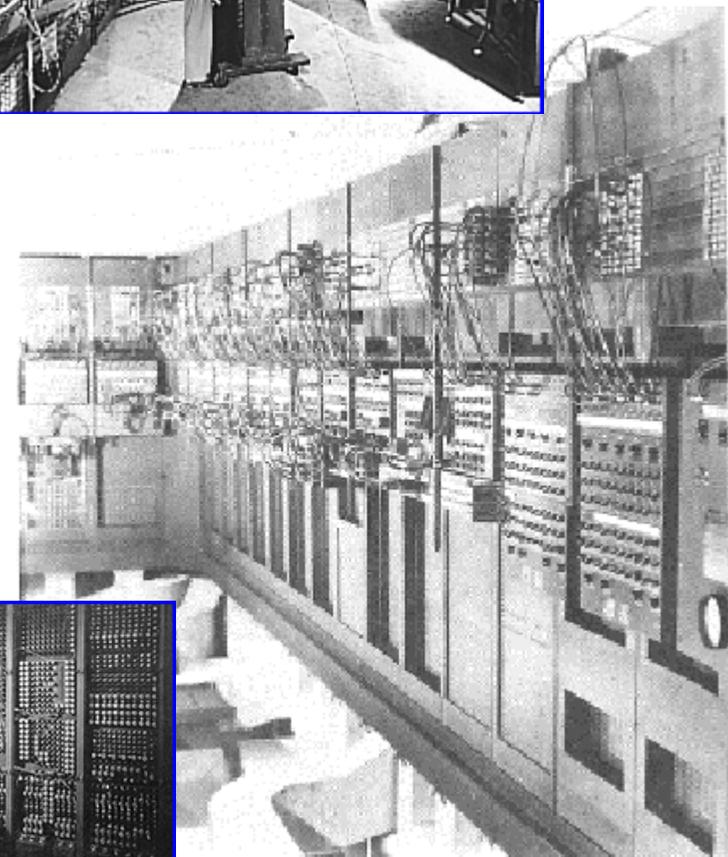
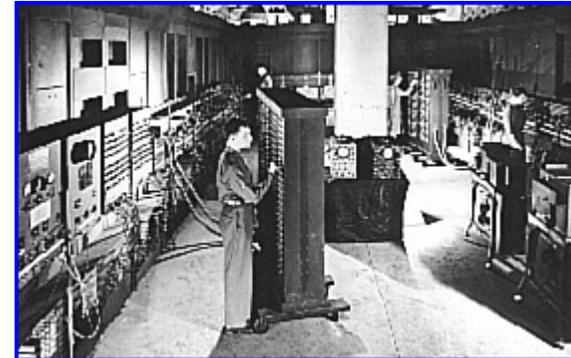


- **Lampãda eléctrica** / tubo de vácuo de 1 elemento (Edison, 1879)
- **Díodo** /tubo de vácuo de 2 elementos (Fleming, 1904)
- **Tríodo** / tubo de vácuo de 3 elementos (de Forrest, 1906):
  - Amplificador (revolucionou a área de broadcasting)
  - Comutador (switch) (revolucionou a computação digital)
- **Transístor** (Shockley, Brattain e Bardeen, Bell Labs, 1947)
- **Circuito integrado** (Kilby, Texas Instruments, 1958)

# ENIAC: Electronic Numeric Integrator and Computer

## O primeiro computador:

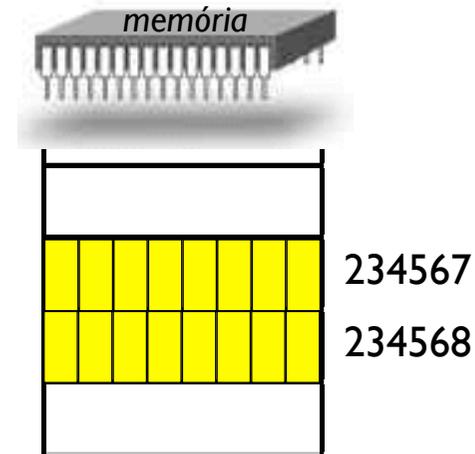
- J.P. Eckert e J.W. Mauchly
- Moore School, University of Pennsylvania
- Trabalho iniciado em 1943 e terminado em finais de 1945.
- Programação: pela activação/desactivação de comutadores (switches).
- Memória principal: 19000 tubos de vácuo (vacuum tubes)
- Poder de cálculo: 500 multiplicações por segundo.
- Tamanho: 30m x 3m x 1m
- Peso: 30 toneladas



# Memória principal: RAM (*Random Access Memory*)

## Memória principal (RAM):

- Repositório sequencial de bytes.
- Cada byte tem um endereço (valor inteiro).
- Os endereços permitem o acesso aleatório à memória.
- Espaço de endereçamento físico: conjunto de endereços para os bytes existentes em RAM.
- Espaço de endereçamento virtual: espaço de endereçamento físico + espaço de endereçamento disponível
- Espaço de endereçamento virtual numa máquina de 32 bits =  $2^{32}$  bytes  $\approx$  4GB



### Unidades de medida de memória:

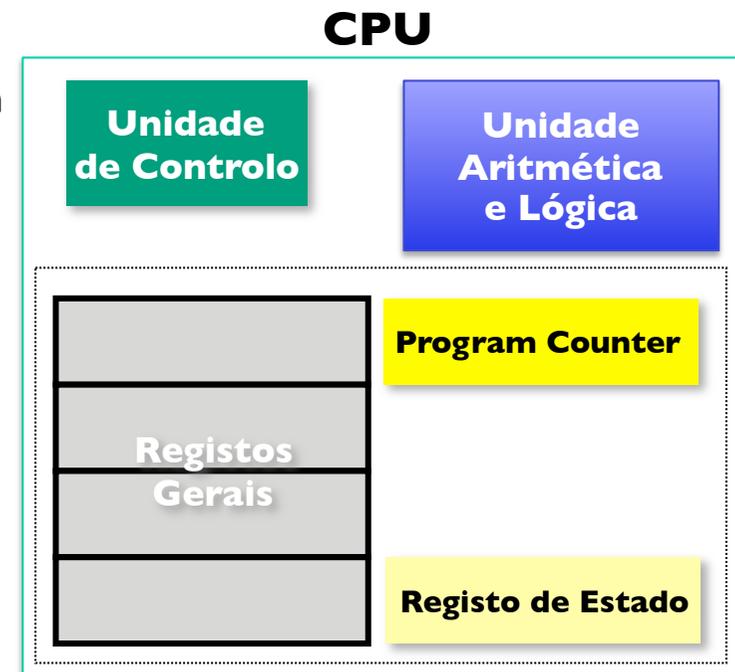
- 1KB (Kilobyte) = 1024 bytes  $\approx 10^3$  bytes
- 1MB (Megabyte) = 1000KB  $\approx 10^6$  bytes
- 1GB (Gigabyte) = 1000MB  $\approx 10^9$  bytes
- 1TB (Terabyte) = 1000GB  $\approx 10^{12}$  bytes
- 1PB (Petabyte) = 1000TB  $\approx 10^{15}$  bytes
- 1EB (Exabyte) = 1000PB  $\approx 10^{18}$  bytes

## Memórias da CPU: registos

- Os registos são as memórias internas da CPU
- O seu tamanho indica a palavra de um computador/CPU

### Registos:

- **Program Counter (PC):** Serve para guardar o endereço da próxima instrução a ser executada dum dado programa executável que reside em memória. É, por isso, conhecido por registo de endereçamento.
- **Registos Gerais.** Alguns destes registos servem para guardar a instrução corrente dum dado programa. Servem também para guardar dados durante a execução dum instrução ou dum programa.
- **Registo de Estado.** Serve para guardar o estado de execução dum programa/processo quando lhe é retirado o direito de usar a CPU por parte do sistema operativo. Assim, quando lhe é atribuído novamente o direito de usar a CPU, o programa voltar a correr no ponto (ou estado) em que se encontrava previamente.





## **MONITORES CRT (Cathode Ray Tube)**

- Shadow mask CRT
- Aperture grill mask CRT
- Slotted mask CRT

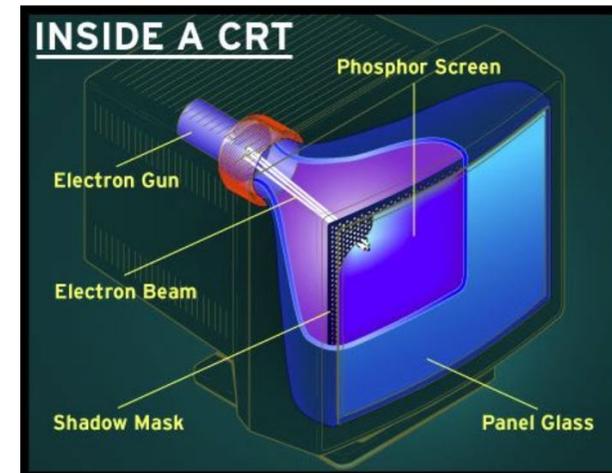
# Monitores CRT

## História breve:

- 1897, Karl Braun desenvolveu o primeiro CRT numa forma controlada.
- 1940, utilização em TV (televisores).
- Até 2001, dominância no mercado de monitores.

## Composição:

- 1 invólucro de vidro (semelhante a uma garrafa)
- 1 cátodo (de carga negativa)
- 3 canhões de electrões, um para cada cor fundamental (RGB)
- 1 ânodo (de carga positiva)
- 1 tela com bolbos (ou pontos) de fósforos R (red), G (green), e B (blue).



# Pixel, Resolução e Dot Pitch

## Pixel:

- É um trio de 3 bolbos de fósforo, um por cada cor fundamental: R (red), G (green) e B (blue)

## Fósforo:

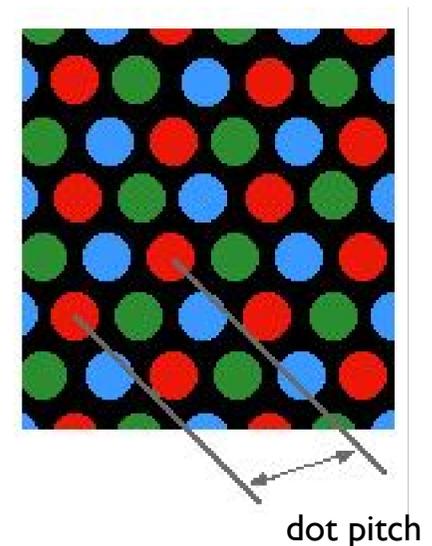
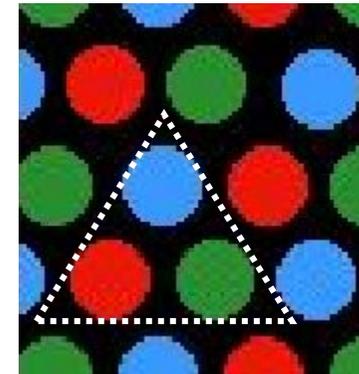
- Um fósforo é qualquer material que, quando exposto a radiação, emite luz visível.

## Resolução:

- VGA 640x480
- SVGA 800x600
- XGA 1024x768

## Dot Pitch:

- É a distância entre dois pontos de fósforo da mesma cor.
- Esta distância varia normalmente entre 0.22mm e 0.3mm.



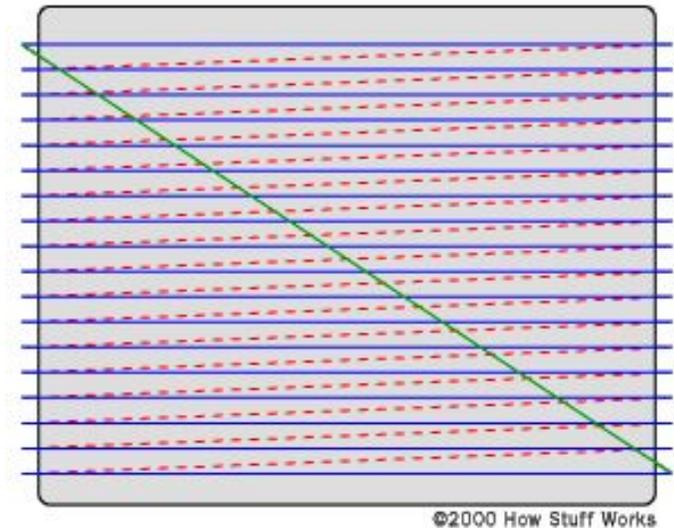
# Formação de imagem por varrimento progressivo (*progressive scanning*)

## Varrimento progressivo:

- As linhas azuis indicam que o feixe de electrões (ou, melhor, 3 feixes de electrões) faz por estimulação dos fósforos, i.e. o feixe está ligado;
- As linhas interrompidas representam o retorno do feixe (desligado) ao lado esquerdo da tela; este movimento de reposicionamento do canhão chama-se retraço horizontal;
- A linha verde indica o retraço vertical, o qual acontece no final da última linha da tela, com retorno do feixe (desligado) ao início da primeira linha.

## Frame:

- Imagem formada pelo feixe de electrões durante o varrimento completo da tela de fósforos.



NOTA: Nos televisores CRT usa-se **varrimento entrelaçado**.

## Taxa de refrescamento de imagem (refresh rate)

### Taxa de refrescamento:

- É o nº de frames/segundo geradas no monitor

### Hertz (Hz):

- Unidade de medida da taxa de refrescamento

### Efeito de “flickering”

- 75 Hz é a taxa de refrescamento mínima recomendável para um monitor CRT.
- Evita-se assim o efeito de “flickering”.

### Taxa de refrescamento máxima

- $VSF = HSF / \text{n}^\circ \text{ de linhas horizontal} \times 0.95$

em que:

VSF = vertical scanning frequency (refresh rate)

HSF = horizontal scanning frequency

### Exemplo:

Dado um monitor com:

HSF = 96 kHz  
resolução = 1280x1024

tem-se:

$$VSF = 96000 / 1024 \times 0.95 = 89 \text{ Hz}$$

### Exemplo:

Dado um monitor com:

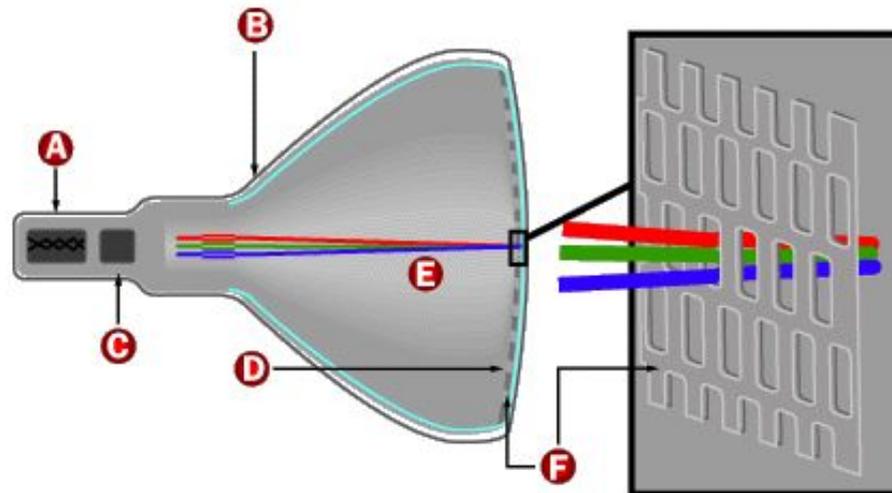
HSF = 96 kHz  
resolução = 1600x1200

tem-se:

$$VSF = 96000 / 1200 \times 0.95 = 76 \text{ Hz}$$

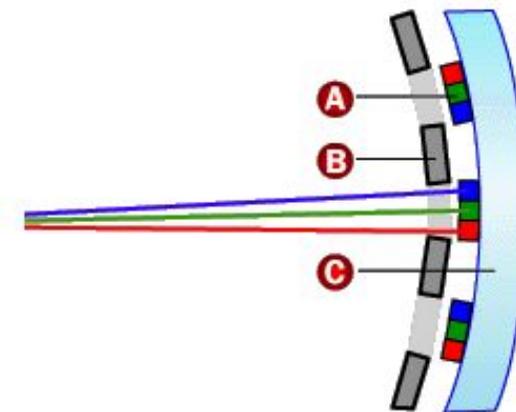
## Shadow mask CRT

- A shadow mask está localizada imediatamente antes da camada de fósforo.
- Cada furo da máscara circunscreve cada pixel, por forma a aumentar a qualidade da imagem



©2000 How Stuff Works

- A** Cathode
- B** Conductive coating
- C** Anode
- D** Phosphor-coated screen
- E** Electron beams
- F** Shadow mask



©2000 How Stuff Works

- A** Phosphors
- B** Shadow mask
- C** Glass

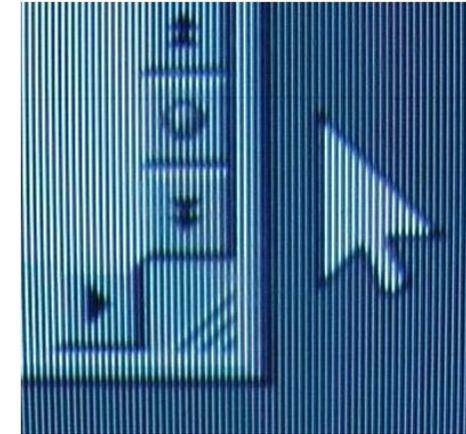
## Aperture grill CRT

### História:

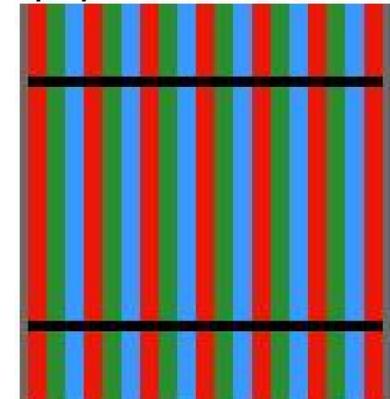
- Na década de 1960, a Sony desenvolveu este tipo de monitores CRT, sendo a tecnologia conhecida por Trinitron

### Tecnologia:

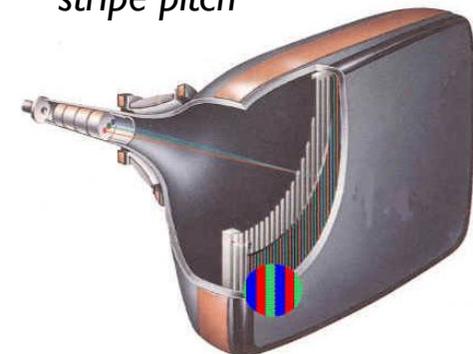
- Em vez de usar screen de secção esférica, usa um screen de secção cilíndrica.
- Em vez de usar pontos de fósforo, os monitores Trinitron usam fitas verticais de fósforo.
- A grelha (aperture grill) consiste num conjunto de fios verticais. Esta grelha é anterior à tela de fósforo. Cada fio está alinhado com a fronteira que separa uma fita azul de uma vermelha. Além disso, há dois fios horizontais que fixam os fios verticais.



Tela de fósforos dum monitor CRT



stripe pitch

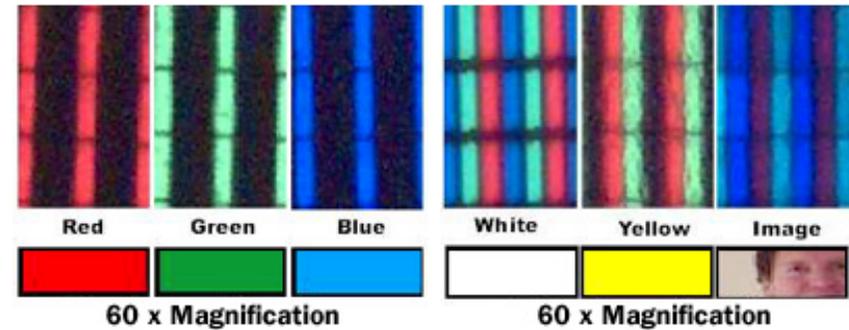




## **MONITORES LCD** **(Liquid Crystal Display)**

- DSTN (Dual Scan Twisted Nematic)
- TFT (Thin Film Transistor)

## Pixéis em LCDs



### História:

- Os cristais líquidos foram descobertos no final do séc. XIX pelo botânico Friedrich Reinitzer.

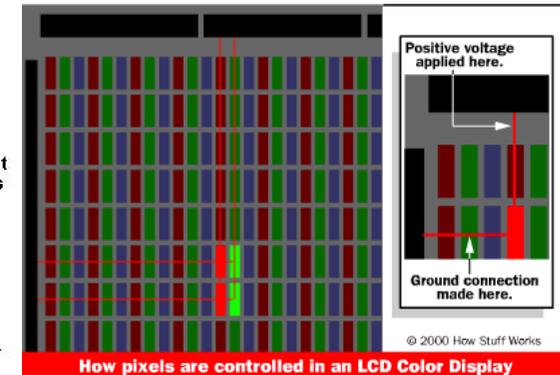
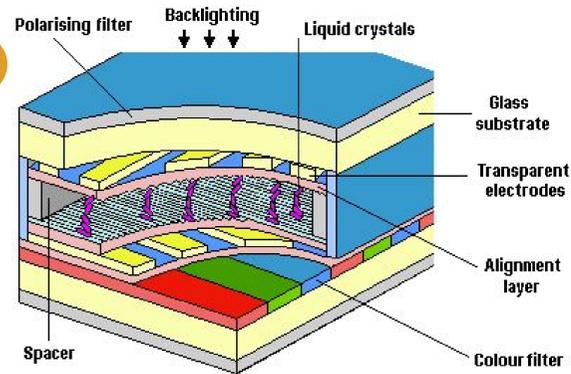
### Princípios:

- Os cristais líquidos são substâncias quase transparentes que exibem propriedades de sólidos e de líquidos.
- A passagem de luz através dos cristais líquidos provoca o alinhamento das suas moléculas - uma propriedade dos sólidos.
- Em 1960, descobriu-se que a carga eléctrica mudava o seu alinhamento molecular, e por consequência a forma como a luz passava através dos cristais - uma propriedade dos líquidos.

### Tecnologia:

- LCD é uma tecnologia transmissiva.
- Um LCD funciona pela variação de quantidades de luz branca de intensidade fixa através dum filtro. Os elementos RGB dum pixel são obtidos pela filtragem da luz branca.
- Os cristais líquidos são normalmente compostos orgânicos que consistem de moléculas semelhantes aos cones do olho humano. Portanto, os cristais líquidos funcionam como sensores de cor quando são estimulados pela luz.

# Monitores LCD de matriz passiva (DSTN)



## Tipos de LCDs:

- Há 2 tipos principais de LCDs usados em computadores: matriz passiva (DSTN) e matriz ativa (TFT).

## Composição:

- Os LCDs de matriz passiva compreende um conjunto de camadas. Tem 2 camadas de vidro chamadas substratos.
- A cada substrato liga-se um conjunto de elétrodos transparentes constituídos por material condutor, que é normalmente o indium-tin oxide.
- Os elétrodos dum substrato são perpendiculares aos elétrodos do outro substrato. Há, pois, elétrodos-linha e elétrodos-coluna. As linhas e as colunas estão ligadas a circuitos integrados que controlam quando uma carga passa por uma coluna e uma linha particulares.
- Os cristais líquidos estão ensaduchados entre os dois substratos.

## Ativação dos pixéis:

- A ativação dum pixel (que está localizado na intersecção duma coluna com uma linha) é feita pela aplicação duma voltagem por parte do circuito integrado associado à coluna respectiva.

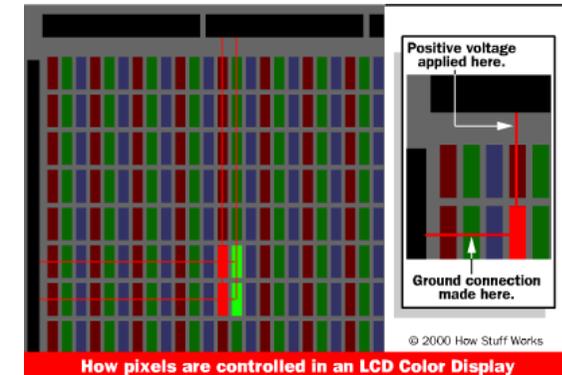
## Monitores LCD de matriz ativa (TFT)

### Composição:

- Os LCDs de matriz activa dependem basicamente dos thin film transistors (TFT).
- Os TFT são transistores (comutadores) e condensadores minúsculos. Estão dispostos matricialmente num substracto de vidro - um transistor por cada cor (RGB) de cada pixel.
- Os TFTs controlam a intensidade dos elementos de cor de cada pixel.

### Ativação dos pixéis:

- O endereçamento dum pixel é feito por activação da sua linha, após o que se aplica uma carga à sua coluna. Tendo em conta que todas as outras linhas estão desactivadas, só o condensador daquele pixel recebe a carga, que a mantém até ao próximo ciclo de refrescamento.
- O tempo de resposta é de 25ms para a matriz activa, ao passo que é de 300ms para matriz passiva.



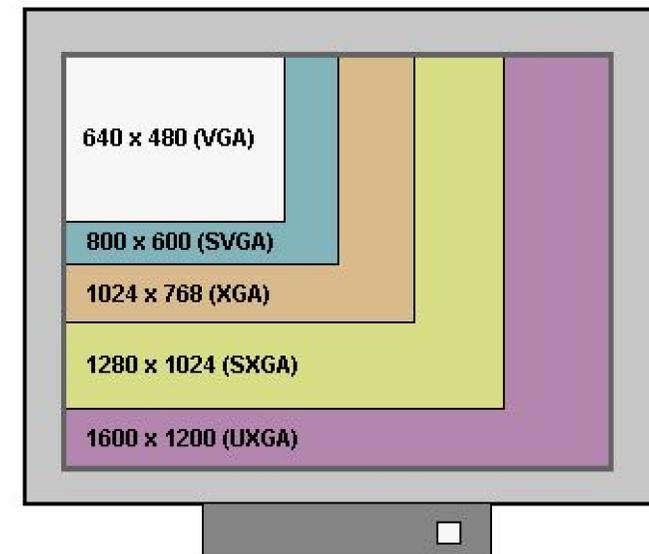


## PLACAS GRÁFICAS

# Tipos de placas gráficas

Date	Standard	Description	Resolution	No. colours
1981	CGA	Colour Graphics Adapter	640x200 160x200	None 16
1984	EGA	Enhanced Graphics Adapter	640x350	16 from 64
1987	VGA	Video Graphics Array	640x480 320x200	16 from 262,144 256
1990	XGA	Extended Graphics Array	1024x768	16.7 million
	SXGA	Super Extended Graphics Array	1280x1024	16.7 million
	UXGA	Ultra XGA	1600x1200	16.7 million

	800x600	1024x768	1152x882	1280x1024	1600x1200	1800x1440
15in	YES	YES				
17in		YES	YES	YES	YES	
19in			YES	YES	YES	
21in					YES	YES

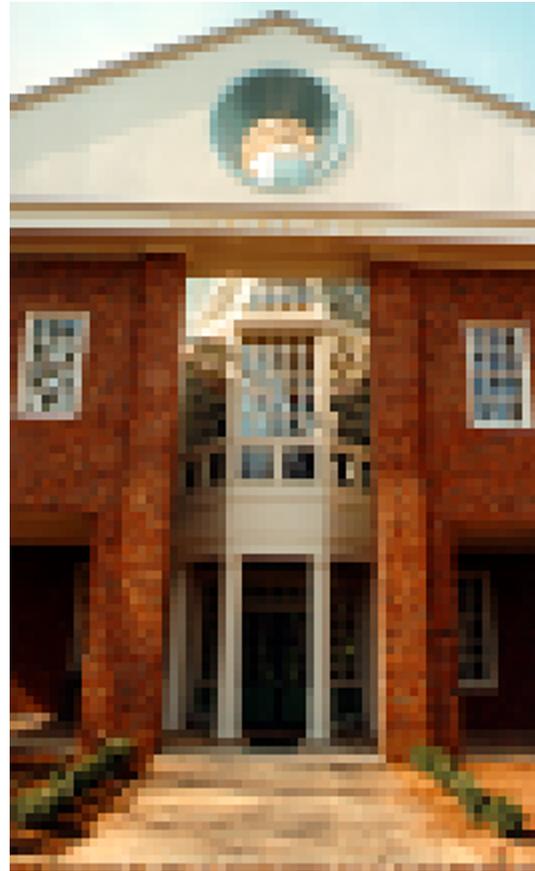


## Resolução

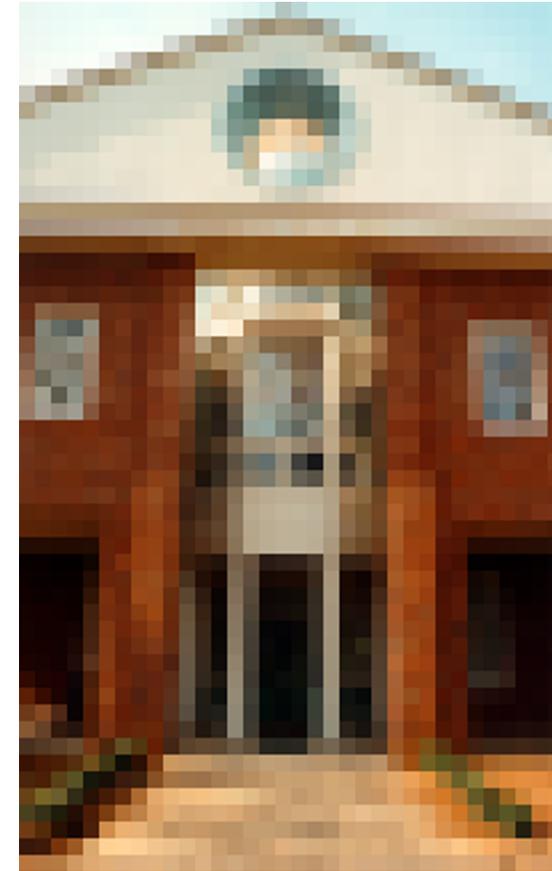
- É o número de pixels usados para representar uma imagem.
- Determina quer o nível de detalhe quer os requisitos de armazenamento



272 × 416



136 × 208

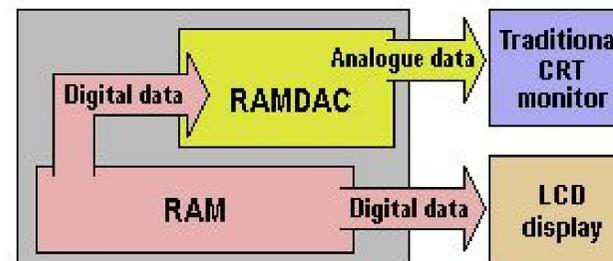
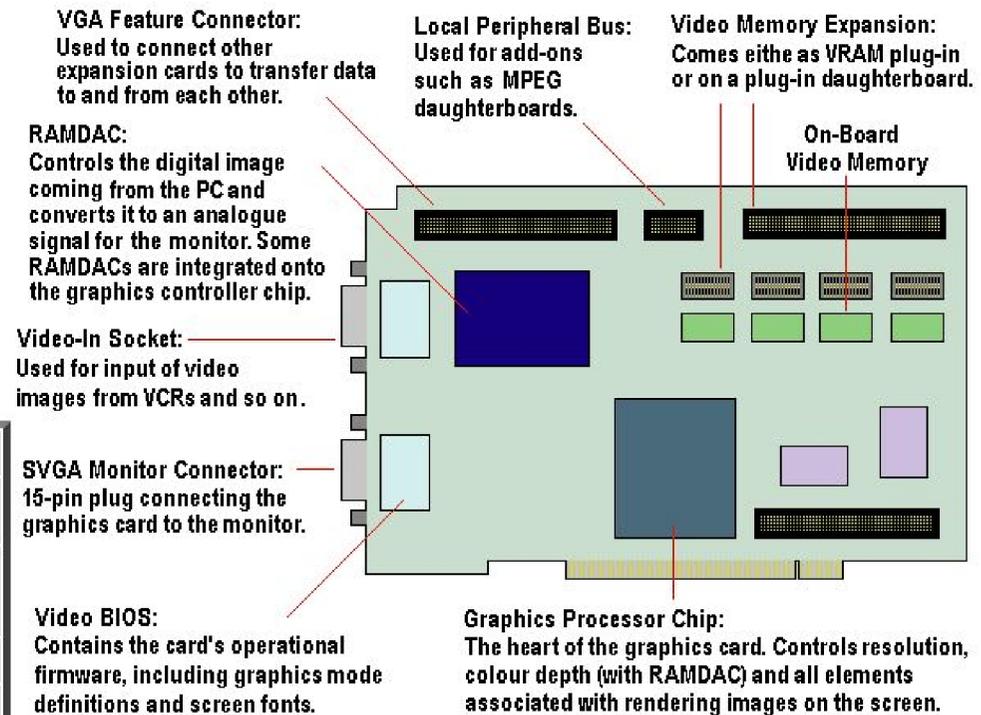


68 × 104

# Componentes da placa gráfica

- *Processador gráfico (GPU)*
- *Memória vídeo*
- *Conversor digital-analógico (RAMDAC - random access memory digital-to-analogue converter)*
- *Driver software*

Video memory	Resolution	Colour depth	No. colours
1Mb	1024x768 800x600	8-bit 16-bit	256 65,536
2Mb	1024x768 1280x1024 800x600	8-bit 16-bit 24-bit	256 65,536 16.7 million
4Mb	1024x768	24-bit	16.7 million
6Mb	1280x1024	24-bit	16.7 million
8Mb	1600x1200	32-bit	16.7 million





## Barramento (bus): PCI, AGP e PCI Express

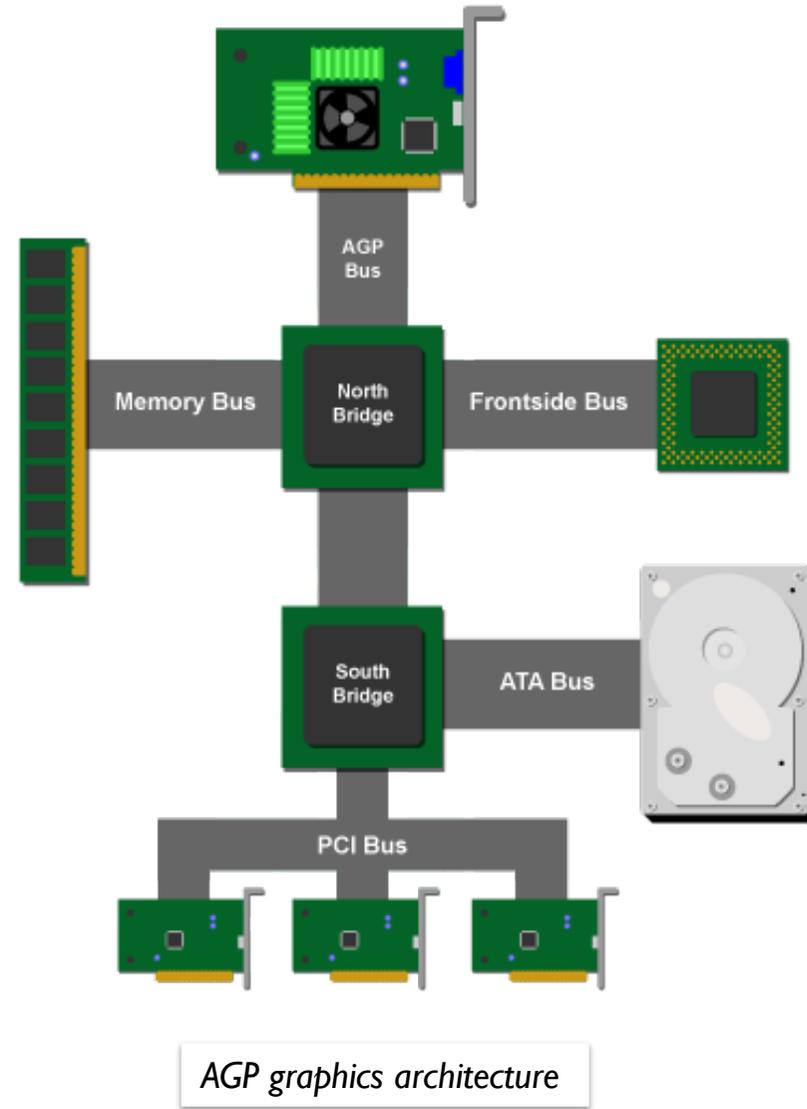
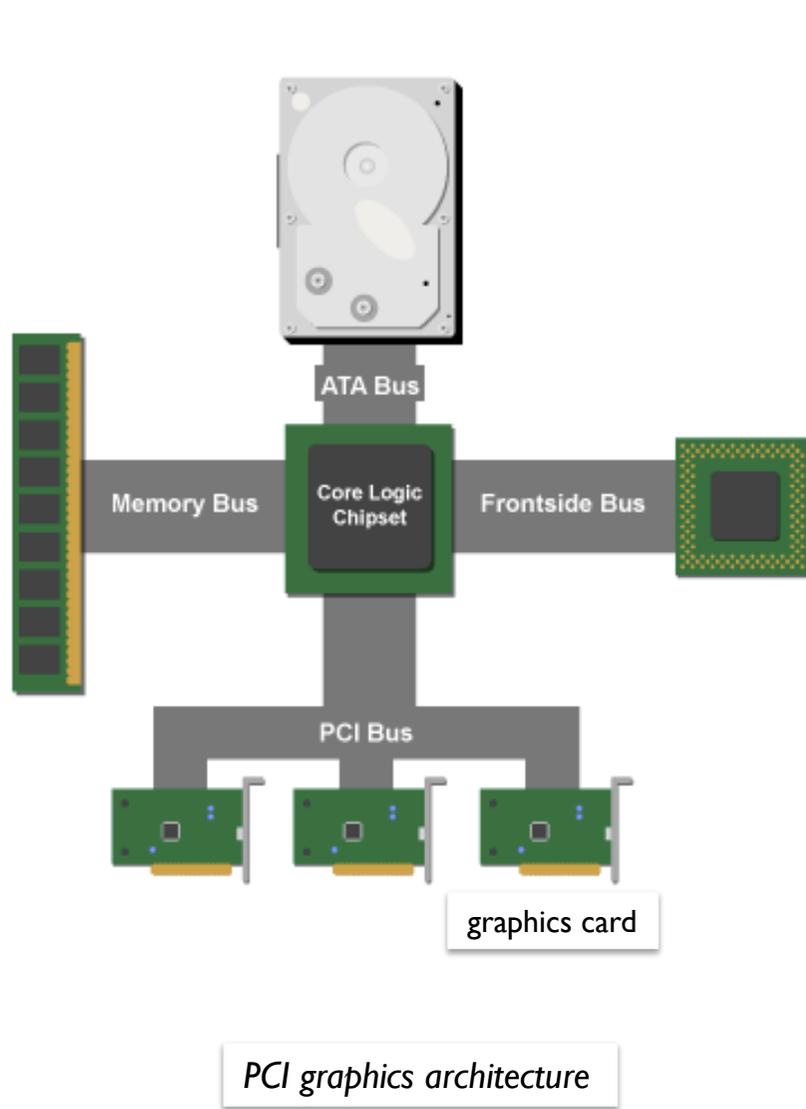
### Definição:

- Coleção de fios condutores (em circuito impresso) através dos quais os dados são transmitidos de uma parte para outra dentro do computador.
- Ou seja, podemos ver o bus como a auto-estrada em que os dados viajam dentro do computador.

### História recente:

- PCI (Peripheral Component Interconnect)
  - Introduzido pela Intel no início dos anos 90. É a auto-estrada usada para todos os periféricos que se ligam à placa-mãe. Isto significa que uma placa gráfica PCI tem de partilhar a largura de banda do bus com outros periféricos (placa de som, modem, etc.), mas a transferência de dados é feita sem intervenção da CPU.
- AGP (Accelerated Graphics Port)
  - Introduzido pela Intel em 1996 e é suportado pela maioria das placas-mãe. É um bus dedicado a gráficos. A grande vantagem é a grande largura de banda disponível, o que significa que maior quantidade de dados podem ser processados.
- PCI Express
  - Introduzido pela Intel, IBM, AMD e Microsoft em 2003.

# Barramento (bus): PCI, AGP e PCI Express



## Largura de banda: PCI, AGP e PCI Express

### Largura de banda (PCI versus AGP):

- A taxa de dados da AGP 1X mode (66MHz = 264 MB/sec) é 2 vezes mais rápida que a da PCI (33MHz = 132MB/sec), enquanto a AGP 2X mode (133 MHz = 528 MB/sec) é 4 vezes mais rápida e a AGP 4X é 8 vezes mais rápida.

### Largura de banda (AGP versus PCI Express):

- Com PCI Express deixou de haver partilha de bus.
- A conexão entre dois dispositivos é feita de modo ponto-a-ponto. Em outras palavras, cada slot PCI Express utiliza um caminho exclusivo para se comunicar com o chipset da placa-mãe.

AGP	PCI Express
AGP 1X: 266 MB por segundo	PCI Express 1X: 250 MB por segundo
AGP 4X: 1064 MB por segundo	PCI Express 2X: 500 MB por segundo
AGP 8X: 2128 MB por segundo	PCI Express 8X: 2000 MB por segundo
	PCI Express 16X: 4000 MB por segundo

# PCI Express 2.0

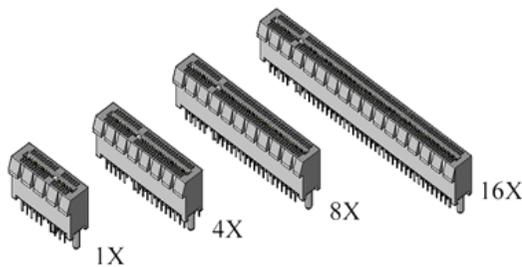
## História:

- Introduzido em 2007.

## Largura de banda:

- Cada lane passou a ser capaz de transmitir até 500 MB por segundo, ou seja, o dobro de velocidade da versão Express 1.1. Com isso, um slot de 16X, por exemplo, passa a ser capaz de trabalhar com uma taxa de transferência de dados de até 8 GB por segundo.

## Conectores:

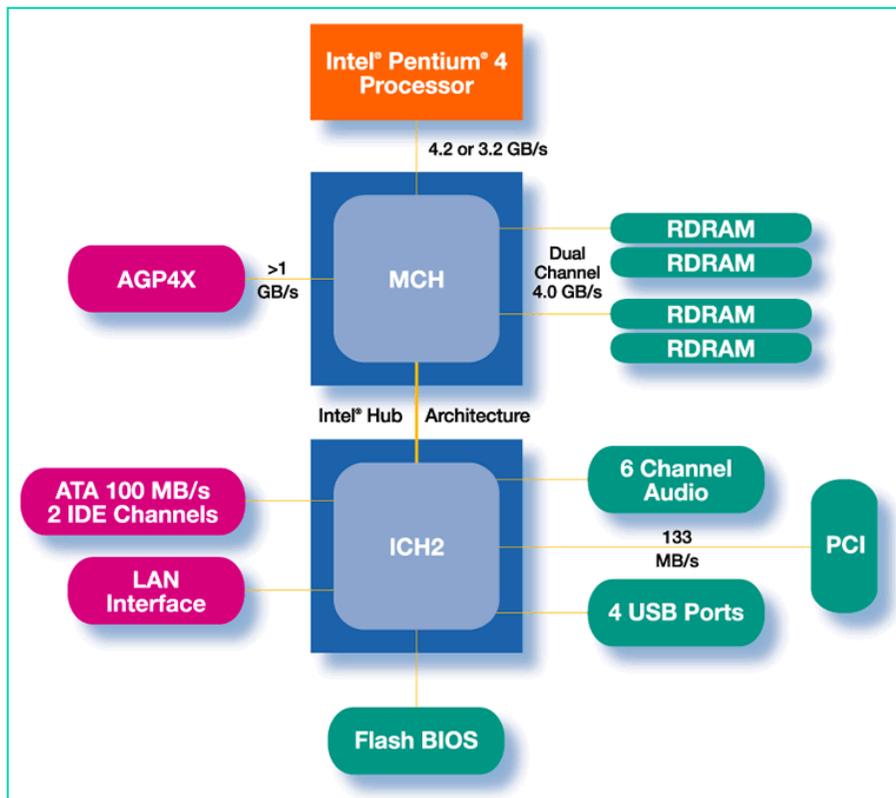


Placa de vídeo 3D da Asus, modelo Extreme AX800XT PE/2DHTV, que usa o barramento PCI Express 16X

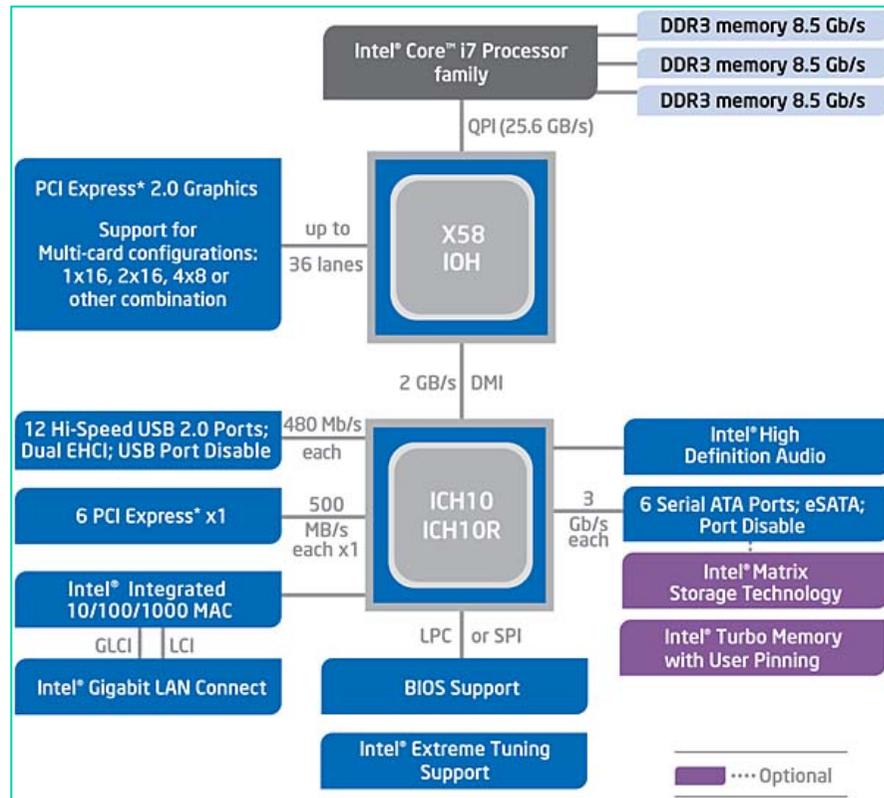


Placa-mãe com 2 slots PCI Express. O encaixe branco é um PCI Express 16X, enquanto que o slot preto e menor é um slot PCI Express 1X

# Chipsets: Pentium & i7



Intel® 850 Chipset



Intel® X58 IOH Chipset



## Sumário:

...

- Arquitectura básica dum computador
- Informação digital
- Monitores CRT
- Monitores LCD
- Placas Gráficas