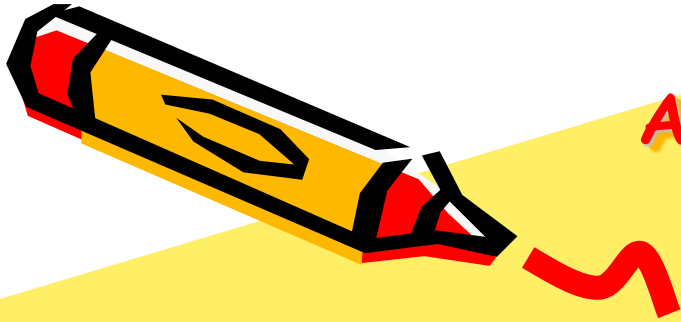


Arquitetura de Computadores



UNIDADE 4

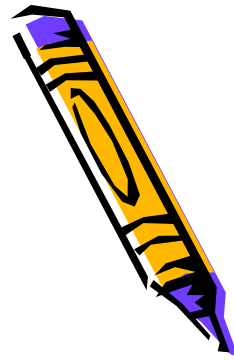
"Arquitetura de Microprocessadores"

Aula nº 13 e 14



1º Período

Ano letivo 2017/2018



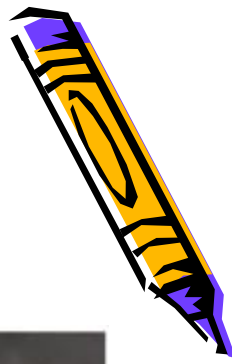
Sumário

- Arquitetura de von Neumann;
- O CPU
- BUS



Microprocessadores

Arquitetura de von Neumann



- Quando von Neumann surgiu com a proposta de mudar a arquitetura dos computadores estes ainda eram baseados em relés eletromecânicos ou válvulas de vácuo.
- Contribuiu significativamente para a **construção do EDVAC e sobretudo para a mudança de um paradigma** que impedia o desenvolvimento na área dos computadores.
- Pela 1ª vez um computador tinha **um programa residente em memória**. A utilização de memória foi a **característica mais marcante**.
- Era inovadora porque assentava em **linguagem binária e pelo processamento realizado bit a bit** (processamento em serie) de forma a minimizar os recursos necessários.



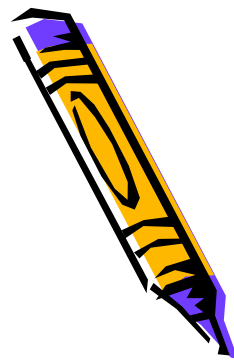
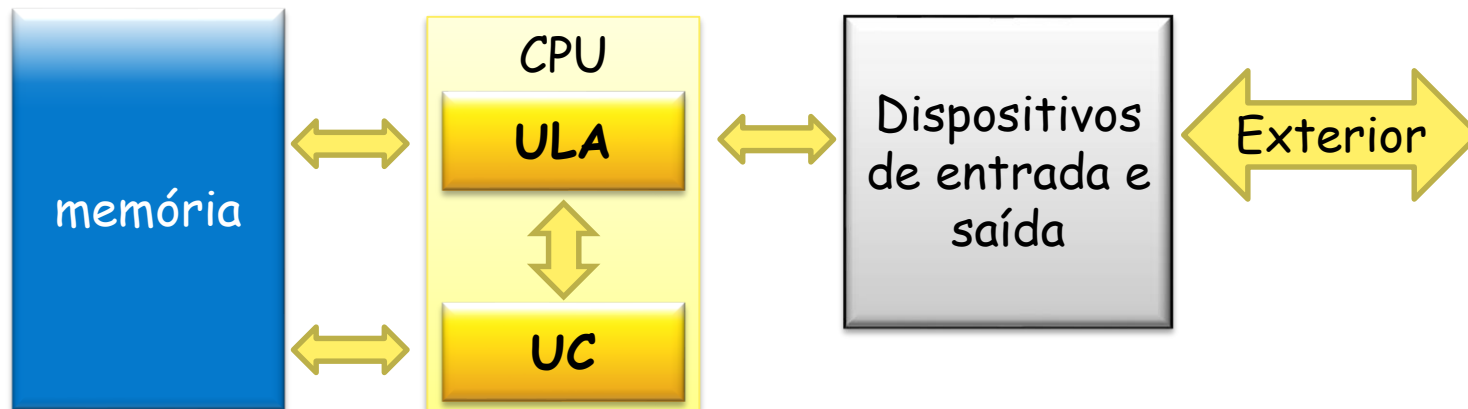
John von Neumann (1903-1957)



Microprocessadores

Blocos que arquitetura apresentava?

- **ALU ou ULA, Unidade Lógica e Aritmética** - realizar operações aritméticas (somas, subtrações, etc) e operações lógicas (OR, AND, XOR, etc)
- **UC, Unidade de Controlo** - controlar toda a máquina, inclusive a ALU. Tratar do endereçamento da memória, enviar dados para a ALU, coordenar todas as operações que esta deve realizar, etc.

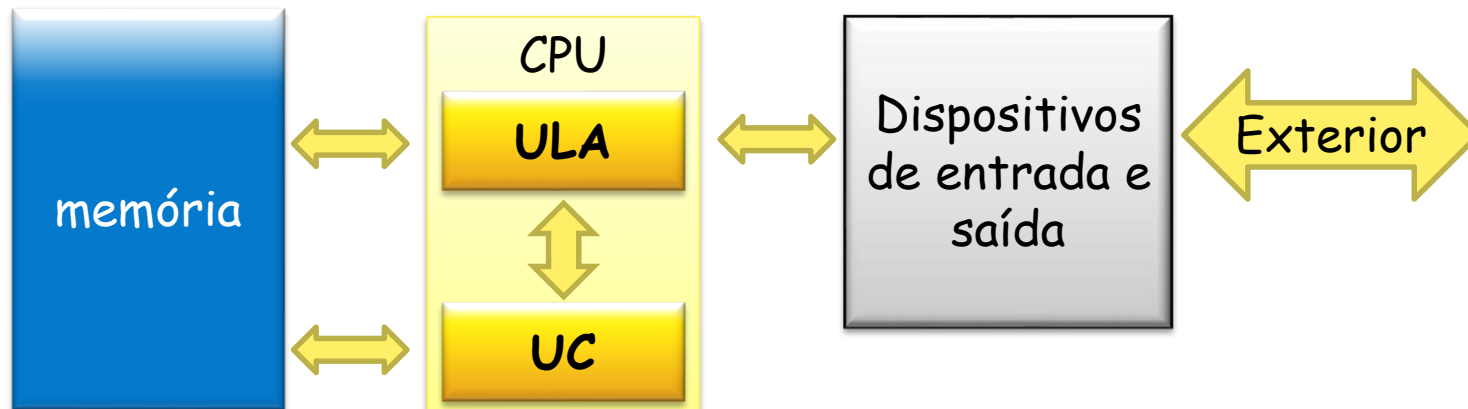


Microprocessadores

Blocos que arquitetura apresentava?

- **Memória** - Armazenar as instruções para a realização de operações.
- **Entrada e Saída (Input/Output)** - Um interface de comunicação com o exterior. Receber ou enviar dados através de dispositivos de entrada e saída (I/O)

O EDVAC (1952) foi o primeiro a utilizar esta arquitetura



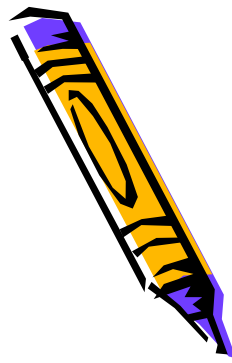
Microprocessadores

O CPU (Central Processing Unit)

- Muitas vezes chamado de **processador** ou **microprocessador**, é o **cérebro de um PC**, por essa razão quando perguntamos a alguém que tipo de PC é que tem, a resposta começa pelo tipo de processador.

Características mais importantes

- **Velocidade de relógio** - é a velocidade de processamento no interior do CPU.
- **Largura dos canais de comunicação** - forma como os diversos componentes do interior e exterior do CPU estão interligados.



Microprocessadores

O CPU (Central Processing Unit)

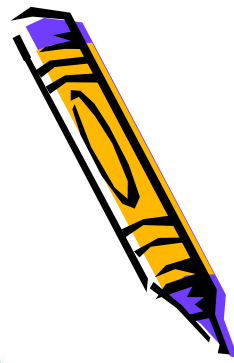
A velocidade de um processador

A velocidade de um processador (velocidade de relógio) é muito importante para o comportamento de um computador, principalmente em aplicações mais exigentes.

- **A velocidade é medida em Hz (Hertz)**, em homenagem ao físico alemão Heinrich Hertz que comprovou a existência de radiação eletromagnética



Heinrich Rudolf Hertz (1857-1894)



Microprocessadores

O CPU (Central Processing Unit)

A velocidade de um processador

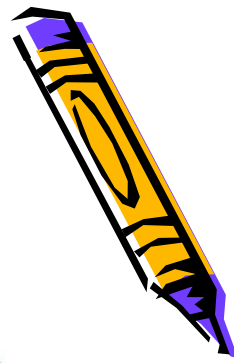
Hz ou ciclos por segundo (S^{-1}) é o inverso do período

$$f = \frac{1}{T} \quad \text{Assim } 1 \text{ Hz} = 1 \text{ ciclos/segundo}$$

Um CPU com velocidade de 100 Hz executa 100 **ciclos por segundo**, enquanto que um processador de 3,2 GHz (GigaHertz) executa 3,2 bilhões de ciclos por segundo. Imagina uma roda de uma automóvel a executar 3,2 bilhões de rotações em apenas um segundo.



Heinrich Rudolf Hertz (1857-1894)



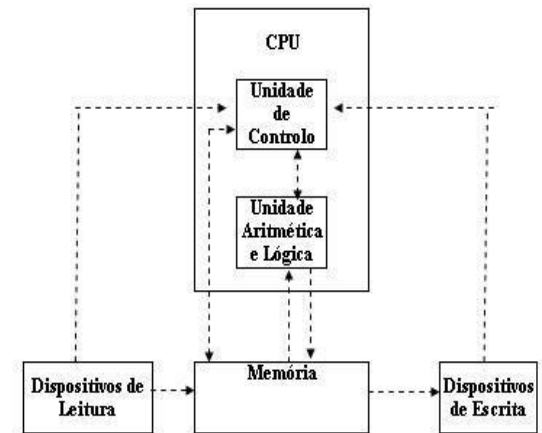
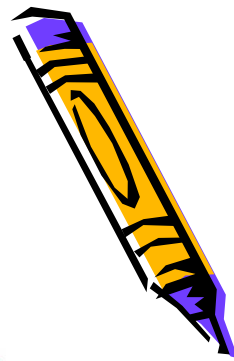
Microprocessadores

O CPU (Central Processing Unit)

A velocidade de um processador

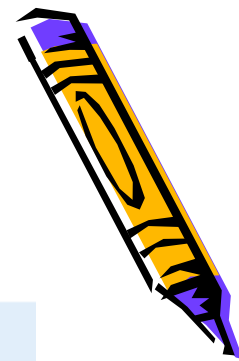
O desempenho de um processador está associado também à largura de canais de comunicação.

- **Registos internos** - Indica o número de bits com que o CPU trabalha de cada vez (8, 16, 32, 64 bits).
- **Barramento de Endereços (Address BUS)** - São linhas ou pistas de comunicação através das quais o CPU acede a posições da memória, ou dispositivos de Entrada/Saída (I/O), para onde pretende enviar ou ler informação. Basicamente podem ser comparados à morada de nossa casa, porque são barramentos onde circulam endereços. **Por exemplo, um carteiro só pode deixar uma carta em nossa casa se souber a morada.**



Microprocessadores

O CPU (Central Processing Unit)



A velocidade de um processador

O mesmo acontece neste barramento, apenas são passados endereços ao qual se pretende aceder (para ler ou escrever). É por essa razão que o **barramento é unidirecional**.

No respeitante ao acesso à memória, o **número de linhas define a quantidade de memória que o CPU consegue endereçar**.

A figura mostra um exemplo de um microprocessador que utiliza um **BUS de 8 bits**. No total só pode endereçar $2^8 = 256$ posições de memória.

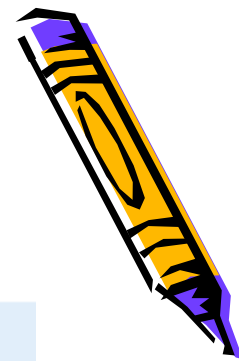
Endereços (DEC)	Endereços (Bin)	Conteúdo
0	00000000	10110110
1	00000001	10110111
2	00000010	11111110
3	00000011	10101101
4	00000100	11100001
5	00000101	00001001
...
253	11111101	1010100
254	11111110	11110101
255	11111111	00000010

Memória RAM

Total de memória endereçada num barramento de 8 bit

Microprocessadores

O CPU (Central Processing Unit)



A velocidade de um processador

Por exemplo, o microprocessador 8086 tinha um bus de endereços de 20 bit, logo podia endereçar até 2^{20} , isto é 1 048 576 bytes ou 1 MB de memória RAM.

Se estiverem disponíveis 2 MB de memória o 8086 não irá utilizar, uma vez que apenas consegue "ver" 1 MB no total.

- **Barramento de dados (FSB - Front Side BUS)** é o barramento que interliga o CPU e a memória RAM (ou chipset da motherboard de nome *Memory Controller Hub* ou *North Bridge*)

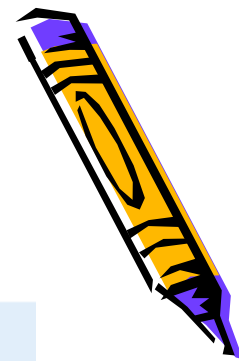
Endereços (DEC)	Endereços (Bin)	Conteúdo
0	00000000	10110110
1	00000001	10110111
2	00000010	11111110
3	00000011	10101101
4	00000100	11100001
5	00000101	00001001
...
253	11111101	1010100
254	11111110	11110101
255	11111111	00000010

Memória RAM

Total de memória endereçada num barramento de 8 bit

Microprocessadores

O CPU (Central Processing Unit)



A velocidade de um processador

- Barramento de dados (FSB - Front Side BUS)

Canal físico (pistas) de comunicação de dados entre o interior e o exterior.

O número de pistas determina a quantidade de informação que o CPU pode mover de cada vez de/para a memória. Por este barramento circulam ainda dados referentes a dispositivos de I/O (placa gráfica, USB, etc)

Resumindo, o processador comunica com os componentes exteriores através dos barramentos (BUS)

Endereços (DEC)	Endereços (Bin)	Conteúdo
0	00000000	10110110
1	00000001	10110111
2	00000010	11111110
3	00000011	10101101
4	00000100	11100001
5	00000101	00001001
...
253	11111101	1010100
254	11111110	11110101
255	11111111	00000010

Memória RAM

Total de memória endereçada num barramento de 8 bit

Microprocessadores

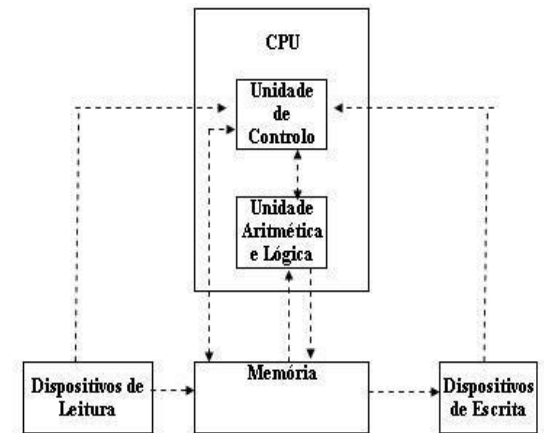
O CPU (Central Processing Unit)

Exercício

Procure saber a velocidade do seu processador em Hz e indique quantos ciclos por segundo executa?

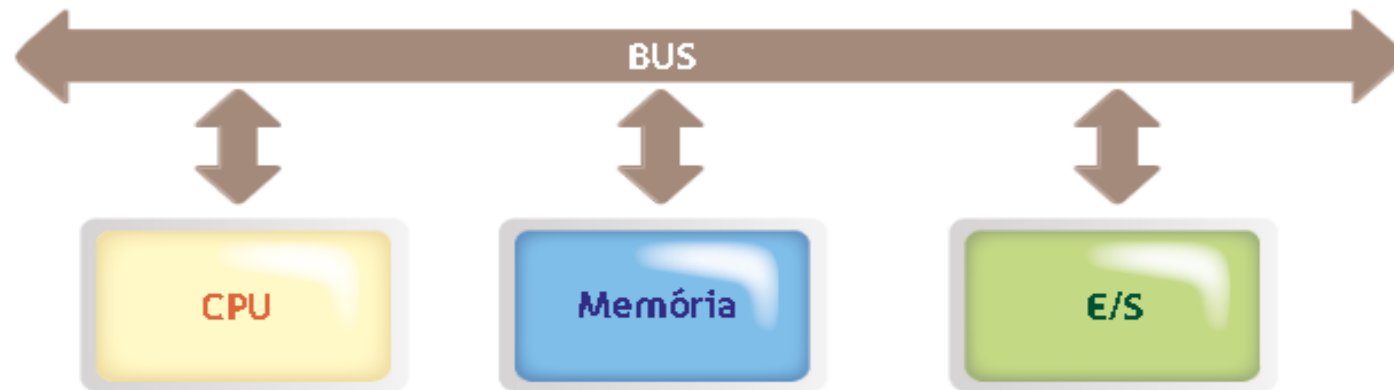
Indique o número de bits internos com que o seu processador trabalha?

Para um processador com 32bit de barramento de dados, qual é o total de memória que consegue endereçar?



Microprocessadores

BUS

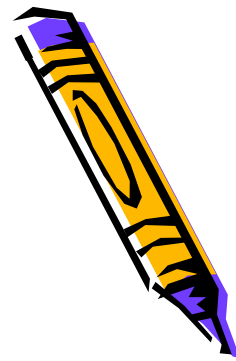


Comunicação entre o CPU e os diversos componentes de um computador

- Cada BUS tem um número de pistas associadas que mais não é do que a quantidade de bits que pode transportar em simultâneo

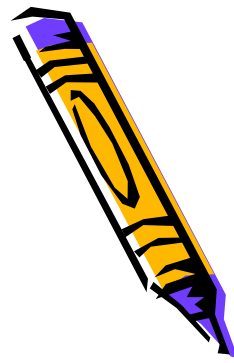
Exemplo: 16 pistas permitem o transporte de 16bit de cada vez.

- Quanto maior for o número de pistas mais informação o CPU consegue enviar/receber do/para o exterior



Microprocessadores

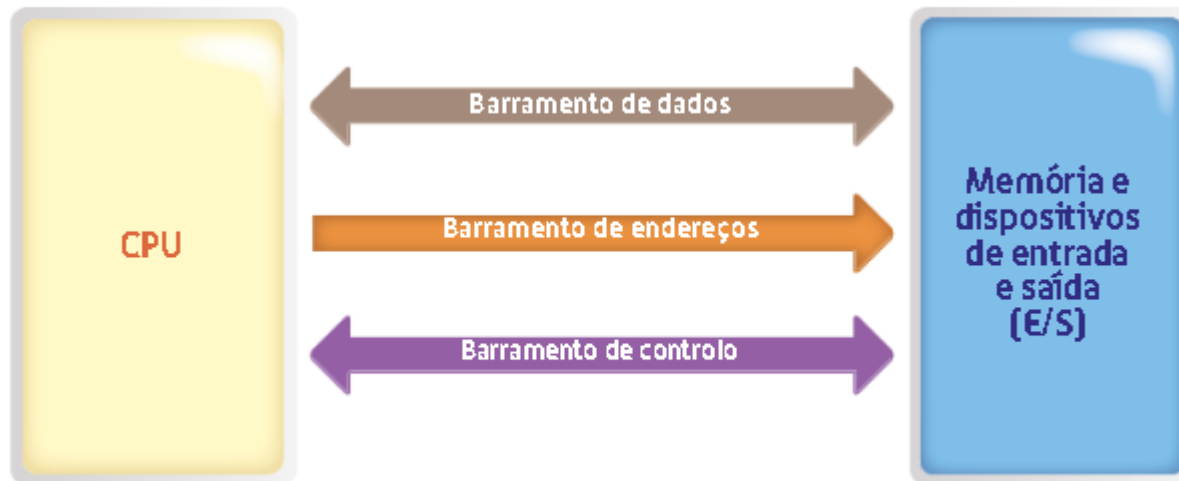
BUS



- **Barramento de controlo**

Embora não estar diretamente relacionado com o desempenho do processador este barramento é o responsável por coordenar/sincronizar todo o fluxo de informação do sistema, como por exemplo, leitura e escrita na memória ou portas de E/S, atendimento de interrupções, etc.

A forma como o processador interage com o exterior está representado (de forma simplificada) no esquema seguinte:

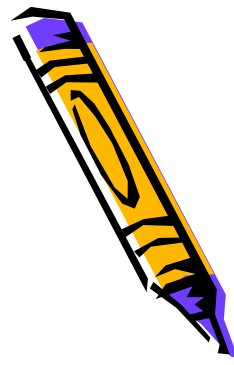


Barramento de dados, endereços e controlo

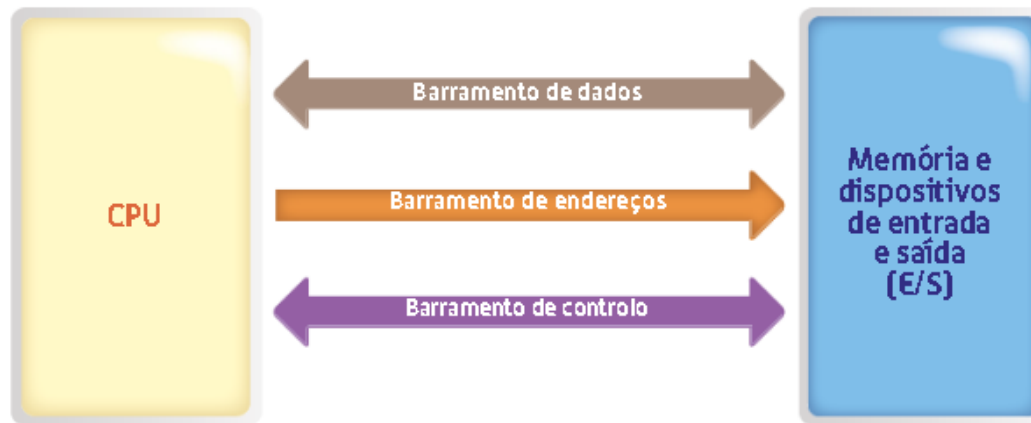


Microprocessadores

BUS



Cada BUS tem um número de pistas associadas que mais não é do que a quantidade de bits que pode transportar em simultâneo (16 pistas permitem o transporte de 16 bits de cada vez)...



Barramento de dados, endereços e controlo

O barramento de dados e controlo são bidirecionais.

O barramento de endereços tem sempre o mesmo sentido

CPU → Memória/E/S

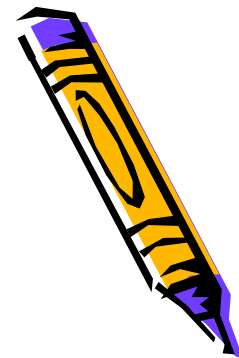
Apenas o CPU pesquisa por endereços na memória ou dispositivos de E/S.

O contrário não faz qualquer sentidos por isso é unidirecional.



Microprocessadores

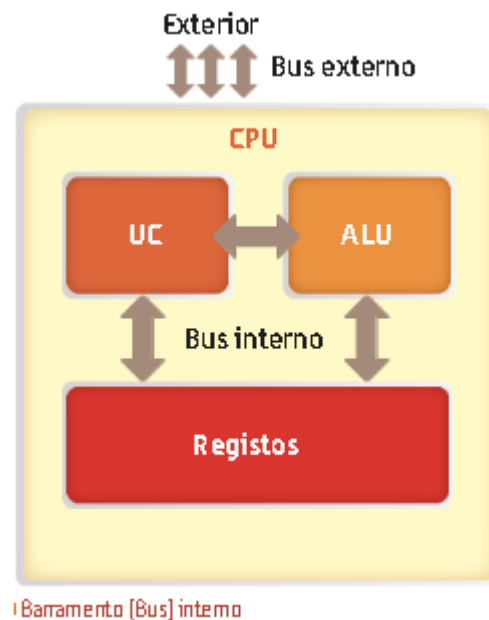
CPU



Registos internos

São pequenas memórias de um determinado tamanho (32 bits ou 64 bits, atualmente) que definem o conjunto de bits com que o CPU trabalha de cada vez (ciclo de relógio).

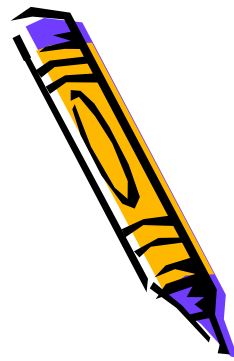
Pelo tamanho dos registos é possível determinar quantidade de informação com que o CPU consegue lidar internamente por ciclo de relógio.



Os processadores a 64 bits existentes hoje em dia, apenas tiram partido máximo da sua arquitetura se correrem num sistema operativo (SO) a 64 bits. Se dispusermos de um SO a 32 bits o processador irá trabalhar a "meio gás".

Microprocessadores

CPU



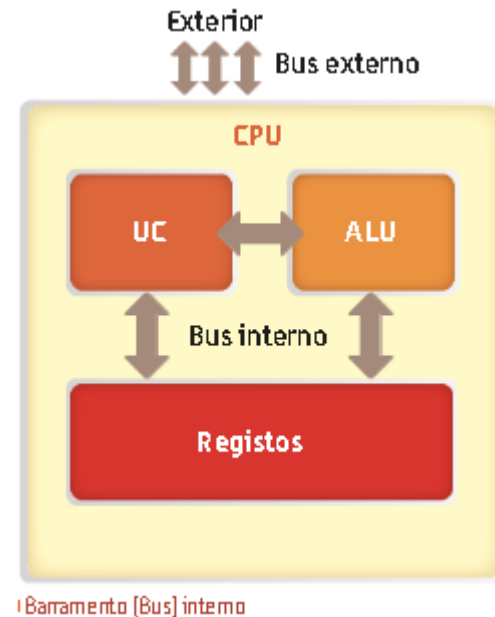
Registos internos

- ✓ São o tipo de memória mais rápida acessível ao processador;
- ✓ São usados quando determinada informação é necessária novamente no decorrer de uma instrução.

Exemplo:

Para obter o resultado de $4 \times (2+3)$, o processador realiza a soma de $2+3$ primeiro e em vez de guardar o resultado na memória RAM, fá-lo nos registos, para que possa **recorrer a esse valor mais rapidamente**.

- ✓ Esta ligação é feita através do **barramento interno (BUS interno)**

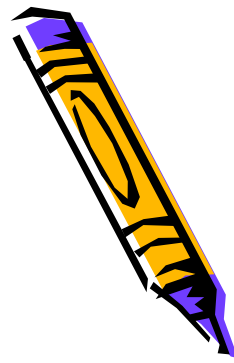


BUS interno

Interliga os diversos componentes no interior do CPU, funciona à velocidade interna.

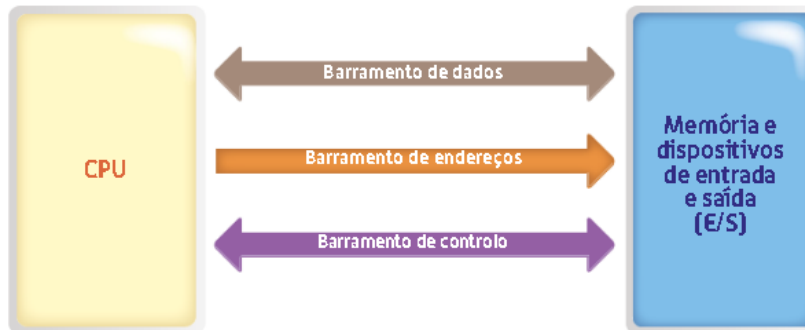
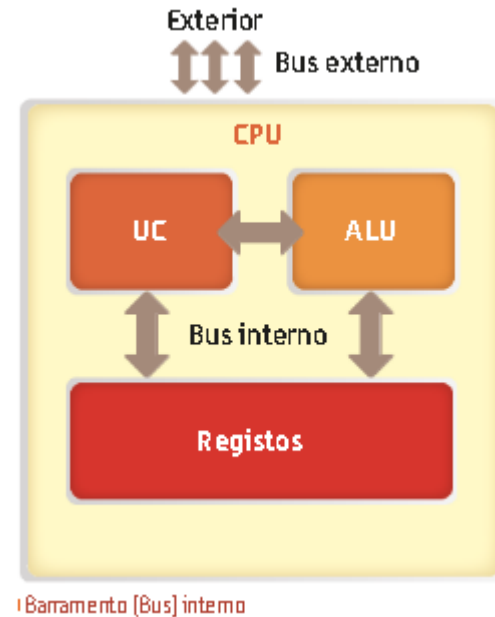
Microprocessadores

CPU



BUS interno Vs FSB

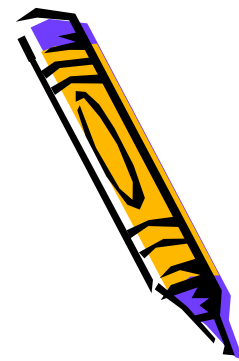
- ✓ Como já referido, os números de transístores contidos no Chip (CPU) conferem-lhe a sua velocidade (velocidade de relógio interno que define com que velocidade os dados são processados no interior do processador).
- ✓ A velocidade com que os dados viajam pela motherboard são assegurados pelo FSB (Front Side Bus), menor velocidade



Barramento de dados, endereços e controlo

Microprocessadores

CPU



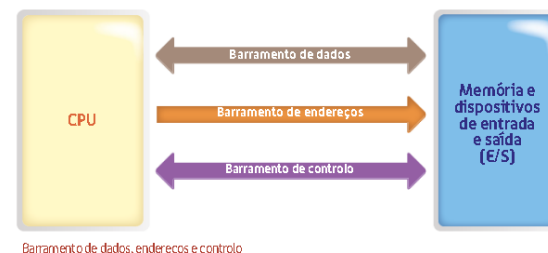
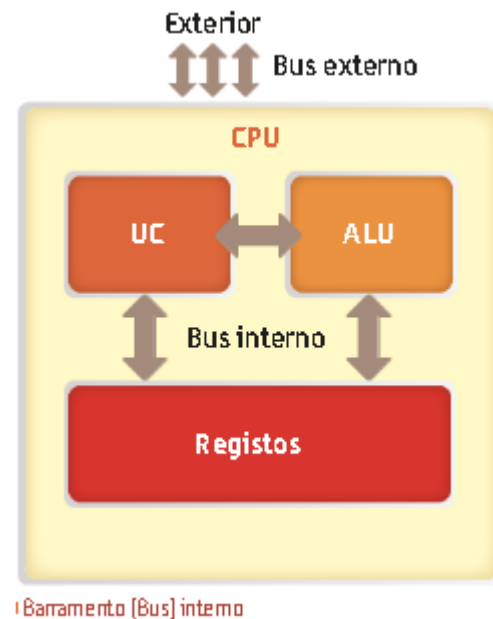
BUS interno Vs FSB

Problema!

O aumento significativo da velocidade do processador, não foram acompanhadas pela velocidade oferecidas pelas Motherboards.

- ✓ Existem duas velocidades distintas num PC que funcionam a ritmos diferentes.
- ✓ **Exemplo:** Um processador Pentium 2,4 GHz tem uma velocidade interna de 2,4 GHz mas a motherboard funciona apenas a 266 MHz, pelo que a velocidade de BUS é de 266 MHz. Por cada ciclo da motherboard passam 9 ciclos de processador

$$(9 \times 266 \text{ MHz} \approx 2,4 \text{ GHz})$$



Microprocessadores

CPU

BUS interno Vs FSB

Cálculo do número de bits que passam no BUS por segundo.

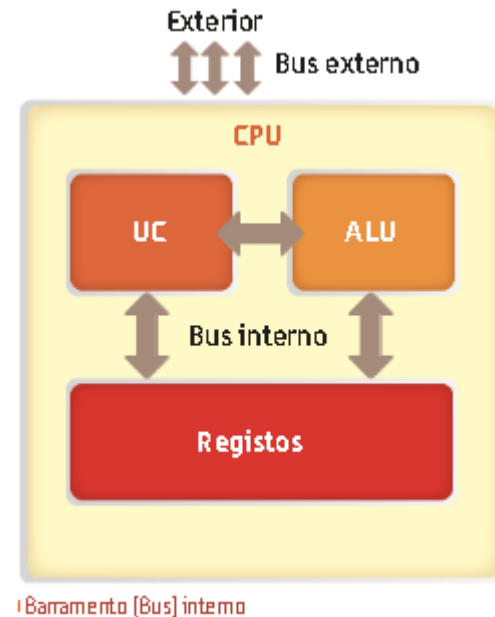
- ✓ **Exemplo:** Para uma motherboard que opere a 266 MHz com um interface de 16 bits (nr de pistas)

Nr bits = velocidade que opera \times nr bits

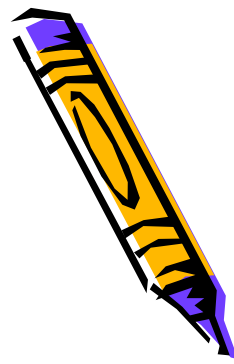
$$266 \times 10^6 \times 16 = 4256 \text{ Mb/s}$$

Sabendo que 16 bits = 2 Bytes
temos:

$$266 \times 10^6 \times 2 = 532 \text{ MB/s}$$



A barreira de 64 bits para este tipo de barramento trouxe problemas na sincronização na transferência de dados entre o interior do CPU e o exterior



Microprocessadores

CPU

BUS interno Vs FSB

Problema - 64 bits

A barreira de 64 bits para este tipo de barramento trouxe problemas na sincronização com a transferência de dados entre o interior do CPU e o exterior.

As técnicas para resolução deste problema chama-se *Hypertransport* e *Quickpath Interconnect* e serão aprofundadas mais à frente.

