

Estruturas de Interconexão do Computador

Arquitetura e Organização de Computadores

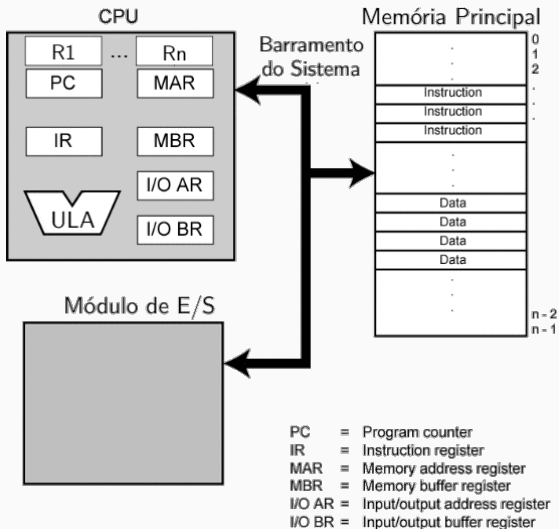
Prof. Lucas de Oliveira Teixeira

UEM

Introdução

- Os componentes principais de um computador (processador, memória principal e módulos de E/S) precisam ser conectados entre si.
- O que faz a conexão dos componentes é o barramento.

Introdução



Introdução

- A CPU troca dados com a memória usando os registradores MAR, MBR, I/O AR e I/O BR.
- MAR especifica o endereço da memória a ser usado pela próxima instrução de leitura ou escrita.
- MBR contém um valor a ser gravado na memória ou recebe um valor lido da memória.
- O registrador I/O AR especifica um determinado dispositivo de E/S.
- O registrador I/O BR é usado para a troca de dados entre um módulo de E/S e a CPU.

Tipos de transferência:

- CPU para memória.
- Memória para CPU.
- E/S para CPU.
- CPU para E/S.
- E/S para Memória (DMA).

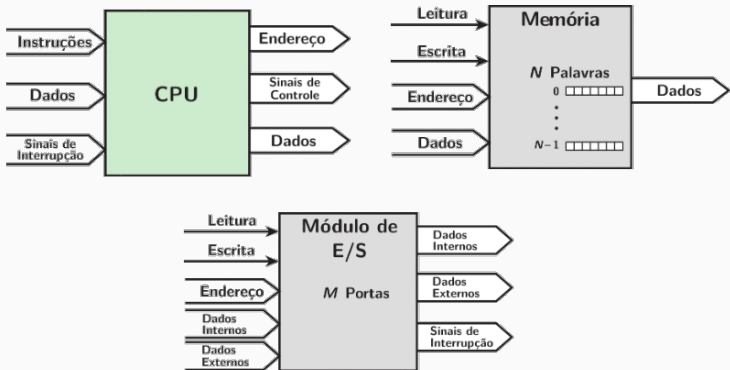
Tipos de Conexão

Tipos de conexão:

- Todas as unidades de um sistema computacional precisam estar conectadas.
- Porém, existem tipos diferentes de sinais para os diferentes módulos: Memória, E/S e CPU.

Tipos de Conexão

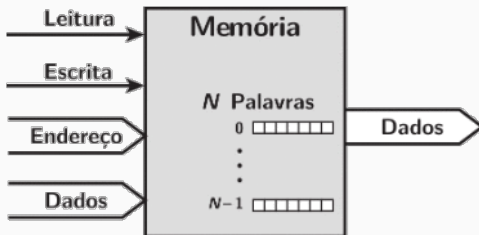
Tipos de conexão:



Tipos de Conexão

Conexão da memória principal:

- A memória é composta de N palavras de mesmo tamanho.
- Recebe e envia palavras: endereços (de posições) e dados.
- Recebe sinais de controle: leitura ou escrita.



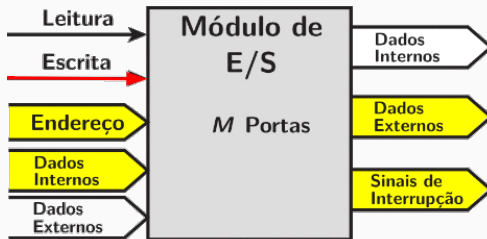
Conexão dos dispositivos de entrada e saída:

- Recebe sinais de controle do computador.
- Envia sinais de controle para os dispositivos externos (periféricos). Ex.: Ligar motor do disco rígido (HD).
- Recebe endereços do computador. Ex.: Número da porta para identificar periférico.
- Envia sinais de interrupção (controle).

Tipos de Conexão

Conexão dos dispositivos de entrada e saída:

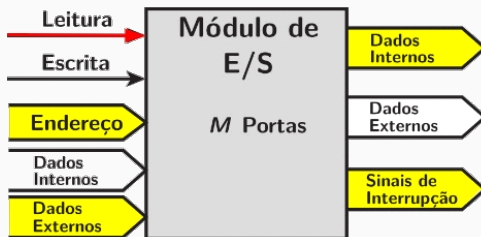
- Operação de saída: recebe dados do computador e envia dados para a interface de um dispositivo externo.



Tipos de Conexão

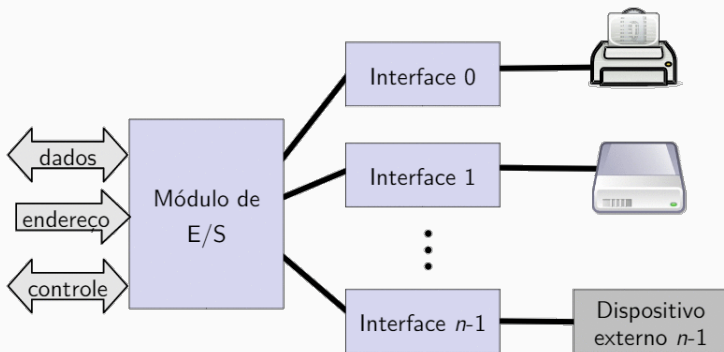
Conexão dos dispositivos de entrada e saída:

- Operação de entrada: recebe dados da interface de um dispositivo externo e envia dados para o computador.



Tipos de Conexão

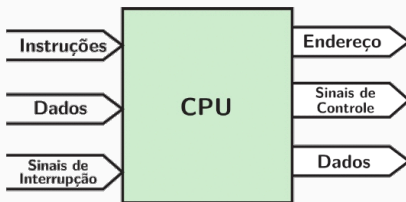
Conexão dos dispositivos de entrada e saída:



Tipos de Conexão

Conexão da CPU:

- Lê instruções e dados.
- Escreve dados (após processamento).
- Envia sinais de endereçamento para outras unidades.
- Envia sinais de controle para outras unidades: memória e módulo de E/S.
- Recebe (e processa) as interrupções.



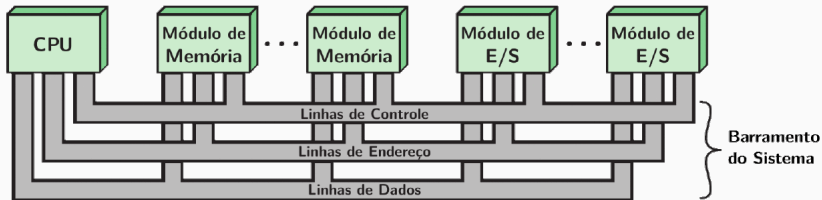
Barramentos

Barramentos

- Meio de comunicação entre dois ou mais dispositivos.
- Sinais colocados em um barramento são recebidos por todos os dispositivos (broadcast).
- Apenas um módulo pode escrever em um barramento em um dado instante!
- Geralmente é agrupado (vários canais em um só barramento).
- Barramento de 32 bits é um conjunto de 32 canais de 1 bit.

Barramentos

Barramento do sistema:



- Barramento de Dados.
- Barramento de Endereço.
- Barramento de Controle.

Barramento de dados:

- Transmite dados (obviamente!). Observe que não há distinção entre dado e instrução neste nível (estamos fora da CPU).
- Largura do barramento é um fator determinante no desempenho (via de regra, quanto mais largo, melhor).
- Larguras de barramento de dados comuns: 16 bits (Intel 8086); 32 bits (Intel Pentium); 64 bits (Intel Xeon – Core2Duo/Quad – Corei3/5/7).

Barramento de endereço:

- Usado para identificar a fonte e o destino dos dados que trafegam no barramento de dados. Ex.: CPU precisa ler uma instrução (dado) de uma determinada posição na memória.
- Largura do barramento de endereço determina a capacidade de memória máxima do sistema. Por exemplo, Intel 8086 tem um barramento de endereço de 16 bits, logo a memória máxima disponível: $2^{16} = 65536$ posições.

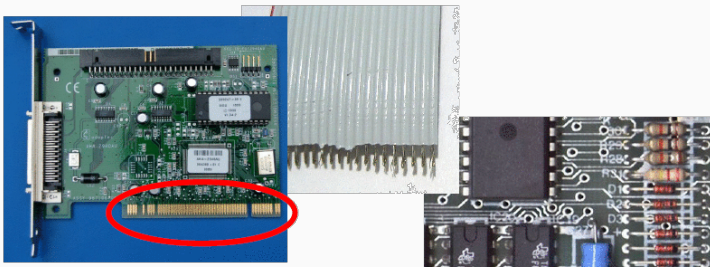
Barramento de controle:

- Realiza o controle e temporização da informação.
- Sinais de leitura e escrita para a memória principal ou para dispositivos de E/S.
- Requisições de interrupção.
- Sinais de controle gerais, tais como:
 - Requisição de uso do barramento por um módulo;
 - Sinal de término de uso do barramento;
 - Inicialização (reset) de dispositivos, etc.

Barramentos

Aspectos físicos:

- Conectores de borda de placa de expansão (Ex.: PCI);
- Cabos paralelos (ribbon cable);
- Linhas paralelas em placas de circuito impresso;



Características dos Barramentos

Número de barramentos:

- Barramento único: o sistema todo interconectado pelo mesmo barramento.
- Múltiplos barramentos: mais de um barramento no sistema; utilizado atualmente.

Barramento único:

- Vantagem: mais simples de implementar.
- Desvantagens:
 - Condutores longos: tempo maior de propagação.
 - Muitos dispositivos ligados no mesmo meio de transmissão: significa que a coordenação do uso do barramento pode afetar o desempenho geral do sistema.
 - Dispositivos com diferentes velocidades de transmissão limitam a taxa de transferência total no barramento.

Classificação do barramento:

- Dedicado: linhas separadas para dados e endereços, é o mais utilizado atualmente.
- Multiplexado: possui linhas compartilhadas entre dados e endereço. Necessita de uma linha de controle a mais para indicar se o que está trafegando é dado ou endereço.

Barramento multiplexado:

- Vantagem: necessita de menos condutores.
- Desvantagens: controle mais complexo e menos desempenho (pois compartilha um só canal para endereços e dados).

Características dos Barramentos

Arbitragem:

- Apenas um módulo pode controlar o barramento por vez. Apesar de mais de um módulo poder ler ao mesmo tempo.
- O que acontece se mais de um módulo solicitar o controle do barramento?
- Precisamos estabelecer regras para ceder o controle do barramento: Arbitragem do barramento.
- As regras definem mestre (que controla) e escravos (que são controlados).
- A arbitragem pode ser centralizada ou distribuída.

Arbitragem centralizada:

- Somente um dispositivo controla o acesso ao barramento.
- Árbitro decide quem poderá controlar o barramento.
- Pode ser parte da CPU ou um dispositivo dedicado.

Arbitragem distribuída:

- Cada módulo pode decidir controlar o barramento.
- Necessária de uma logica de controle em todos os módulos.

Características dos Barramentos

Gargalo dos barramentos:

- Na arquitetura de Von Neumann o barramento é utilizado para a troca de informações: vai endereço da instrução, volta instrução; vão endereços dos operandos, vão e voltam operandos.
- Isso significa que todo o sistema pode ficar travado se o barramento não for capaz de transportar a informação à tempo.
- Para eliminar gargalo é preciso: diminuir tráfego de informações (manter informações na CPU com mais registradores e cache) e compactar informações transferidas.

Exercícios

Exercícios

Considere um microprocessador de 32 bits hipotético com instruções de 32 bits, compostas de dois campos: o primeiro byte contém o opcode e o restante, o operando imediato ou o endereço de um operando.

- Qual é a capacidade de memória máxima endereçável diretamente (em bytes)? 2^{24} bytes.
- Qual o impacto sobre o desempenho do sistema se o barramento de endereço possui 32 bits e o barramento de dados possuir 16 bits? A CPU precisa esperar dois ciclos de barramentos para os dados chegarem.
- Quantos bits são necessários para o contador do programa (PC) e o registrador de instrução (IR)?
 - PC: 32 bits
 - IR: 8 bits

Exercícios

Considere um microprocessador de 32 bits, com um barramento de dados de 16 bits, controlado por um clock de entrada de 8 MHz. Suponha que esse microprocessador tenha um ciclo de barramento cuja duração mínima seja igual a 4 ciclos de clock. Qual é a taxa de transferência de dados máxima pelo barramento que esse microprocessador pode sustentar, em bytes/s?

- Frequência do ciclo de barramento: $8 \text{ MHz} / 4 = 2 \text{ MHz}$
- Cada ciclo transfere 16 bits: 2 bytes
- Velocidade de transferência: $2 \text{ MHz} \times 2 \text{ bytes} = 4 \text{ MB/s}$