

## Aula 8: Barramento do sistema

Conforme já vimos no modelo de Von Neumann, um computador consiste num conjunto de módulo com três tipos básicos (processador, memória e E/S), que se comunica entre si. De fato, para que isso ocorra de maneira efetiva, devem existir caminhos de conexão entre esses módulos. A coleção de caminhos que conectam os vários módulos é chamada de estrutura de interconexão.

### Estruturas de interconexão

O modelo da **estrutura de interconexão** depende das informações que são trocadas entre os vários módulos de processador, memória e E/S. Observe na Figura 1 os principais tipos de troca de informações necessárias, indicando as principais formas de entrada e saída para cada tipo de módulo.



**Figura 1: Troca de informações em memória.**

Na Figura 1, a memória está tipicamente organizada em vários endereços numéricos, na qual cada endereço armazena o que chamamos de palavra, que pode ser lida ou escrita na memória. A posição de memória na qual deve ser efetuada a ação (leitura ou escrita) é especificada por um endereço.

A natureza da operação (operação de leitura ou escrita) é definida por meio de sinais de controle.



**Figura 2: Troca de informações em módulo de E/S (Entrada e Saída).**

Na Figura 2, podemos verificar que, assim como na memória, dois tipos de operações podem ser feitas no módulo de E/S: leitura e escrita. Este módulo pode controlar vários dispositivos externos, e possuem caminhos externos para entrada (leitura) e saída (escrita).

Conforme já foi falado, o módulo de E/S também deve ser capaz de enviar sinais de interrupções ao processador. Isto é especialmente importante quando um dispositivo de E/S precisa enviar algum dado ou estabelecer comunicação com algum outro dispositivo.



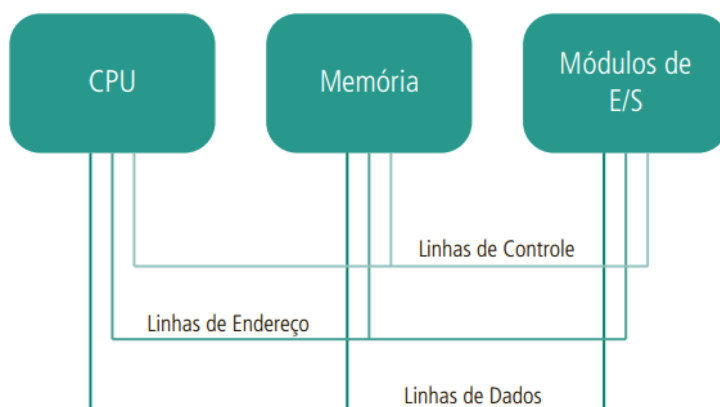
**Figura 3: Troca de informações em módulo de E/S (Entrada e Saída).**

Na Figura 3, podemos observar a mesma estrutura de interconexão presente na CPU. Tipicamente, os barramentos de dados, endereços e controle aparecem com partes fundamentais.

Um sistema de computação típico contém diversos barramentos, fornecendo caminhos de comunicação entre os seus componentes. O barramento usado para conectar os principais componentes do computador (processador, memória, E/S) é chamado de barramento do sistema.

## Estruturas de barramentos

Um barramento do sistema contém várias linhas distintas (normalmente entre 50 e 100). De forma geral, as linhas de um barramento podem ser classificadas em três grupos: linhas de dados, linhas de endereço e linhas de controle.



**Figura 4: Esquema de interconexão de barramento.**

Na Figura 4, as linhas de dados fornecem um caminho de transferência entre os módulos do sistema (CPU, Memória e E/S). Esse conjunto de linhas é chamado de barramento de dados. Esse barramento contém, usualmente, 8, 16 ou 32 linhas (o número de linhas é conhecido como a largura do barramento). Cada linha pode conduzir apenas 1 bit por vez.

A largura do barramento de dados constitui um parâmetro fundamental para o desempenho do sistema. Por exemplo, se o barramento de dados tem largura de 16 bits e cada instrução tem tamanho de 32 bits, o processador precisa acessar duas vezes o módulo de memória em cada ciclo de instrução.

As linhas de endereços são utilizadas para designar a fonte ou o destino dos dados transferidos pelo barramento de dados. Por exemplo, quando o processador precisa ler um dado na memória (palavra de 8, 16 ou 32 bits), ele coloca o endereço da palavra desejada nas linhas de endereço. Ao conjunto dessas linhas damos o nome de barramento de endereço.

Por fim, as linhas de controle são usadas para controlar o acesso e utilização das linhas de endereço e de dados. Isto é necessário, por que as linhas de dados e endereço são compartilhadas por todos os componentes. Ao conjunto de linhas de controle damos o nome de barramento de controle.

Os sinais de controle, que viajam pelas linhas de controle, controlam, dentre outras coisas, os sinais de comando, que especificam as operações a serem executadas (como por exemplo, escrita, leitura, requisições e concessões).

A seguir é apresentado exemplos de operação de um barramento:

- a) quando um módulo do sistema deseja enviar dados para outro, ele deve:
  - obter o controle do barramento;
  - transferir os dados por meio do barramento.
- b) quando um módulo deseja requisitar dados de outro módulo, ele deve:
  - obter o controle do barramento;
  - transferir uma requisição para outro módulo por meio das linhas de endereços e de controle apropriadas e esperar que o módulo envie os dados requisitados.

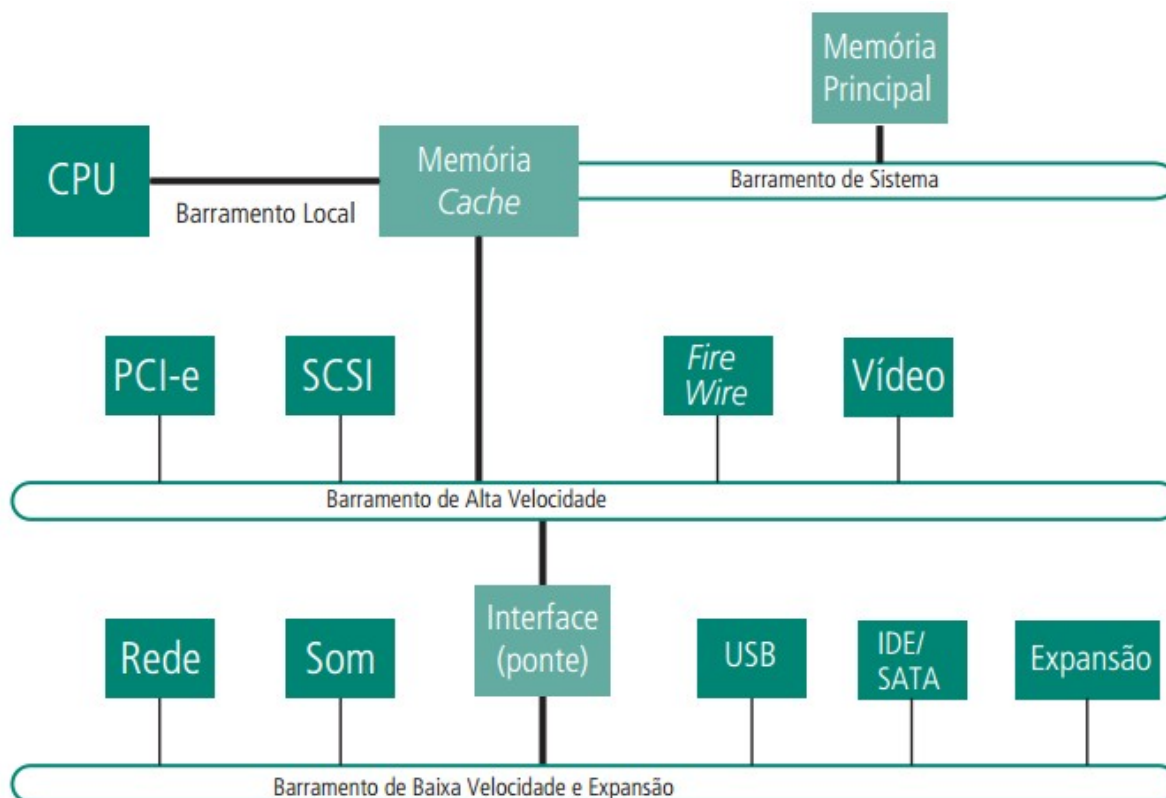
No computador (em forma de gabinetes, placas, etc.), o barramento é formado por um conjunto de fios interconectados. Na prática, esses fios são constituídos pelas trilhas que estão presentes na placa mãe. É muito comum que a estrutura de interligação dos componentes principais do sistema (Unidade de Processamento CPU, Memória, dispositivos de entrada e saída) seja feita de forma modular.

Assim, podemos imaginar as estrutura de barramentos presentes na placa mãe como uma haste de metal onde podemos encaixar o processador, a memória e os dispositivos de entrada e saída (E/S).

## Múltiplos barramentos

Devido à grande quantidade de dispositivos conectados ao sistema (computador), o uso de um único barramento pode prejudicar o desempenho de dispositivos. Por exemplo, dispositivos lentos “atrasam” o funcionamento dos dispositivos rápidos. Assim, não seria interessante manter, no mesmo barramento, a memória e os dispositivos USB, por exemplo.

Desse modo, grande parte dos sistemas computacionais utiliza mais de um barramento, organizados de forma hierárquica.



**Figura 5: Arquitetura hierárquica de alto desempenho.**

Na Figura 5 temos uma arquitetura de barramentos visando o desempenho. Nela, podemos observar:

- barramento local** - de grande velocidade e conecta o processador (CPU) ao controle da memória cache, que por sua vez se conecta ao barramento do sistema;
- barramento de alta velocidade** - utilizados para interligar dispositivos de alta velocidade, como as interfaces (placas) de vídeo, os dispositivos SCSI e barramentos de expansão de alta velocidade, como o PCI-e (PCI-Express);
- barramento de baixa velocidade** - utilizados para interligar dispositivos de baixa velocidade, como as unidades de leitura e gravação (disquetes, discos rígidos, unidades de CD/DVD, placas de som, placas de rede e os dispositivos USB). Nesse barramento estão as possíveis expansões, em forma do slot PCI, conforme citaremos adiante.

## Barramento PCI

O **barramento PCI** (Peripheral Component Interconnect – interconexão de componentes periféricos) tem largura de banda suficiente para agregar diversos dispositivos. O PCI entrou no lugar de antigos barramentos, como o MCA, ISA, EISA, VESA (que não discutiremos aqui). No momento em que este texto está sendo escrito, o barramento PCI está lentamente cedendo lugar aos barramentos PCI-e.

O PCI pode contar com 32 ou 64 linhas de dados (32 ou 64 bits) funcionando a uma taxa bruta máxima de 528 MB/s (MegaBytes por segundo). Esse barramento é tipicamente compartilhado com todos os outros dispositivos que o utiliza, causando uma queda generalizada de desempenho. Outro fator negativo é uso de transmissões paralelas, o que limita fisicamente as evoluções deste barramento, já que necessitariam de mais vias de dados para aumentar as taxas, o que nem sempre é possível.

## Barramento PCI – Express

Também denominado **PCI-e**, esse é um barramento que utiliza transmissão serial em seus circuitos, diminuindo possíveis interferências entre vias de dados. Como é um barramento de alta velocidade, está substituindo os barramentos PCI e o barramento AGP.

Uma das características fundamentais do PCI Express é que ele é um barramento ponto a ponto, em que cada periférico possui um canal exclusivo de comunicação com o chipset. No PCI tradicional, o barramento é compartilhado por todos os periféricos ligados a ele, o que pode criar gargalos.

Existem quatro tipos de slots PCI-Express, que vão do 1x ao 16x. O número indica quantas linhas de dados são utilizadas pelo slot e, conseqüentemente, a banda disponível. Cada linha PCI-Express utiliza quatro pinos de dados (dois para enviar e dois para receber), que são capazes de transmitir a 250 MB/s em ambas as direções.

## Exercícios

1. Cada endereço de memória armazena o que chamamos de \_\_\_\_\_, que pode ser lida ou escrita.
2. O barramento de \_\_\_\_\_ leva sinais que vão determinar qual a posição de memória será utilizada na leitura ou escrita.

3. Os \_\_\_\_\_ vão determinar qual é a operação a ser realizada (como por exemplo, leitura ou escrita).
4. Para que um dispositivo possa se comunicar com o processador, o módulo de E/S deve gerar um sinal de \_\_\_\_\_ para avisá-lo do evento.
5. \_\_\_\_\_ acessos a memória são necessários para ler um dado de 32 bits por meio de um barramento de dados 8 bits.
6. O \_\_\_\_\_ é necessário, pois é necessário controlar o uso dos barramentos, já que são compartilhados por todos os outros módulos do sistema.
7. Quando um módulo deseja enviar um dado, ele deve primeiro obter o controle do barramento através de uma \_\_\_\_\_, por meio de um sinal de controle.
8. Os barramentos apresentados até agora são na prática \_\_\_\_\_ presentes na placa mãe do computador. Através dos vários soquetes modulares (para encaixes do processador e memória, por exemplo) eles são \_\_\_\_\_ e trocam dados entre si.
9. Por que foi necessário criar múltiplos barramentos em hierarquia?
10. Na Figura 5, verificamos a existência do PCI-e conectado ao barramento de alta velocidade. Atualmente, são muito utilizados para as interfaces de vídeos, no lugar das antigas interfaces de vídeo com barramento AGP. Pesquise sobre estes dois barramentos (PCI-e e AGP) dando ênfase às comparações de suas principais taxas de operações.
11. No texto foi citado o conceito de chipset. Faça uma busca na internet e dê uma definição mais completa sobre esse conceito. Dica: procure citar tipos e marcas.
12. Qual é a largura de banda de um barramento PCI-e 32x?
13. Qual a largura de banda máxima de um barramento PCI?
14. Cite duas desvantagens do barramento PCI e duas vantagens do barramento PCI-e.