

Arquitetura e Organização de Computadores

Arquitetura de Von Neumann:
Barramentos

Prof. Me Rodrigo Vilela da Rocha
2022



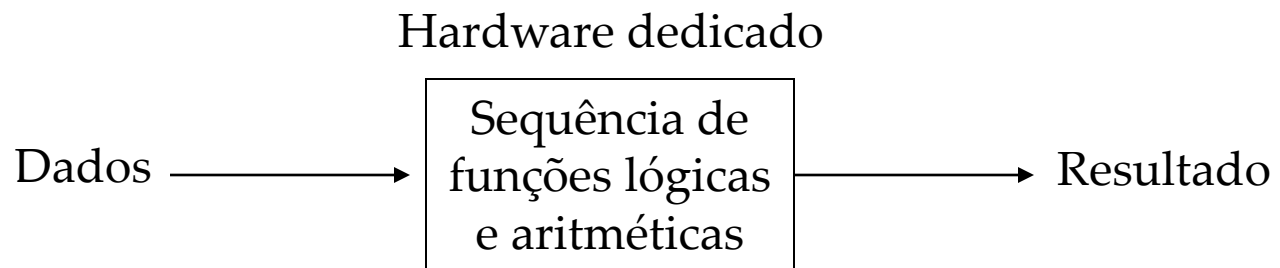
Componentes de computador

“Praticamente todos os projetos de computadores atuais são fundamentados nos conceitos desenvolvidos por John von Neumann”

- Três conceitos básicos:
 1. Dados e instruções são armazenados em uma única memória de leitura e escrita;
 2. O conteúdo dessa memória é endereçado pela sua posição
 3. Execução ocorre de modo sequencial*

Hardware dedicado

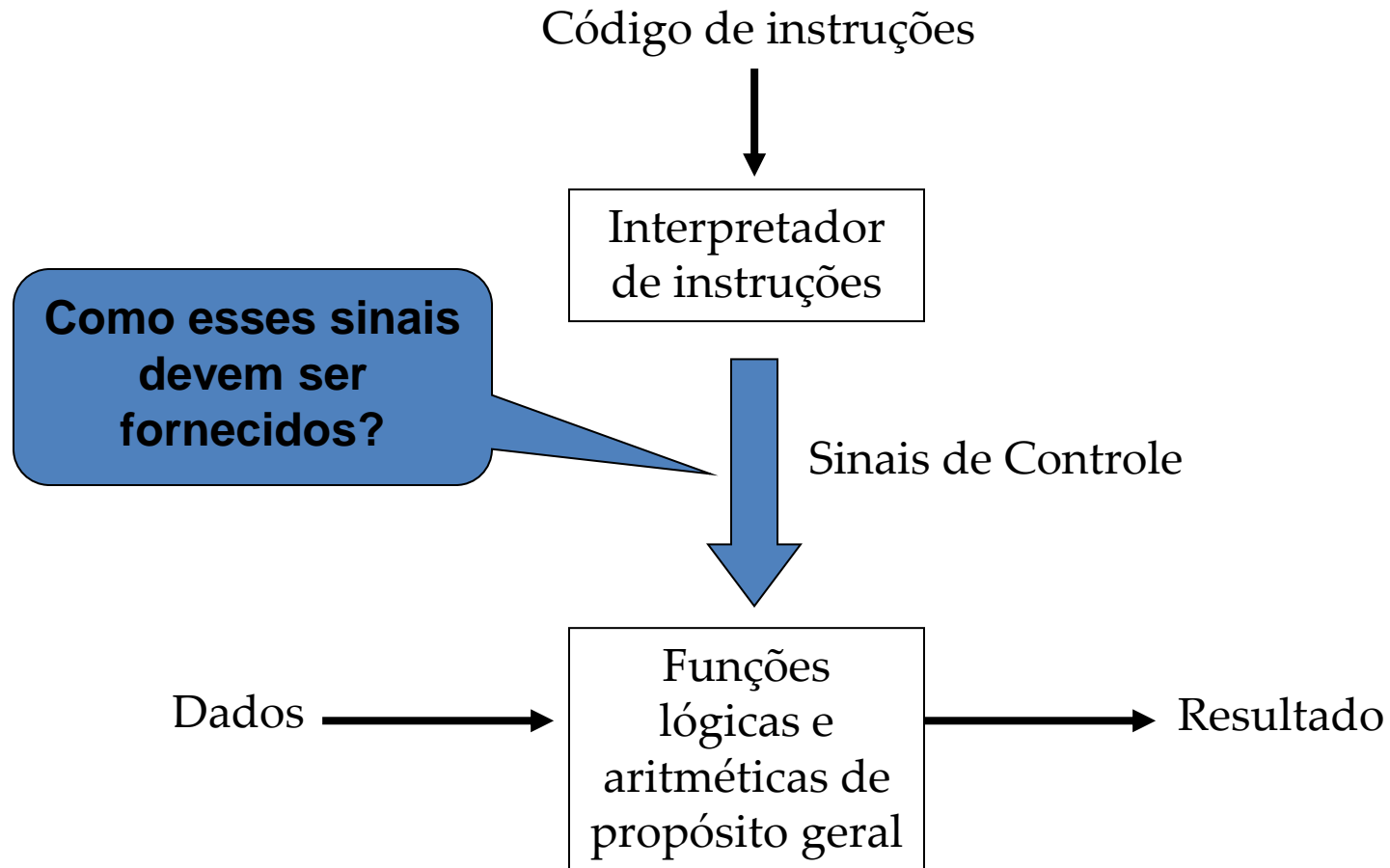
- O computador é composto de um pequeno conjunto de componentes lógicos básicos, que podem ser combinados de vários modos para armazenar dados binários e executar operações aritméticas e lógicas
- É possível obter, **para cada aplicação particular**, uma configuração de componentes lógicos projetada especificamente para executar essa aplicação:
 - ***programa hardwired***



Hardware de propósito geral

- Suponha que construímos uma configuração de funções lógicas e aritméticas de propósito geral:
 - Esse conjunto de componentes de hardware é capaz de executar várias funções sobre os dados, dependendo dos sinais de controle que lhe são aplicados;
- Um hardware de propósito geral é capaz de ler dados e sinais de controle e produzir resultados
 - Assim, em vez de projetar um novo hardware para cada aplicação nova, o programador simplesmente precisa fornecer um novo conjunto de sinais de controle

Hardware de propósito geral



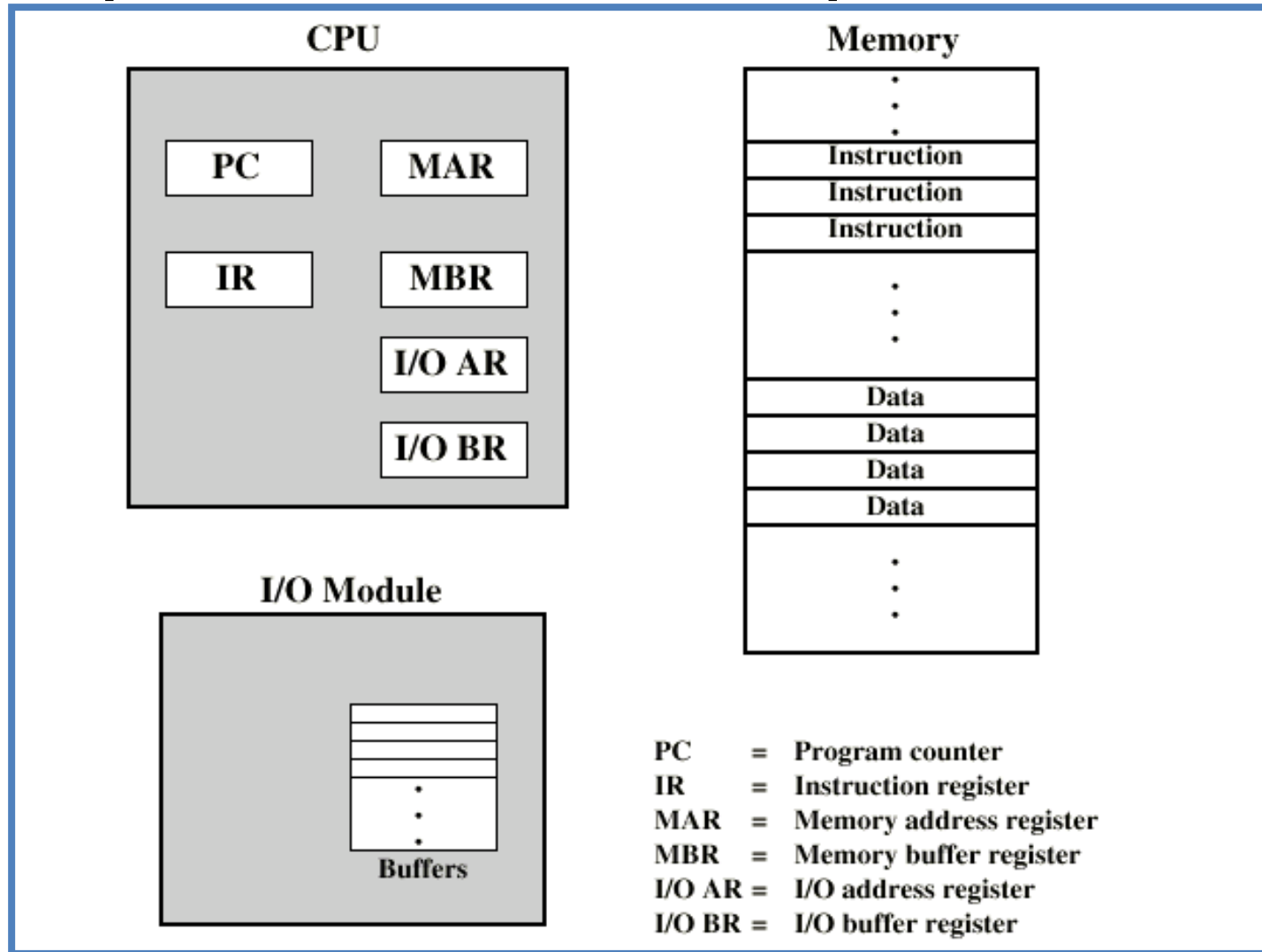
Hardware de propósito geral

- Um programa é constituído de uma sequência de passos;
- A cada passo, alguma operação lógica ou aritmética é executada sobre algum dado;
- Para cada passo, é necessário um novo conjunto de sinais de controle;
- Podemos definir um código para cada possível conjunto de sinais de controle e acrescentar ao hardware de propósito geral um elemento capaz de interpretar esses códigos e gerar os sinais de controle correspondentes;

Componentes do computador

- O módulo que interpreta as instruções e o módulo que executa as funções lógicas e aritméticas de propósito geral são os dois componentes mais importantes do sistema;
- Vários outros componentes são necessários para que um computador possa funcionar
 - Módulo de entrada e saída;
 - Memória principal

Componentes do computador



Funções dos computadores

A função básica desempenhada por um computador é ...

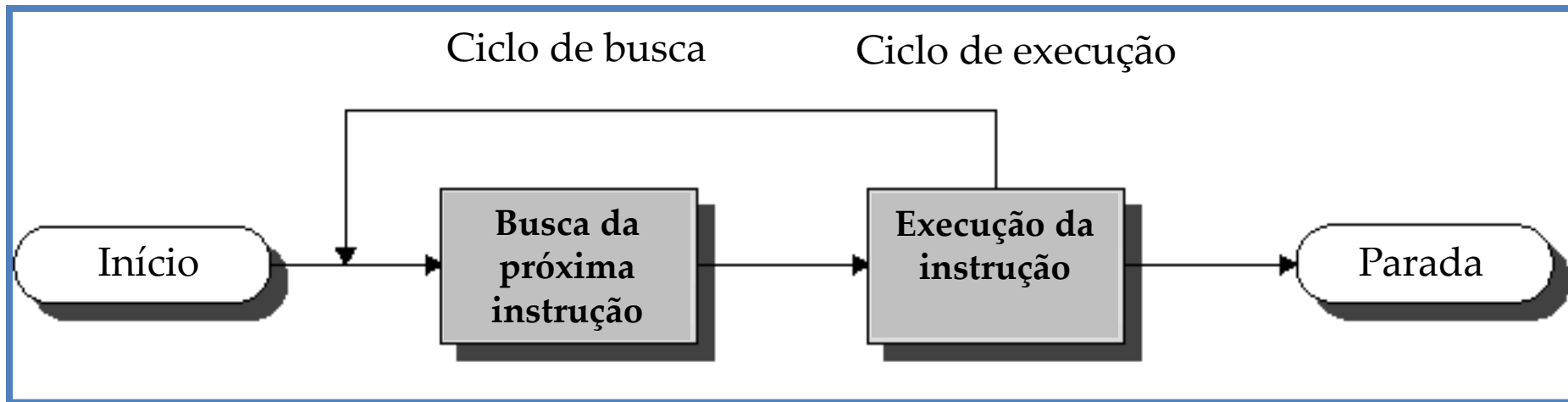
...executar um programa que é constituído por um conjunto de instruções armazenadas na memória!

Funções dos computadores (1)

- O processador realiza o trabalho efetivo de executar as instruções especificadas no programa;
- Em sua forma simples, há dois passos para o processamento de instruções:
 - O processador lê (busca) instruções na memória, uma de cada vez, e
 - Executa cada uma;
- A execução de um programa consiste na repetição desse processo de busca e execução de instruções;

Funções dos computadores (2)

- O processamento necessário para a execução de uma instrução é chamado de *ciclo de instrução*;
 - Os dois passos são denominados *ciclo de busca* e *ciclo de execução*;



Busca de instruções

- No início de cada ciclo de instrução o processador busca uma instrução da memória;
- Em um processador típico, um registrador chamado “contador de instrução” (PC) é usado para guardar o endereço da próxima instrução a ser buscada na memória;
- A instrução buscada na memória é carregada no registrador do processador conhecido como “registrador de instruções” (IR);
- Ela contém bits que especificam a ação que o processador deve executar;
- O processador interpreta a instrução e executa a ação requisitada;

Execução de instruções

- Processador-Memória
 - Transferência de dados entre CPU e memória principal;
- Processador-E/S
 - Transferência de dados entre CPU e módulos E/S
- Processamento de dados
 - Execução de operações aritméticas ou lógicas sobre os dados;
- Controle
 - Alterações da sequência de instruções;
- Combinação dessas ações

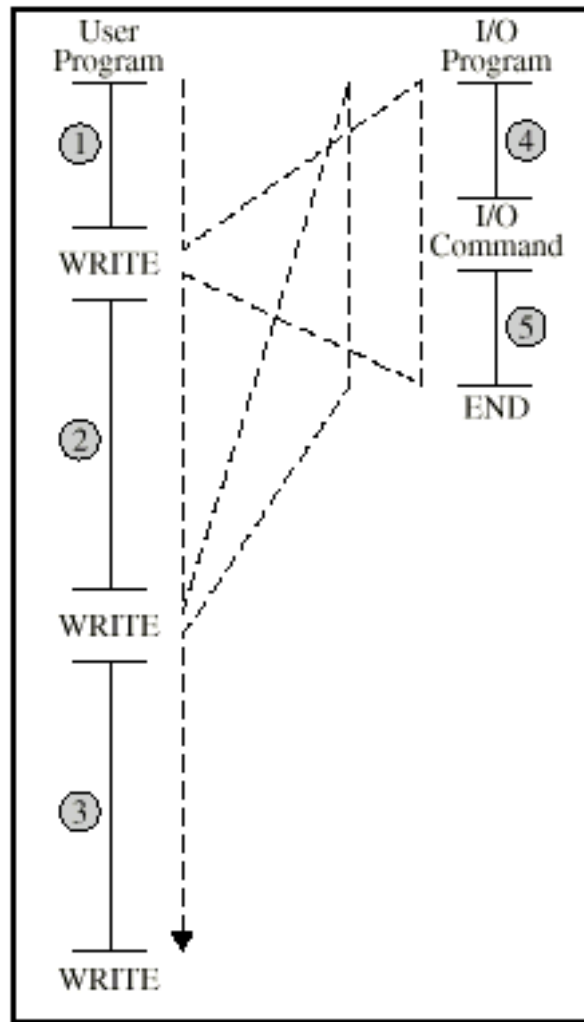
Interrupções

- Mecanismo pelo qual outros módulos (E/S) podem interromper a sequência normal do processamento
- Visa, principalmente, melhorar a eficiência de processamento

Interrupções

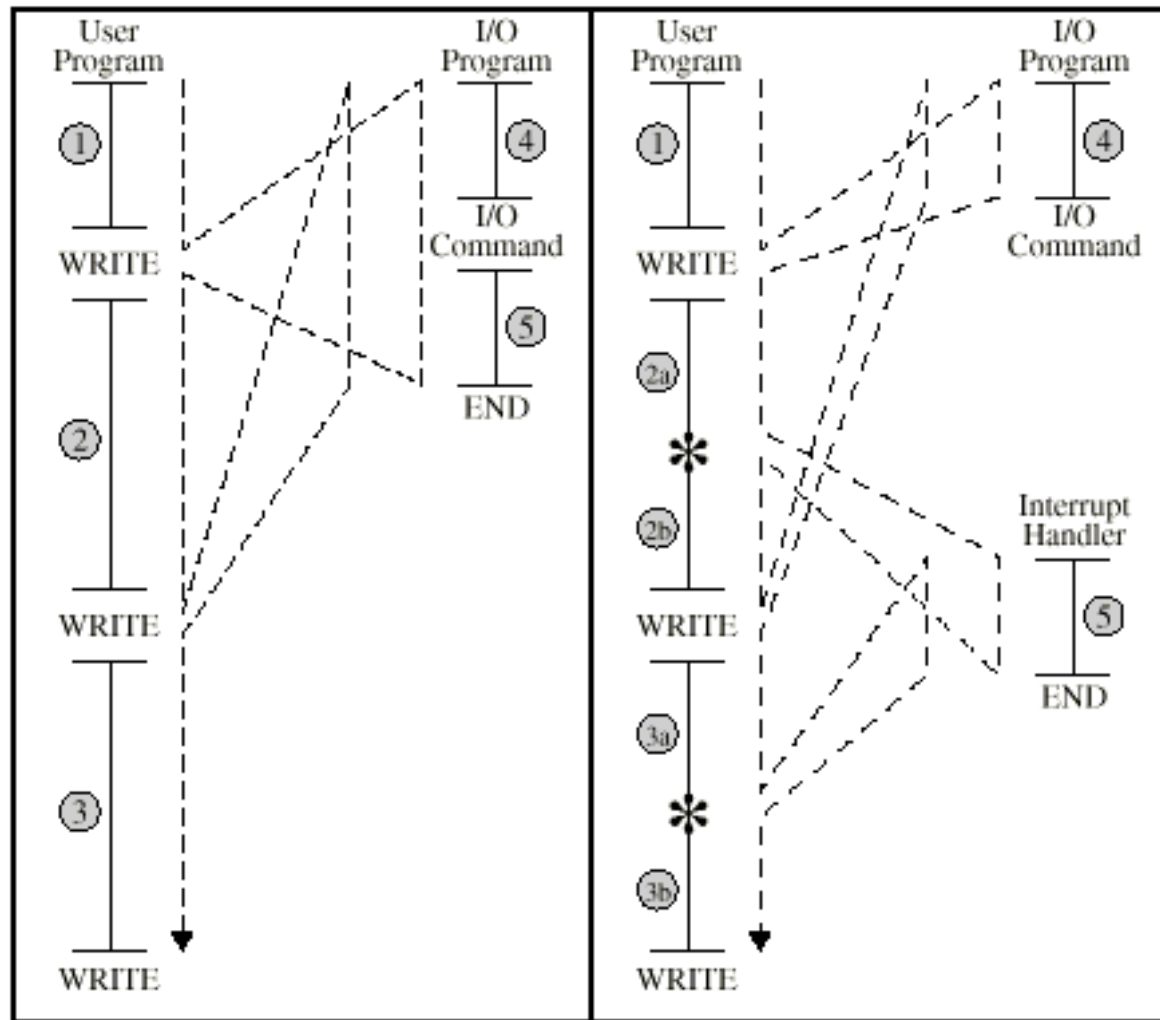
- De Software:
 - Overflow, divisão por zero, tentativa de executar uma instrução de máquina ilegal, etc
- De relógio:
 - Gerada pelo relógio interno do processador. Permite que o sistema operacional execute certas funções a intervalos de tempo regulares
- E/S:
 - Gerada por um controlador de E/S (sinalizar conclusão de uma operação ou erro)
- Falha de hardware:
 - Erro de paridade de memória

Sem interrupções



(a) No interrupts

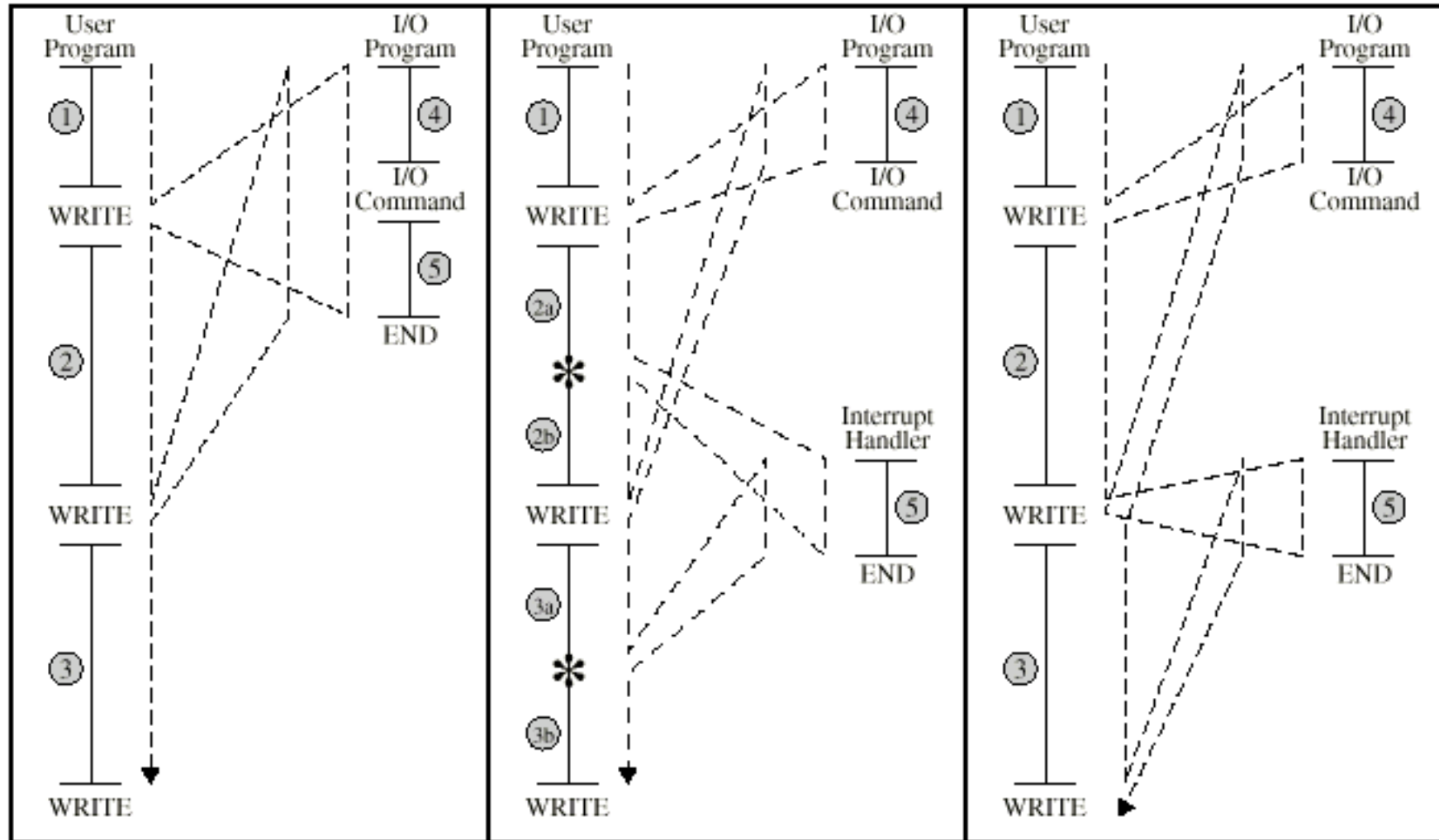
Com interrupções



(a) No interrupts

(b) Interrupts; short I/O wait

Com interrupções



(a) No interrupts

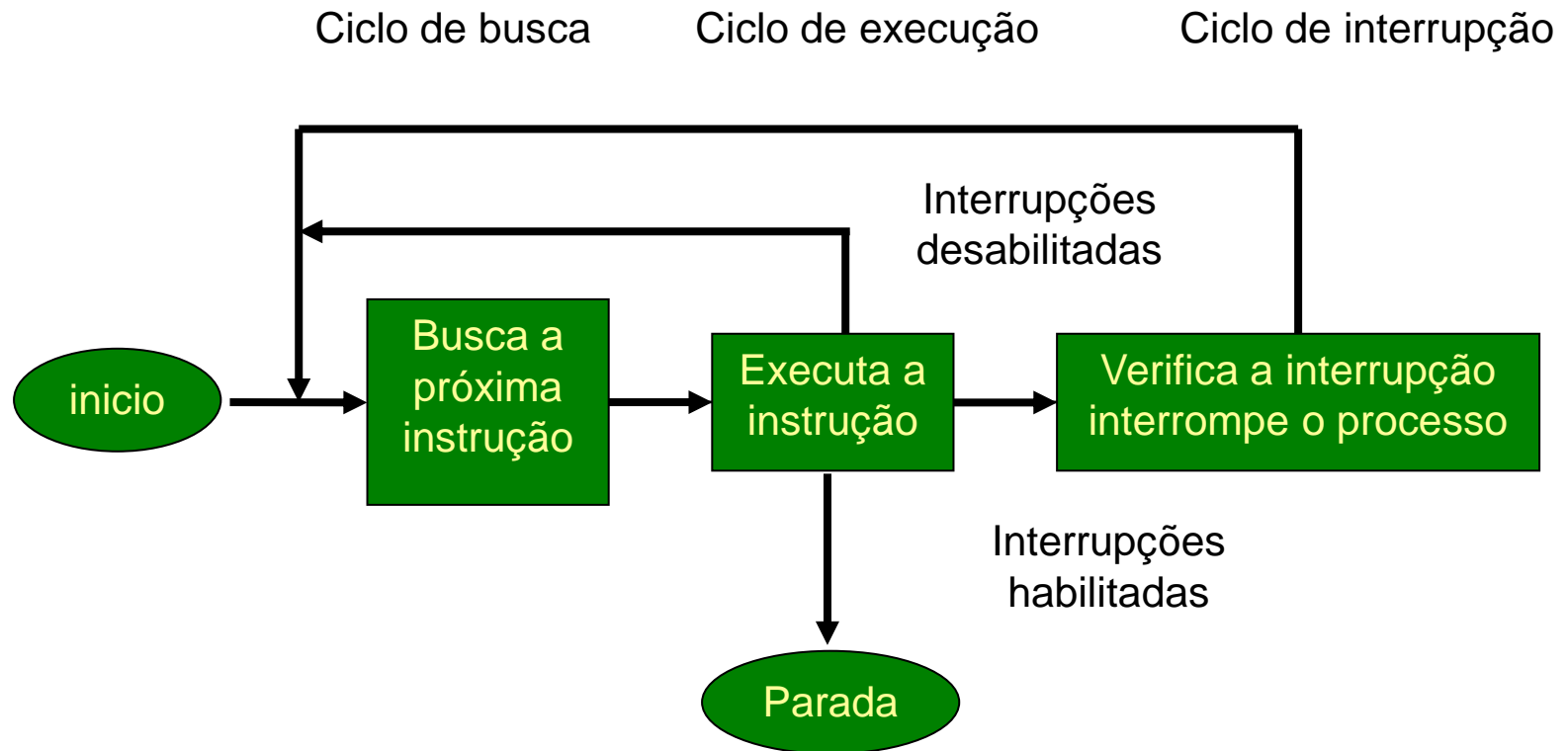
(b) Interrupts; short I/O wait

(c) Interrupts; long I/O wait

Ciclo de instrução de Interrupção

- Adicionado ao ciclo de Instrução
- Processador busca por Interrupção
 - Indicado por um sinal de Interrupção
- Se não houver interrupção, vai para a próxima instrução
- Se houver interrupção pendente
 - Suspende a execução do programa atual
 - Salva o contexto
 - Seta PC para iniciar endereço da rotina da interrupção
 - Processa Interrupção
 - Restaura contexto e continua o programa interrompido

Ciclo de instrução de Interrupção



Múltiplas Interrupções

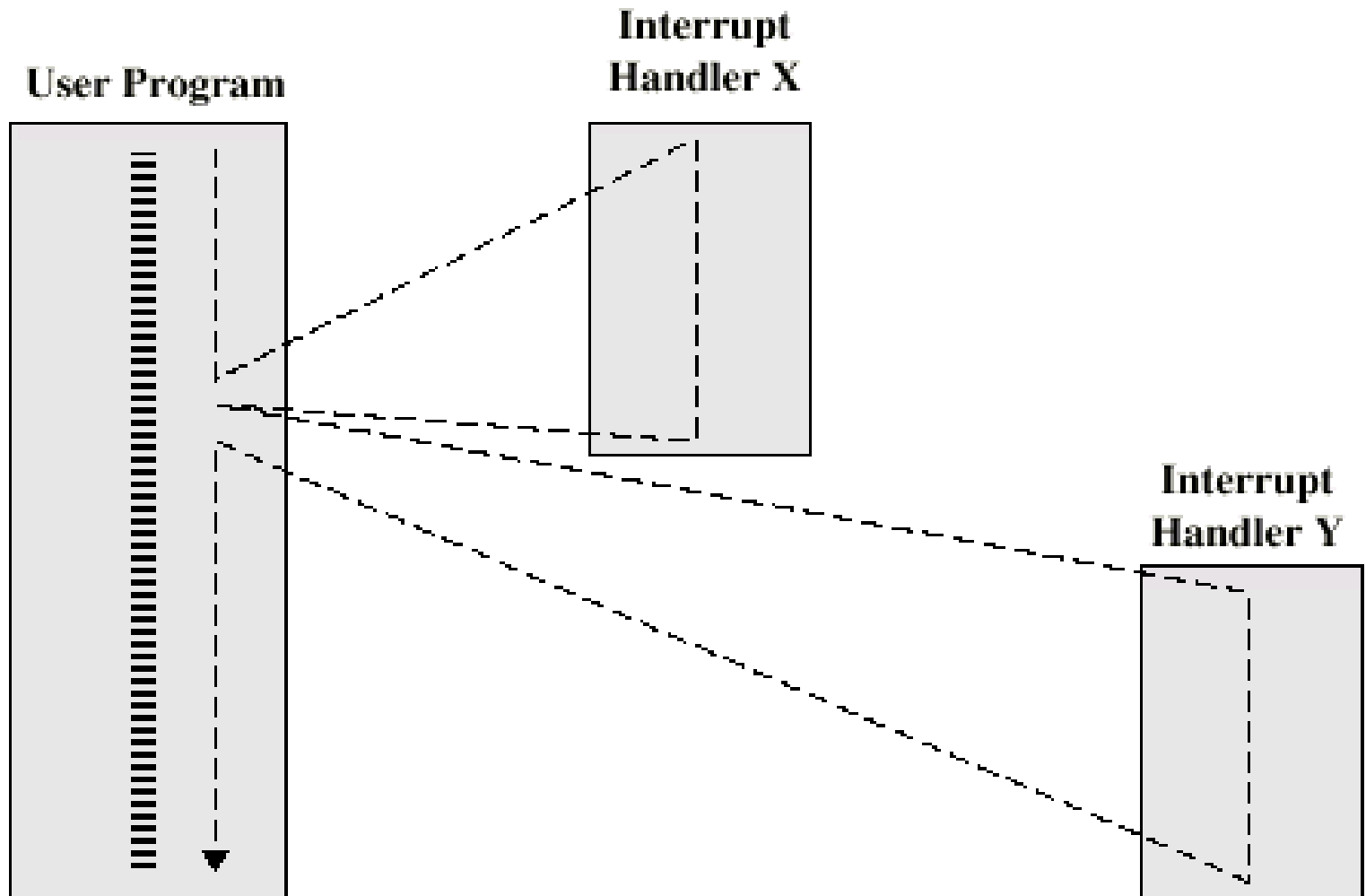
- Desabilitar interrupções
 - O processador ignora qualquer sinal de requisição de interrupção
 - Interrupções permanecerão pendentes e serão verificadas quando a primeira interrupção tiver sido processada
 - Interrupções são manipuladas em uma ordem sequencial
- Desvantagem ?
 - Prioridades ...

Ex: Comunicação e impressora

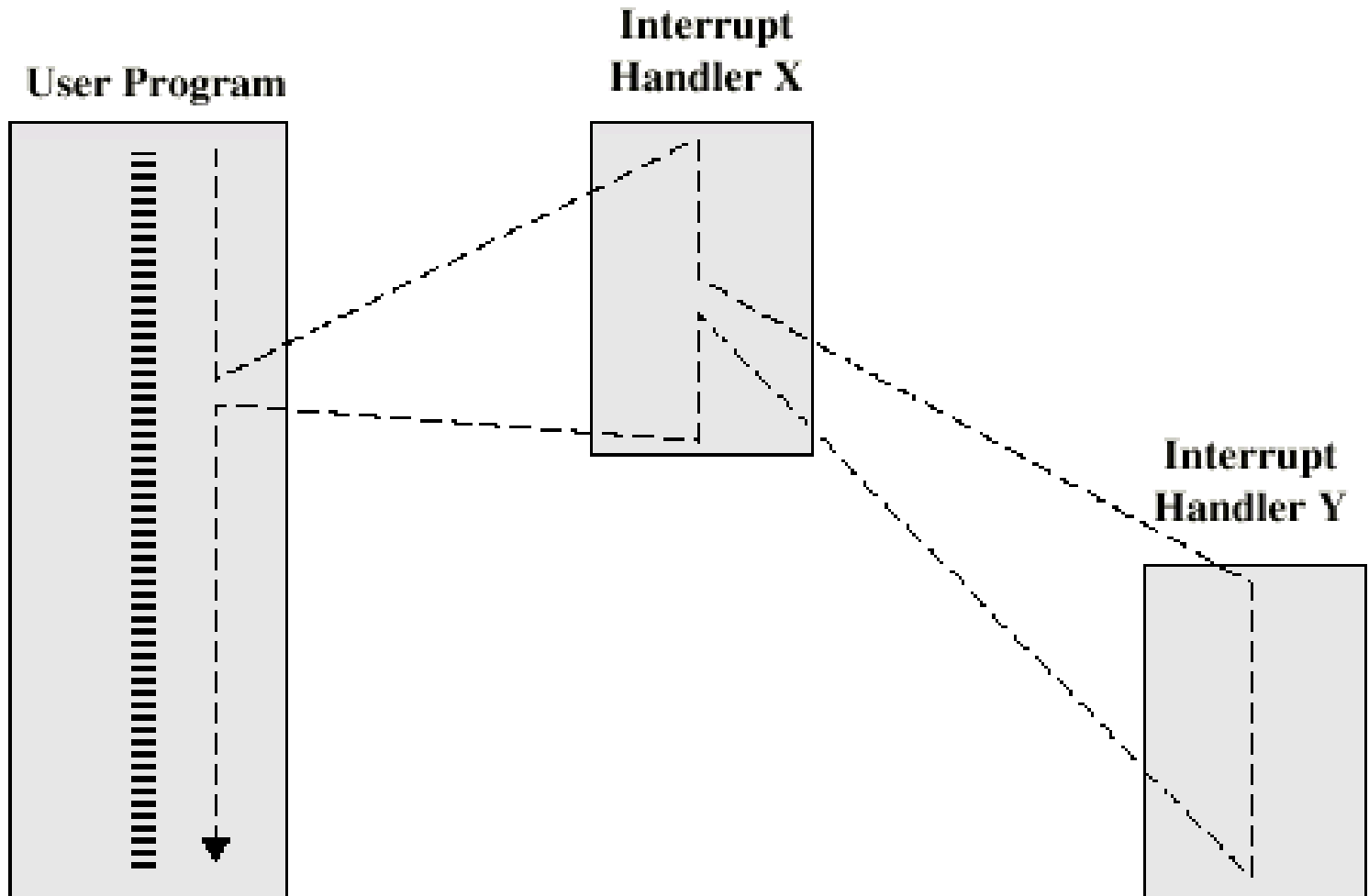
Múltiplas Interrupções

- Definir Prioridades
 - Interrupções de baixa prioridade podem ser interrompidas por interrupções de alta prioridade
 - Quando uma interrupção de alta prioridade termina de ser executada o processador retorna a interrupção anterior

Múltiplas Interrupções - Seqüenciais



Múltiplas Interrupções - Aninhadas



Estrutura de Interconexão

- Um computador consiste de um conjunto de componentes ou módulos de três tipos básicos (processador, memória e E/S), que se comunicam entre si
- Devem existir caminhos entre esses módulos
- A coleção de caminhos que conectam os vários módulos é chamada *Estrutura de Interconexão*
- O projeto dessa estrutura depende das informações trocadas entre os vários módulos

Conexão de Memórias

- Recebe e envia dados
- Recebe endereços (posições)
- Recebe sinais de controle
 - Leitura
 - Escrita

Conexão de E/S

- Similar a memória do ponto de vista computacional
- Saída
 - Recebe dados do computador
 - Envia dados para periféricos
- Entrada
 - Recebe dados de periféricos
 - Envia dados para o computador
- Recebe endereços do computador
 - Número da porta para identificar periférico
- Envia sinais de Interrupções (controle)

Conexão da CPU

- Lê instruções e dados
- Escreve dados após seu processamento
- Envia sinais de controle para outras unidades (módulos)
- Recebe sinais de Interrupções

Interconexão de Barramentos

Várias estruturas de interconexão têm sido utilizadas ao longo dos anos. As mais comuns são o barramento e as várias estruturas de múltiplos barramentos.

O que é uma Barramento?

- Um caminho de comunicação conectando dois ou mais dispositivos
- Usualmente compartilhado
- Frequentemente agrupados
 - Números de canais em um barramento
 - Ex: Barramento de dados de 32 bits
 - Separado em 32 canais de um único bit cada

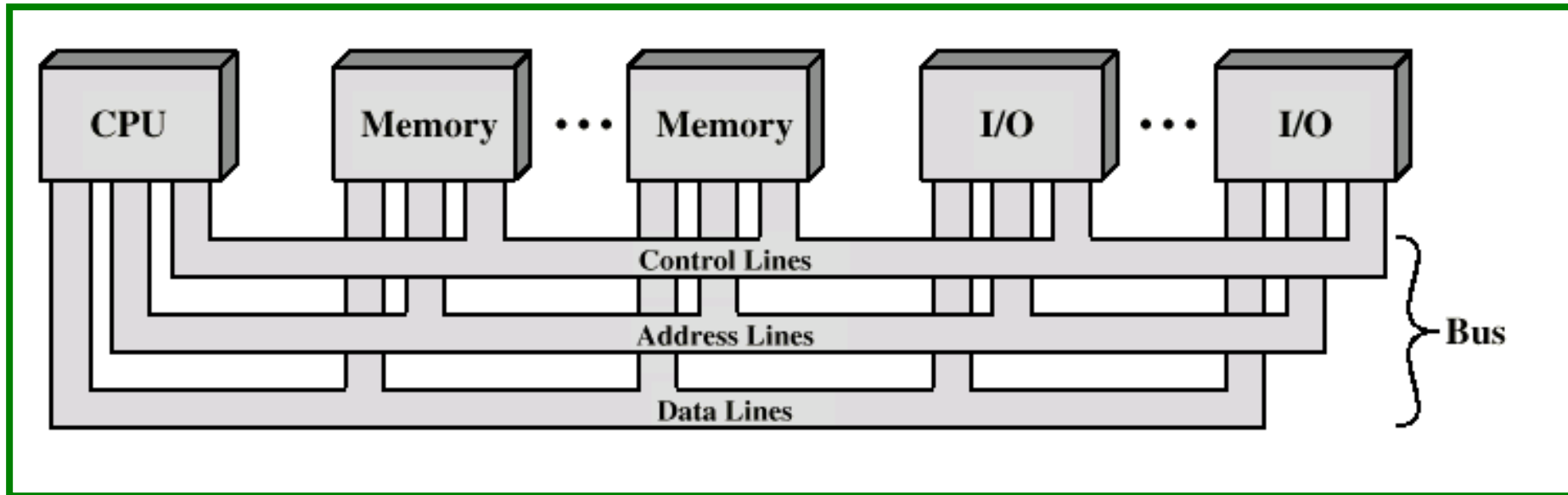
Barramento do Sistema

- O barramento usado para conectar o componentes principais do computador (processador, memória, E/S) é conhecido como *barramento do Sistema*
- As estruturas mais comuns são baseadas no uso de um ou mais barramentos do sistema

Estrutura de Barramentos

- 50 a 100 linhas distintas (cada barramento)
 - Cada linha possui uma função ou significado
- Apesar de vários projetos, as linhas de um barramento podem ser classificadas em três grupos funcionais:
 - Linhas de dados
 - Linhas de endereços
 - Linhas de controle
- Devem existir linhas de energia para os módulos conectados

Esquema de interconexão de barramentos



Linhas de dados

- Fornecem um caminho para a transferência de dados entre os módulos do sistema
- Denominado **Barramento de dados**
- Contém tipicamente 8, 16 ou 32 linhas
- *Largura* do barramento
 - Constitui parâmetro fundamental para o desenvolvimento do sistema

Ex: Barramento de dados: 8 bits

Instrução com 16 bits

Processador fará 2 acessos a memória em cada ciclo de instrução

Linhas de endereço

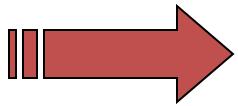
- Utilizadas para designar a fonte ou o destino dos dados
- ***Barramento de endereço***
- Quando o processador deseja ler uma palavra (de 8, 16 ou 32 bits) da memória, ele coloca o endereço da palavra nas linhas de endereço
- A largura determina a capacidade máxima da memória do sistema
- Em geral, também são empregadas para endereçar as portas de E/S

Linhas de controle

- Usadas para controlar o acesso e a utilização das linhas de dados e de endereço
 - Linhas de dados e de endereços são compartilhados por todos os componentes
 - Deve existir uma maneira de controlar sua utilização
- Utilizados tanto para transmitir comandos quanto para transmitir informações de temporização entre módulos do sistema

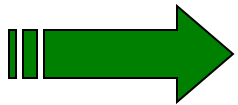
Funcionamento do Barramento

- Quando um módulo do sistema deseja enviar dados para outro, ele deve:



1. Obter o controle do barramento (compartilhado)
2. Transferir os dados

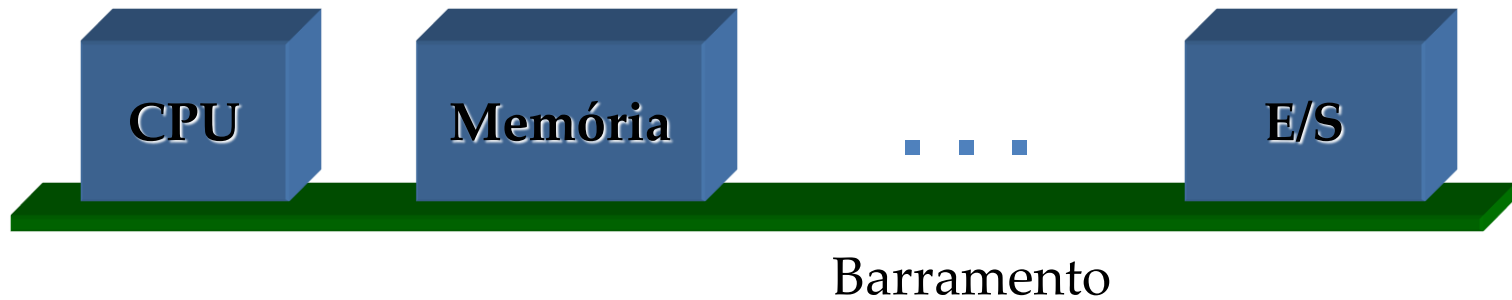
- Quando um módulo deseja requisitar dados de outro módulo, ele deve:
 1. Obter o controle do barramento
 2. Transferir uma requisição (linhas de controle e de endereço)
 3. Deve esperar que o outro módulo envie os dados requisitado



Como eles se parecem?

- Conjunto de condutores elétricos paralelos
- Linhas de metal impressas em um cartão ou placa (placa de circuito impresso)
- Conjunto de fios

Estrutura de barramento único



Problemas de barramento único

- Número muito grande de dispositivos conectados a um barramento

1. Primeira causa:

- Quanto maior o número de dispositivos conectados, maior é o comprimento de um barramento e, assim, maior o atraso na propagação de sinais.
- Quando o controle do barramento passa muitas vezes de um dispositivo para outro, esses atrasos podem afetar seriamente o desempenho

Problemas de barramento único

- Número muito grande de dispositivos conectados a um barramento

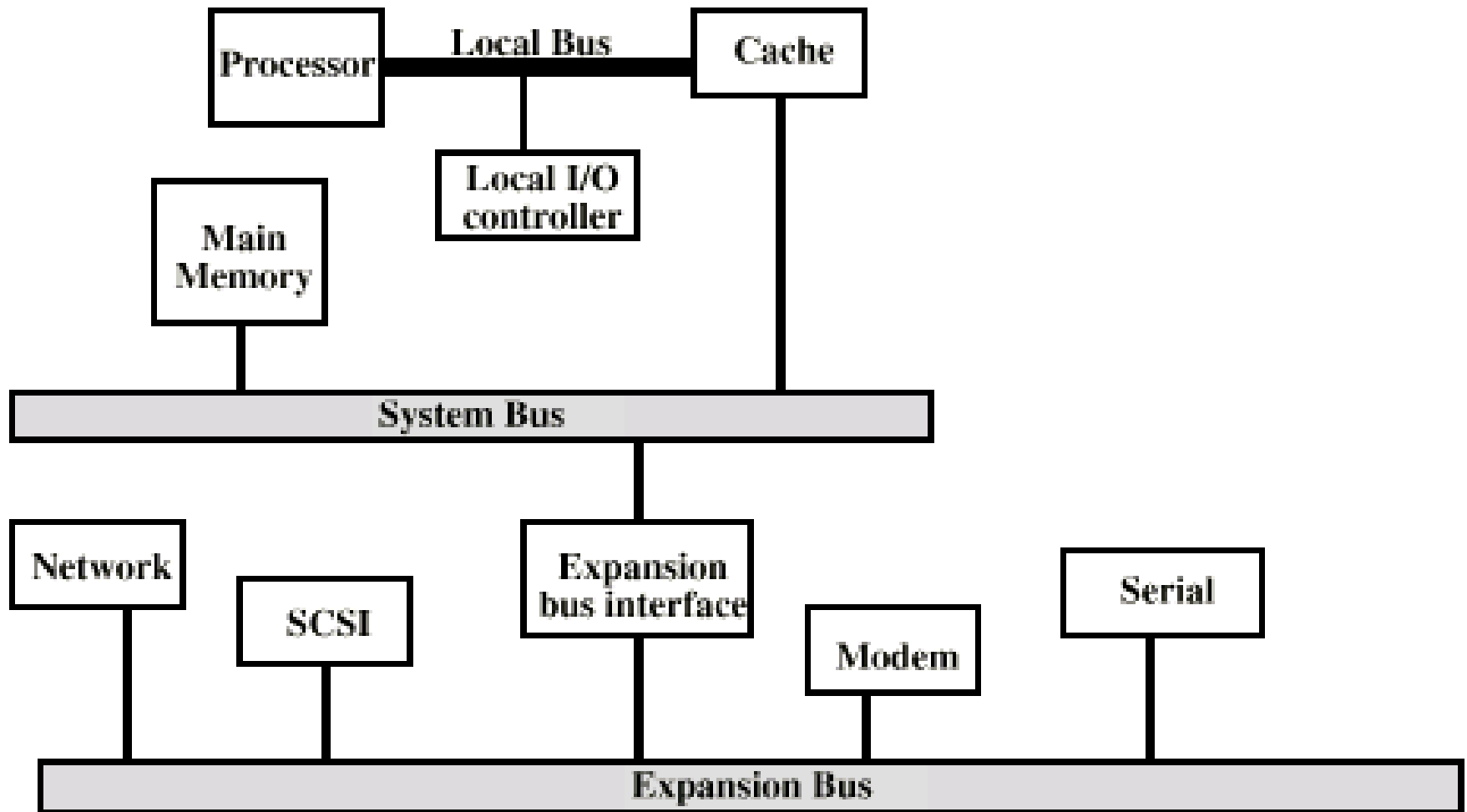
2. Segunda causa:

- O barramento pode se tornar um gargalo do sistema quando a demanda agregada por transferência de dados se aproxima da capacidade do barramento
- Pode ser contornado pelo aumento da largura do barramento de dados
 - Alta taxa de transferência de dispositivos conectados - Interface de rede, controladores de vídeo e gráficos

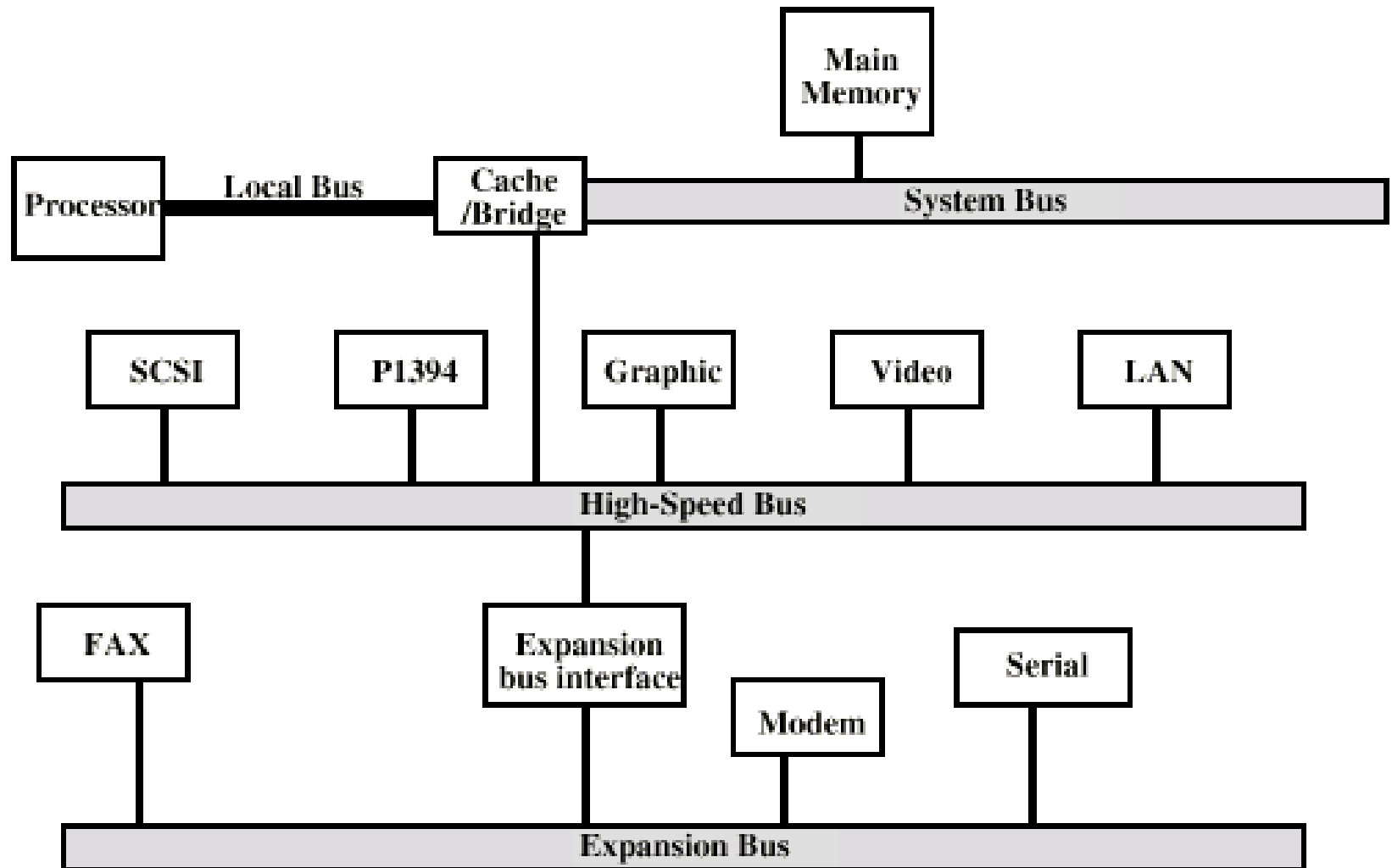
Múltiplos barramentos

Desse modo, a maioria dos sistemas de computação utiliza múltiplos barramentos, geralmente dispostos de maneira hierárquica

Tradicional (ISA) (com cache)



Barramento de alta performance



Tipos de barramentos

- Linhas Dedicadas
 - Separa linhas de dados e endereços
- Linhas Multiplexadas
 - Linhas compartilhadas
 - Linha de controle para validar dados e endereços
 - Vantagem: menos linhas
 - Desvantagens:
 - Controle mais complexo
 - Possibilidade de reduzir desempenho

Métodos de arbitração

- Mais de um módulo pode precisar ter o controle do barramento
 Ex: CPU e controlador DMA
- Somente um módulo pode controlar o barramento de cada vez
- É necessário utilizar algum método de arbitração
- Arbitração pode ser *Centralizada* ou *Distribuída*

Arbitração centralizada

- Dispositivo de hardware único controla o acesso ao barramento
 - Controlador de Barramento
 - Árbitro
- Pode ser parte da CPU ou módulo separado

Arbitração Distribuída

- Cada módulo pode reivindicar o barramento
- Controle lógico em todos os módulos

Temporização

- Coordenação de eventos no barramento
- Síncrono
 - Eventos são determinados por sinais de relógio
 - Barramento de Controle inclui linha de relógio
 - Um único 1 ou 0 é um ciclo de barramento
 - Todos os dispositivos podem ler a linha de relógio
 - Usualmente, 1 ciclo para um evento