



UNIVERSIDADE
FEDERAL DO CEARÁ

Arquitetura de computadores

Unidade de Controle

ARQUITETURA DE COMPUTADORES

PROF. Alex Lima

Introdução

- **Processador**
 - Unidade de controle
 - Conceito
 - Micro-operações
 - Ciclo de micro-operações
 - Controle do processador
 - Implementação por hardware

Introdução

- **Unidade de controle**
 - Conceito
 - Micro-operações
 - Ciclo de micro-operações
 - Controle do processador
 - Implementação por hardware

Unidade de Controle

- Função

A função da unidade de controle é gerar os sinais de controle que para comandar a execução de uma série de microoperações na sequencia correta.

Introdução

- Funcionamento de um processador

- | | | |
|------------------------------------|---|--|
| 1. Operações (<i>opcode</i>) | } | Conjunto de instruções |
| 2. Modos de endereçamento | | |
| 3. Registradores | | |
| 4. Interface com módulos de E/S | } | Barramento do sistema |
| 5. Interface com módulo de memória | | |
| 6. Interrupções | } | Barramento do sistema
/Suporte ao sistema operacional |

Unidade de Controle

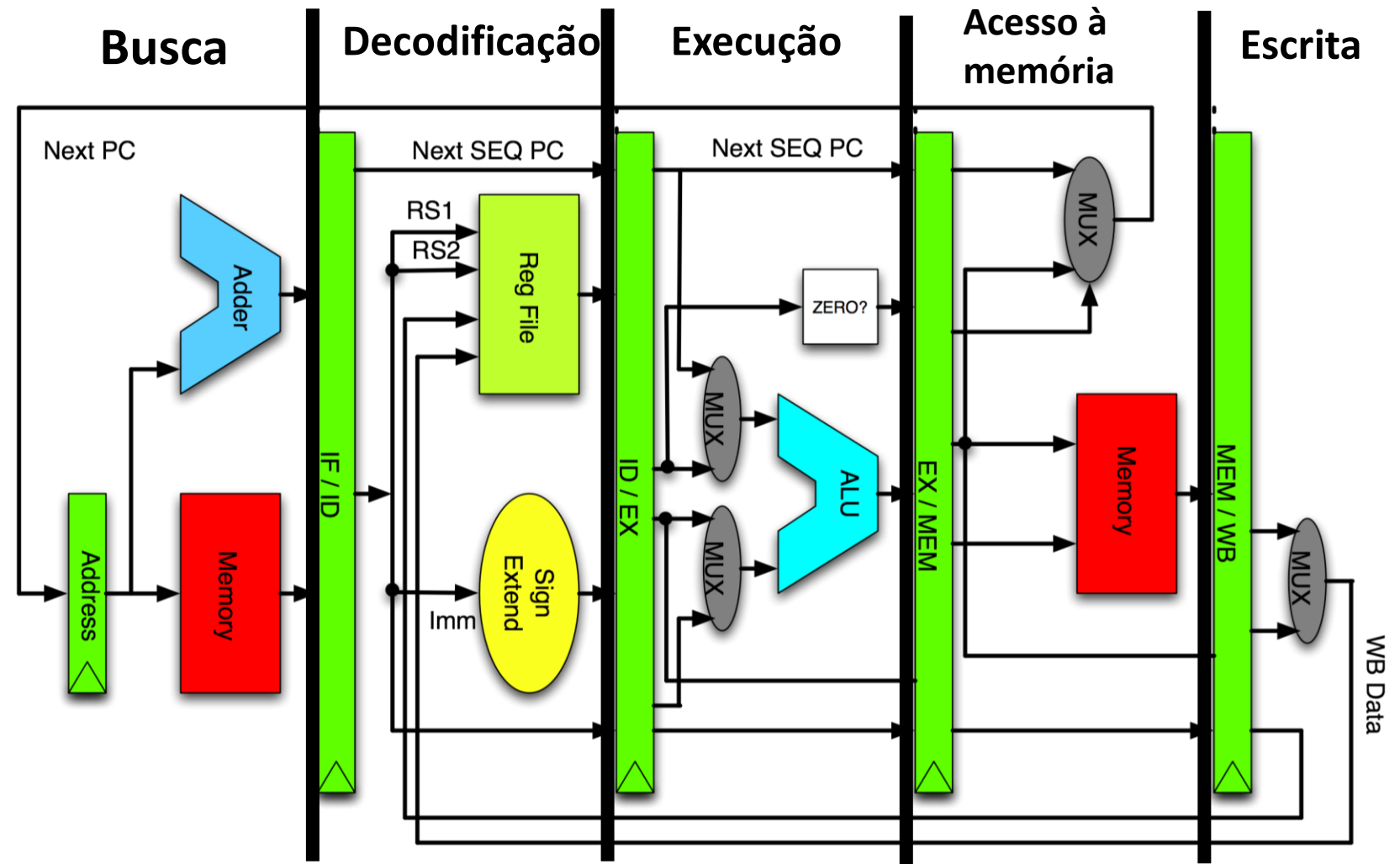
Instruções

- Operações e Operandos
 - Estágios sequenciais
 - Sub estágios

Unidade de Controle

Instruções

- Estágios



Unidade de Controle

Instruções

- Para cada instrução a ser executada existem sequencias de passos, uma sequencia de microoperações.
- Uma instrução pode ser dividida em estágios.
- Cada estágio pode ser dividido em microoperações.

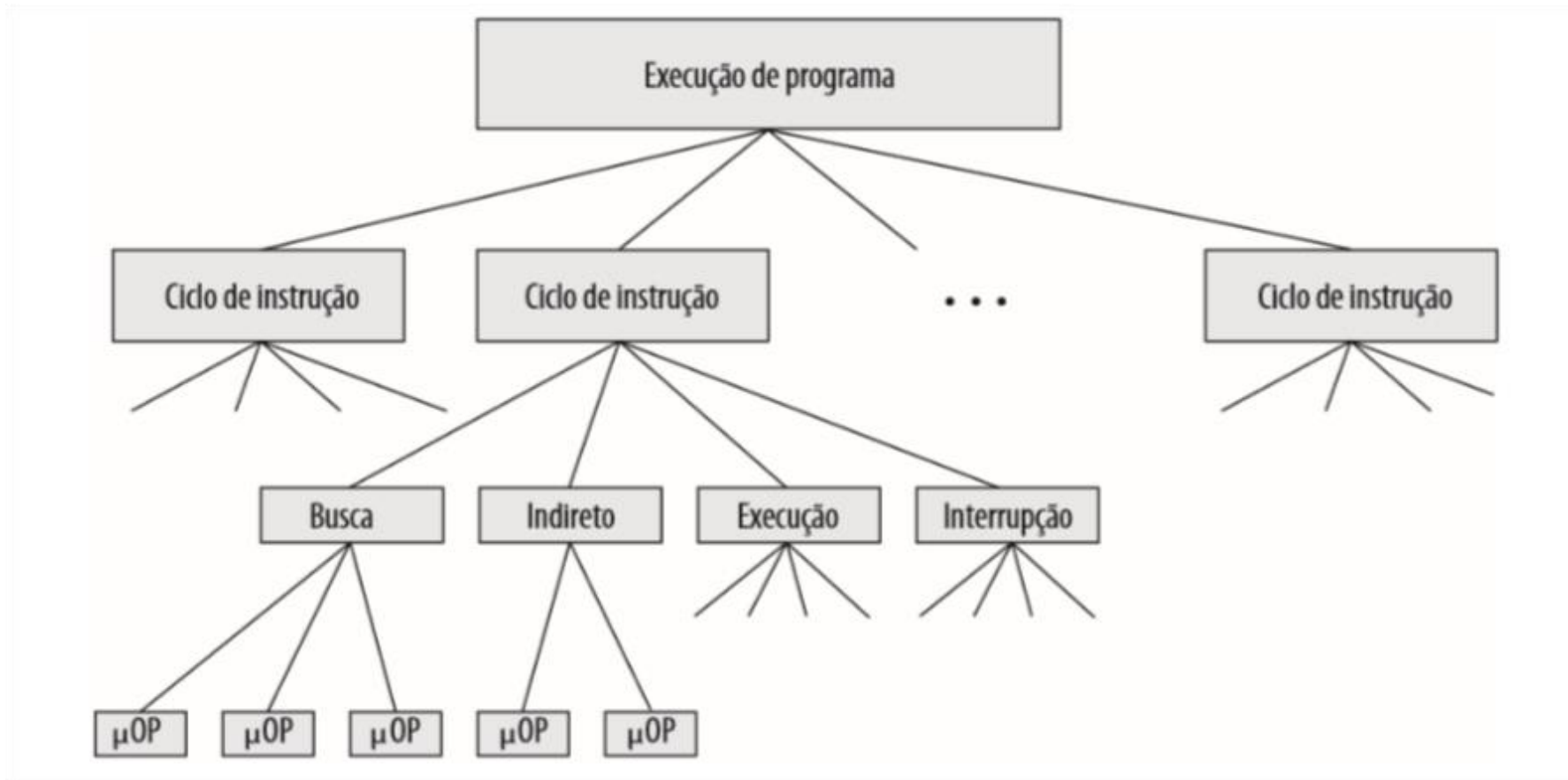
Unidade de Controle

Microoperações

- Uma microoperação é uma etapa na execução de um estágio de uma instrução de máquina.
- **Exemplos de microoperações**
 - Ativar um sinal de controle
 - Mover dados entre dois registradores
 - Realizar uma operação da ULA

Unidade de Controle

Microoperações



Unidade de Controle

Microoperações

- Da mesma forma como a execução de uma instrução é realizada por meio de um ciclo de instrução:
 - Busca
 - Decodificação
 - Execução
 - Interrupção
- Cada estágio possui um ciclo de microoperação.

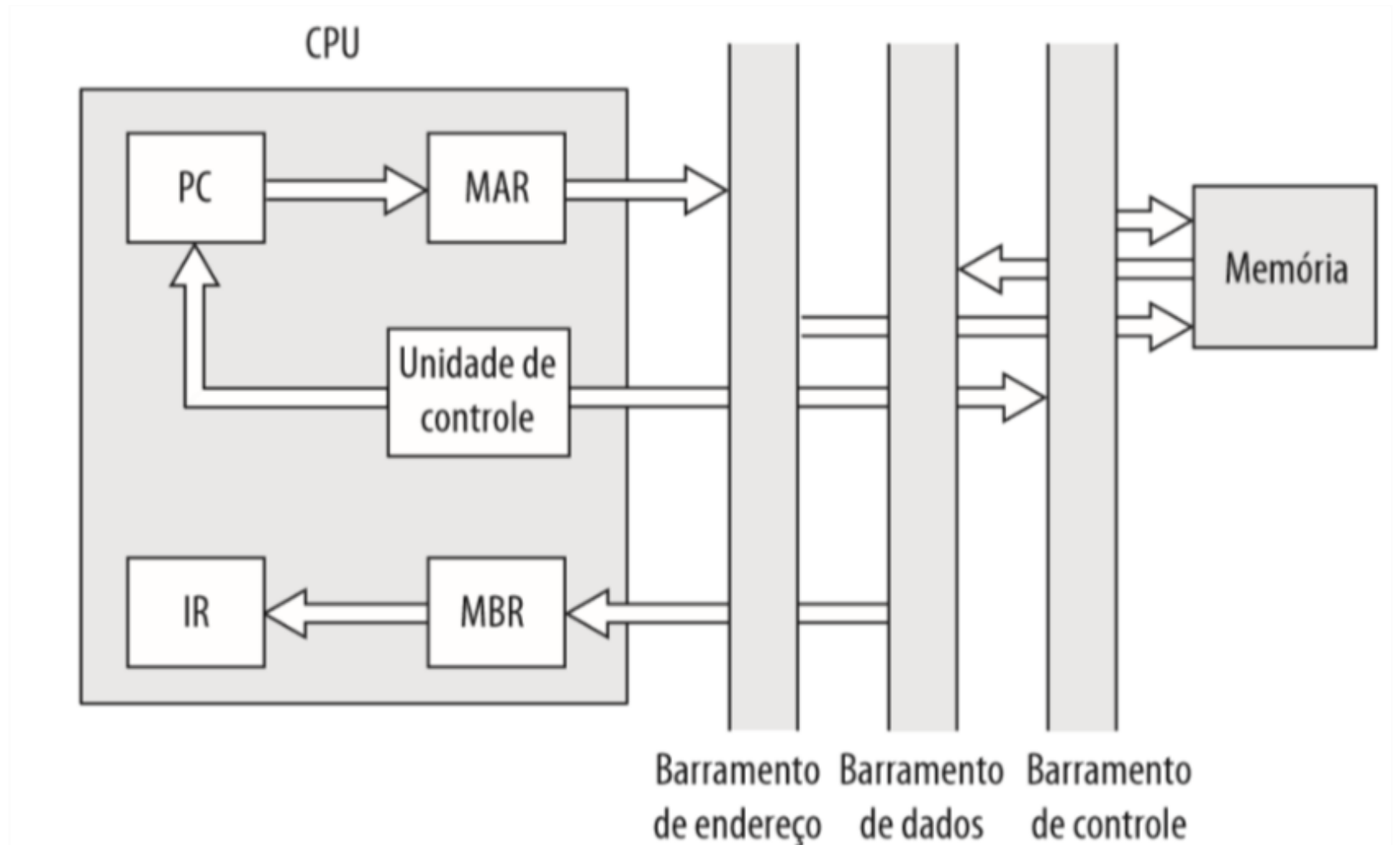
Unidade de Controle

Ciclo de Microoperações

- Ciclo de busca
- Ciclo indireto
- Ciclo de interrupção
- Ciclo de execução
- Ciclo de instrução

Unidade de Controle

Ciclo de busca



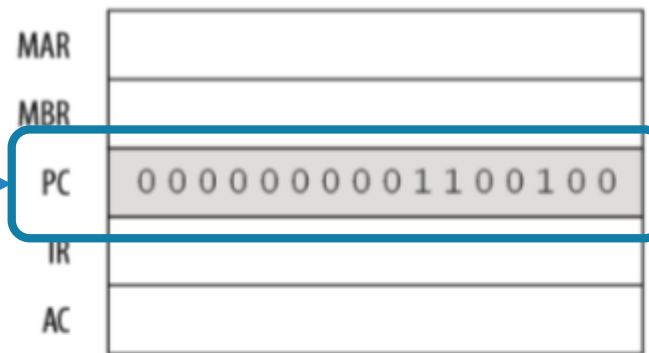
Unidade de Controle

Ciclo de busca

- Esta é a sequencia de microoperações para buscar uma instrução na memória:
 1. O endereço do PC é copiado para o registrador MAR.
 2. O endereço do MAR é copiado para o barramento de endereços.
 3. A UC envia um sinal READ para o barramento de controle.
 4. A memória envia o conteúdo do endereço para o barramento de dados para o registrador MBR.
 5. O conteúdo do MBR é copiado para o IR.

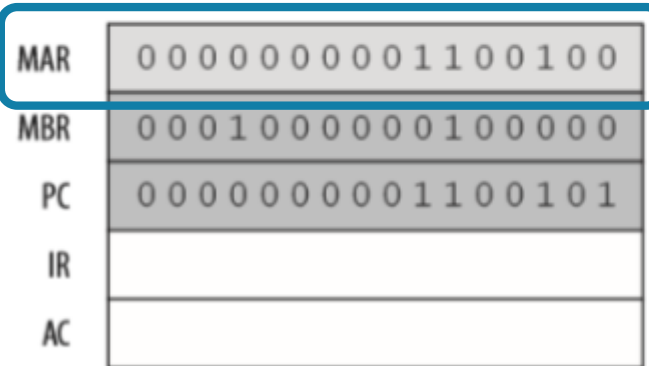
Unidade de Controle

Ciclo de busca



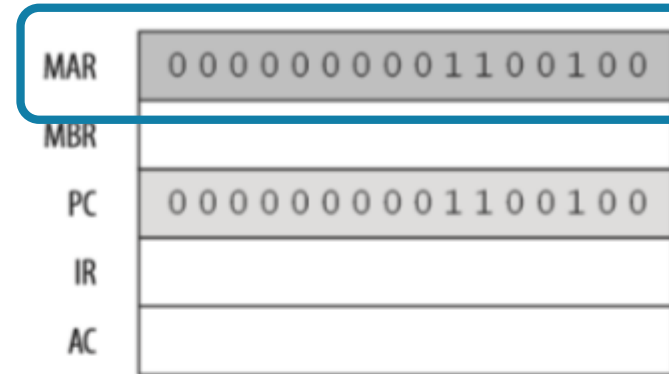
(a) Início (antes de t_1)

1. PC contém o endereço 100



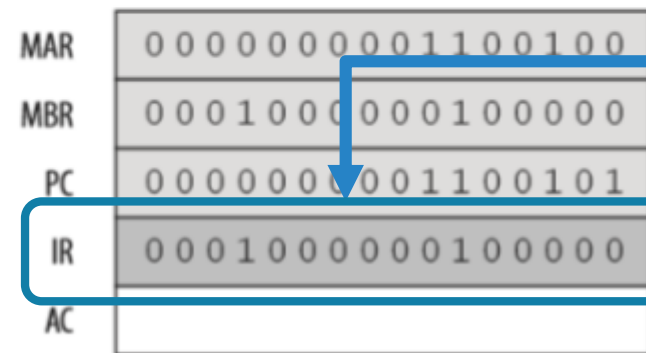
(c) Depois do segundo passo

3. O conteúdo do endereço de memória é enviado ao MBR



(b) Depois do primeiro passo

2. O endereço do PC é copiado para o MAR



(d) Depois do terceiro passo

3. O conteúdo do MBR é copiado para o IR

Unidade de Controle

Ciclo de busca

- O ciclo de busca pode ser resumido em 3 passos de 4 micro operações.

1. T1: $MAR \leftarrow (PC)$

2. T2: $MBR \leftarrow \text{Memória}$

$PC \leftarrow PC + 1$

1. T3: $IR \leftarrow MBR$

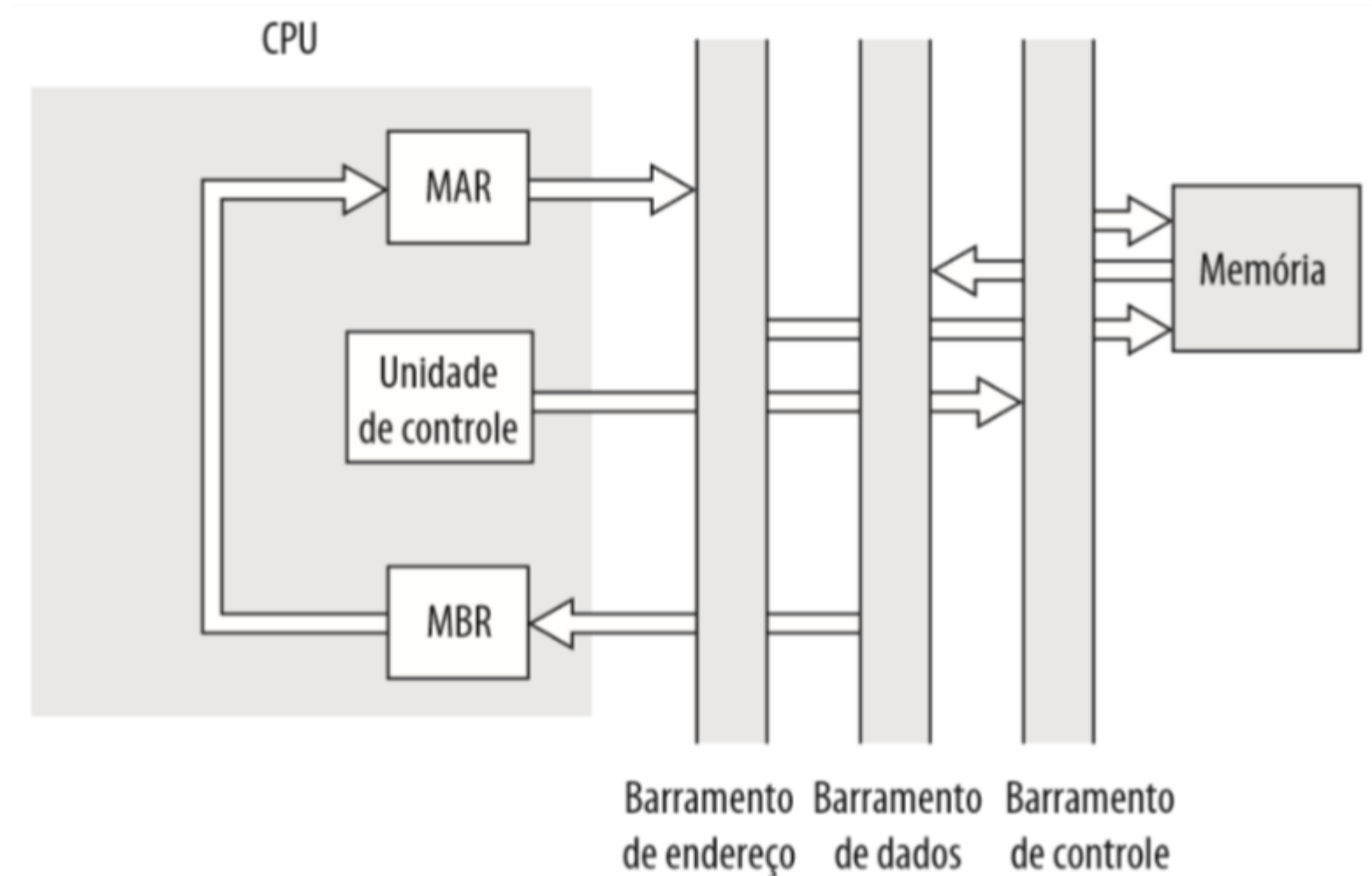
Unidade de Controle

Ciclo indireto

- O ciclo de busca de operandos poder ser realizado de diversas formas.
- Cada modo de endereçamento é uma forma de buscar/encontrar os dados.
- O ciclo indireto é a busca por pelo endereço de memória que contém o endereço do operando.

Unidade de Controle

Ciclo indireto



Unidade de Controle

Ciclo indireto

1. A UC envia um sinal para o que o campo de endereços seja copiado do MBR/IR para o MAR.
2. O endereço no MAR é copiado para o barramento de endereços.
3. A UC envia um sinal READ para o barramento de controle.
4. A memória envia pelo barramento de dados o conteúdo do endereço enviado pelo barramento de endereços.
5. O MBR recebe os dados enviados pelo barramento de dados.

Unidade de Controle

Ciclo indireto

- O ciclo indireto pode ser resumido em 3 micro operações.
 1. T1: $MAR \leftarrow (MBR/IR \text{ (endereço)})$
 2. T2: $MBR \leftarrow \text{Memória}$
 3. T3: $IR(\text{endereço}) \leftarrow MBR \text{ (endereço)}$

Unidade de controle

Ciclo de execução

- Devido a conjunto de instruções que uma máquina pode realizar existe uma grande variedade de microoperações possíveis.
- Para ilustrar como pode ser realizado o ciclo de execução, considere
 - **ADD R1, X**
 - **ISZ X**

Unidade de controle

Ciclo de execução

- **ADD R1, X**
 - **T1: MAR** \leftarrow IR(Endereço)
 - **T2: MBR** \leftarrow Memória
 - **T3: R1** \leftarrow **R1** + **MBR(X)**

Unidade de controle

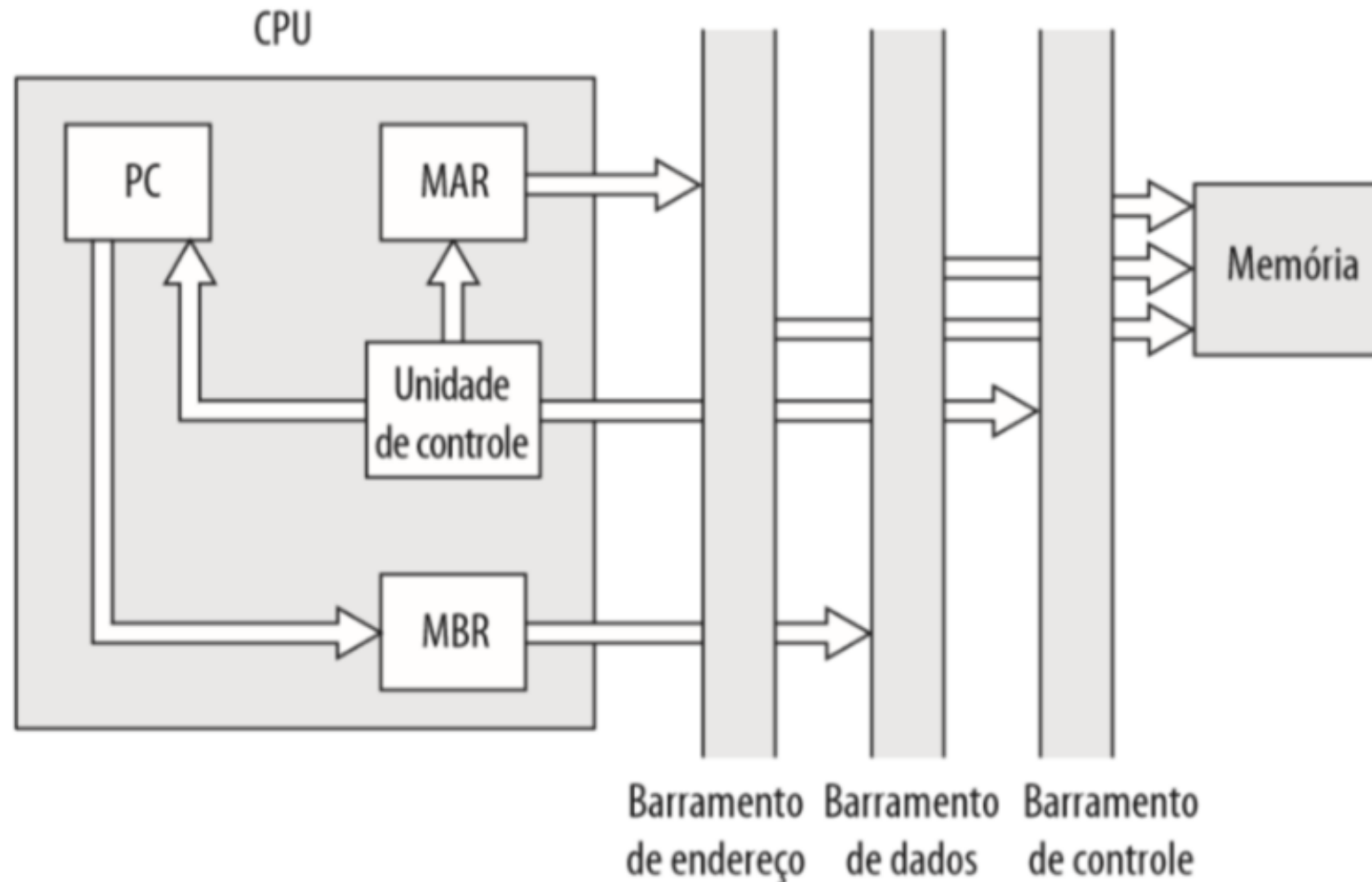
Ciclo de execução

ISZ X

- T1: $MAR \leftarrow \text{endereço}$
- T2: $MBR \leftarrow \text{memória}$
- T3: $MBR \leftarrow MBR + 1$
- $\text{Memória} \leftarrow MBR$
se $((MBR) == 0)$ então $((PC) \leftarrow PC + 1)$

Unidade de Controle

Ciclo de interrupção



Unidade de Controle

1. O endereço armazenado no PC é copiado para o MBR.
2. O endereço de onde o PC será salvo é copiado para o MAR e enviado pelo barramento de endereços.
3. A UC envia um sinal WRITE para o barramento de controle.
4. O endereço da rotina de tratamento de interrupção é copiado para o PC.
5. O MBR envia os dados para a memória pelo barramento de dados.

Unidade de Controle

Ciclo de interrupção

- O ciclo indireto pode ser resumido em 3 micro operações.
 1. T1: $MBR \leftarrow PC$
 2. T2: $MAR \leftarrow \text{endereço_destino}$
 3. T3: $PC \leftarrow \text{endereço_interrupção}$
 4. T4: $\text{Memória} \leftarrow MBR$

Unidade de Controle

Ciclo de instrução

- O conjunto de ciclo de microoperações compõe o ciclo de instrução.
- O ICC (*Instruction Code Cycle*, ou Código de Ciclo de Instrução) é o registrador que define o estado do processador.
 - **00**: Busca
 - **01**: Indireto
 - **10**: Execução
 - **11**: Interrupção

PRÁTICA

- 1) Explique a diferença entre sequencia escrita e sequencia de tempo de execução de um programa.
- 2) Descreva o ciclo de execução para uma instrução de multiplicação.
- 3) Qual a relação entre instruções e microoperações?
- 4) Qual a função geral da unidade de controle no processador?

Unidade de Controle

Programa de computador



- **Comandos**

- Fluxo de comandos

- **Instruções**

- Ciclo de instruções

- **Microoperações**

- Conjunto de operações que formam uma etapa do ciclo de instruções

Unidade de Controle

Requisitos funcionais

- O conjunto de funções que a unidade de controle deve executar.
 - **Ordenar** a sequencia de microoperações
 - **Controlar** de sinais de execução

Unidade de Controle

Projeto de uma unidade de controle

- Definir os elementos básicos do processador.
- Descrever as microoperações que o processador executa.
- Determinar as funções que a UC deve realizar para fazer com que as microoperações (μOp) sejam executadas.

Unidade de Controle

Elementos básicos de um processador

- ULA
- Registradores
- Caminhos internos
- Caminhos externos
- Unidade de Controle

Unidade de Controle

- **Microoperações de um processador**
 - Transferência de dados entre registradores
 - Transferência de dados de registradores para interface externa
 - Registrador \Rightarrow Barramento do sistema
 - Transferência de dados de interface externa para registradores
 - Barramento do sistema \Rightarrow Registrador
 - Efetuar operações aritméticas e lógicas

Unidade de Controle

Funcionamento da Unidade de Controle

Categorias de microoperações:

- Sequenciamento
- Execução

Unidade de controle

Funcionamento da Unidade de Controle

- A unidade de controle manter, internamente, a informação sobre o estágio que está sendo executado no momento.
- A unidade de controle decide a ordem em que as microoperações devem ser realizadas.

Unidade de controle

Funcionamento da Unidade de Controle

- A decisão é tomada com base:
 - Sinais de entrada
 - Valor do ICC
- Executada por meio de sinais de controle
 - Sinais de saída

Unidade de Controle

Funcionamento da Unidade de Controle

- Utilizar os elementos básico do processador para executar as microoperações.
- Os elementos básicos são ativados via **sinais de controle** na ordem correta.

Unidade de controle

Funcionamento da Unidade de Controle

- **Entrada**

- Valor das entradas: clock, flags e registrador de instrução.
- Valor do ICC: O estágio atual da instrução.

- **Saída**

- Sinais de controle

Unidade de Controle

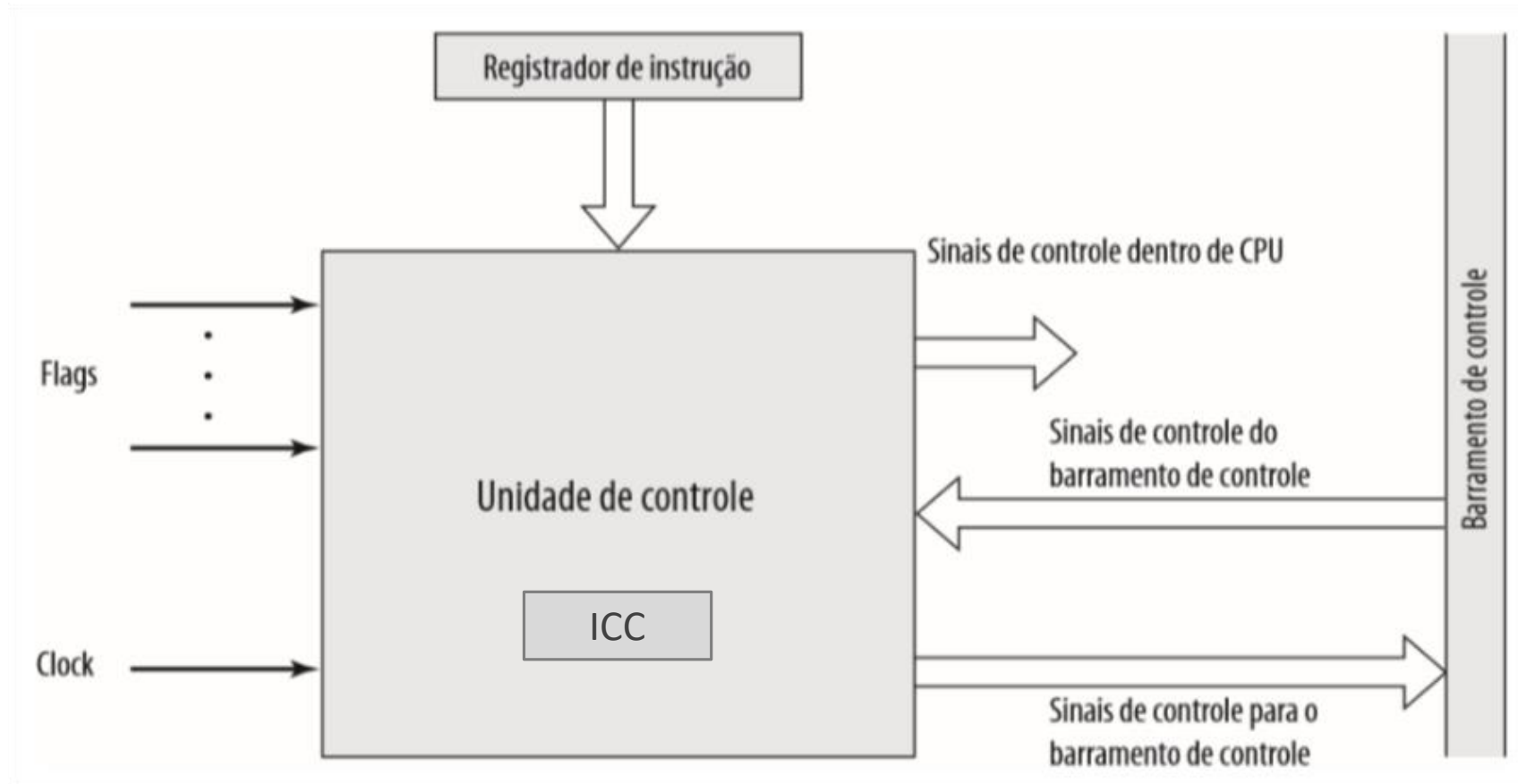
- **Sinais de Controle (Entrada)**
 - Clock
 - Temporizador
 - Registrador de instrução
 - Entrada
 - Flags
 - Estado do processador

Unidade de Controle

- **Sinais de Controle (Saída)**
 - Sinais de controle do barramento de controle
 - Entrada
 - Sinais de controle dentro do processador
 - Registradores
 - ULA
 - Sinais de controle para barramento de controle
 - Memória
 - Dispositivos de E/S

Unidade de controle

Sinais de controle



Unidade de Controle

Tipos de sinais de controle

- Sinais de controle da ULA
- Sinais de controle de dados
- Sinais de controle do barramento do sistema

Unidade de Controle

Ativação de sinais de controle

- O envio de um sinal de controle é a ativação de circuitos que permitem que determinada ação seja realizada.
- Ao ser ativado o circuito executa sua função:
 - Armazena um dado
 - Transfere dados
 - Executa operação

Unidade de Controle

Ativação de sinais de controle

- **Simplificação**
 - Um registrador é um circuito de memória
 - Um sinal de controle para um registrador é um sinal elétrico que ativa a saída do circuito.
 - A saída do registrador está conectada a entrada de outro registrador.

Unidade de Controle

Ativação de sinais de controle

- Sinais de controle
- **Operação:** Transferência de dados entre registradores

