

Arquitetura de um processador

1. Caminho de dados de um processador

Prof. John L. Gardenghi
Adaptado dos slides do livro

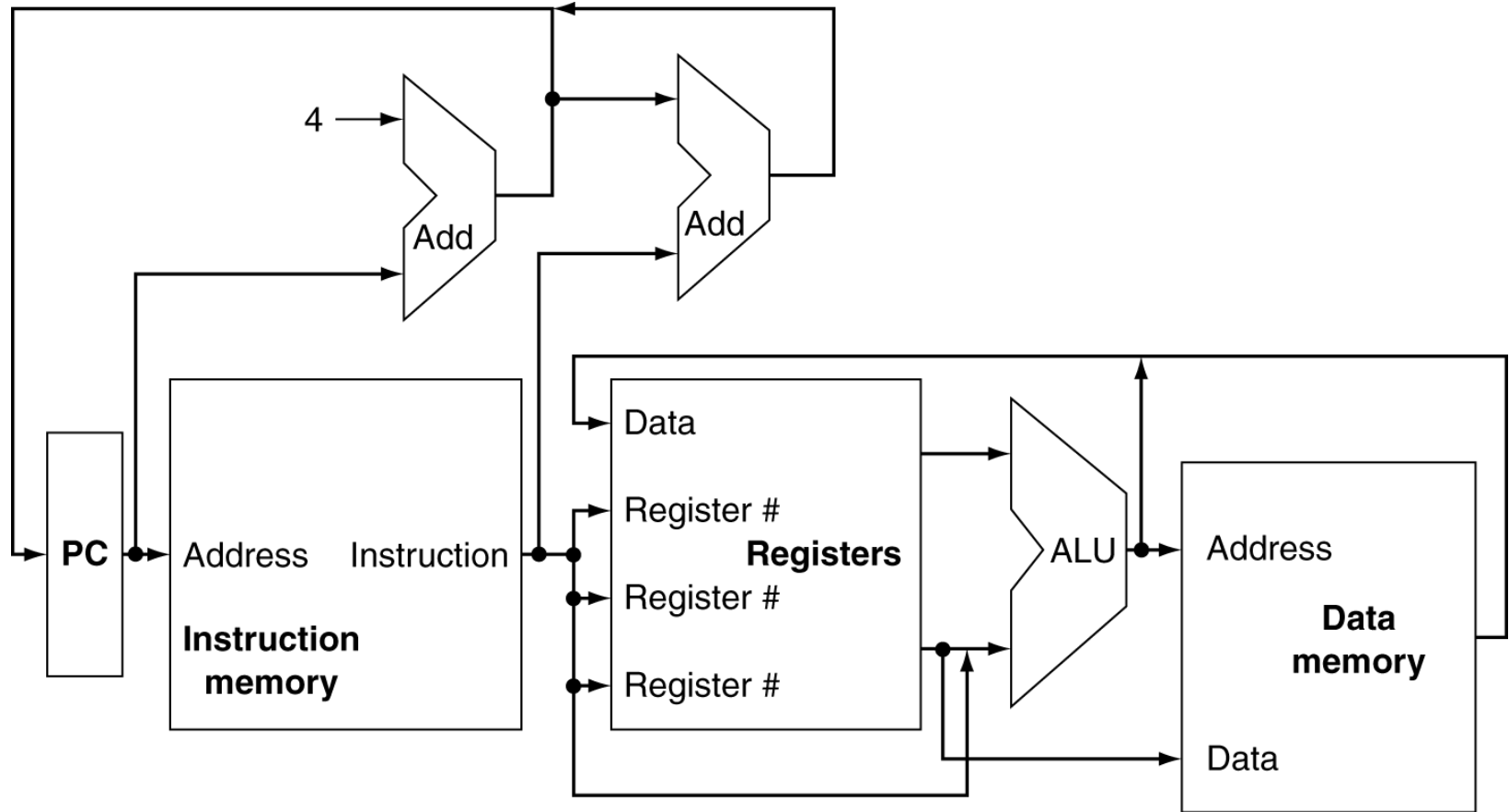
Introdução

- Nesta parte, estudaremos a implementação de um processador MIPS
 - Versão simplificada (monociclo)
 - Versão com pipeline
- Analisaremos o seguinte subconjunto de instruções
 - Acesso à memória: lw, sw
 - Lógicas e aritméticas: add, sub, and, or, slt
 - Desvio condicional: beq, j

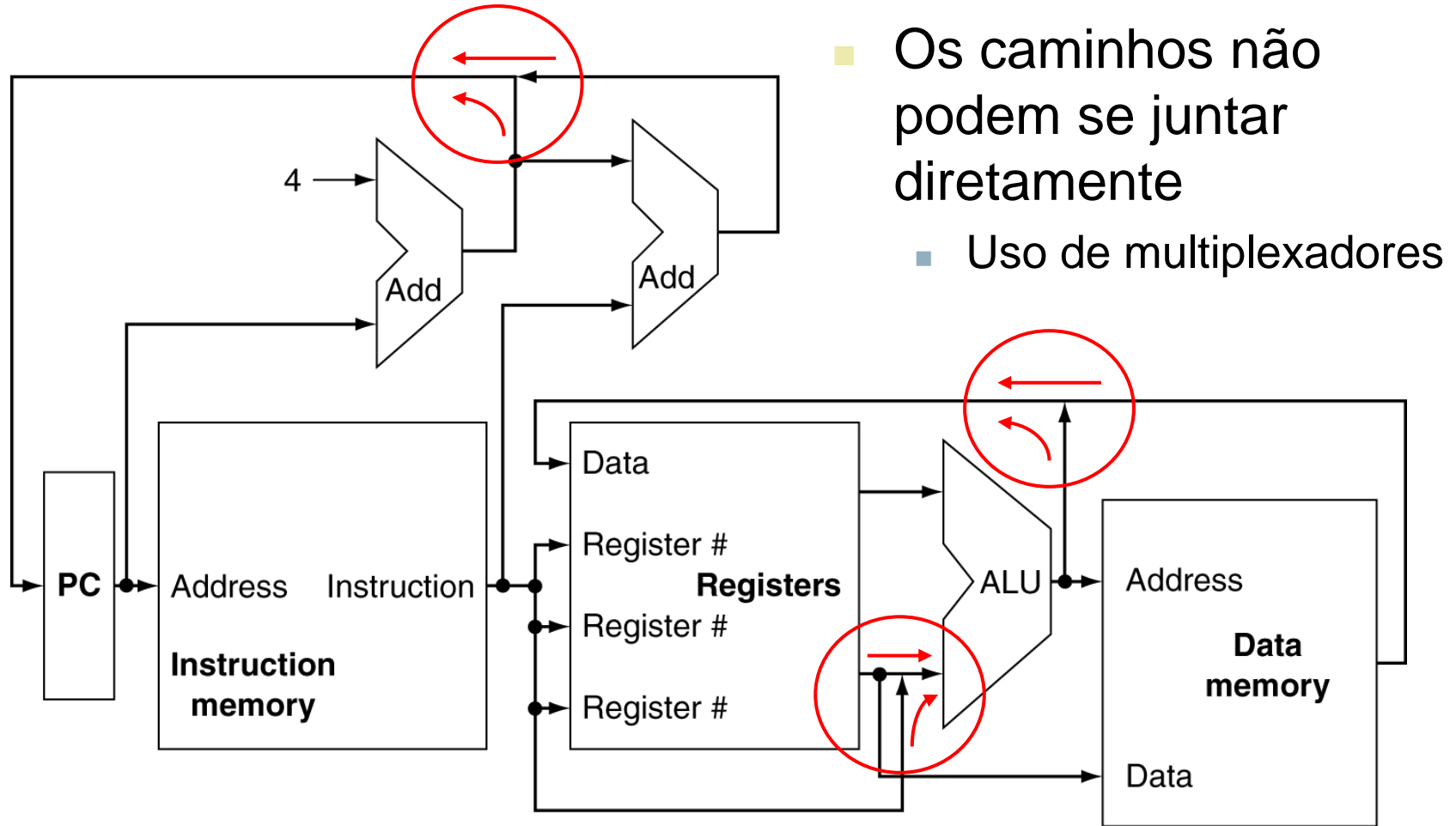
Execução de uma instrução

- Ciclo fetch → decode → execute.
 - PC → acesso à memória de instruções, obtém a instrução (fetch)
 - Decodifica a instrução e obtém os dados necessários para a execução
 - Acesso aos registradores
 - Dependendo da classe da instrução:
 - Usa uma ULA para cálculos
 - Instruções aritméticas: resultado da operação
 - Instruções de acesso à memória: cálculo do endereço
 - Instruções de desvio: endereço do desvio
 - Faz acesso à memória
 - $PC \leftarrow \text{destino do desvio ou } PC + 4$

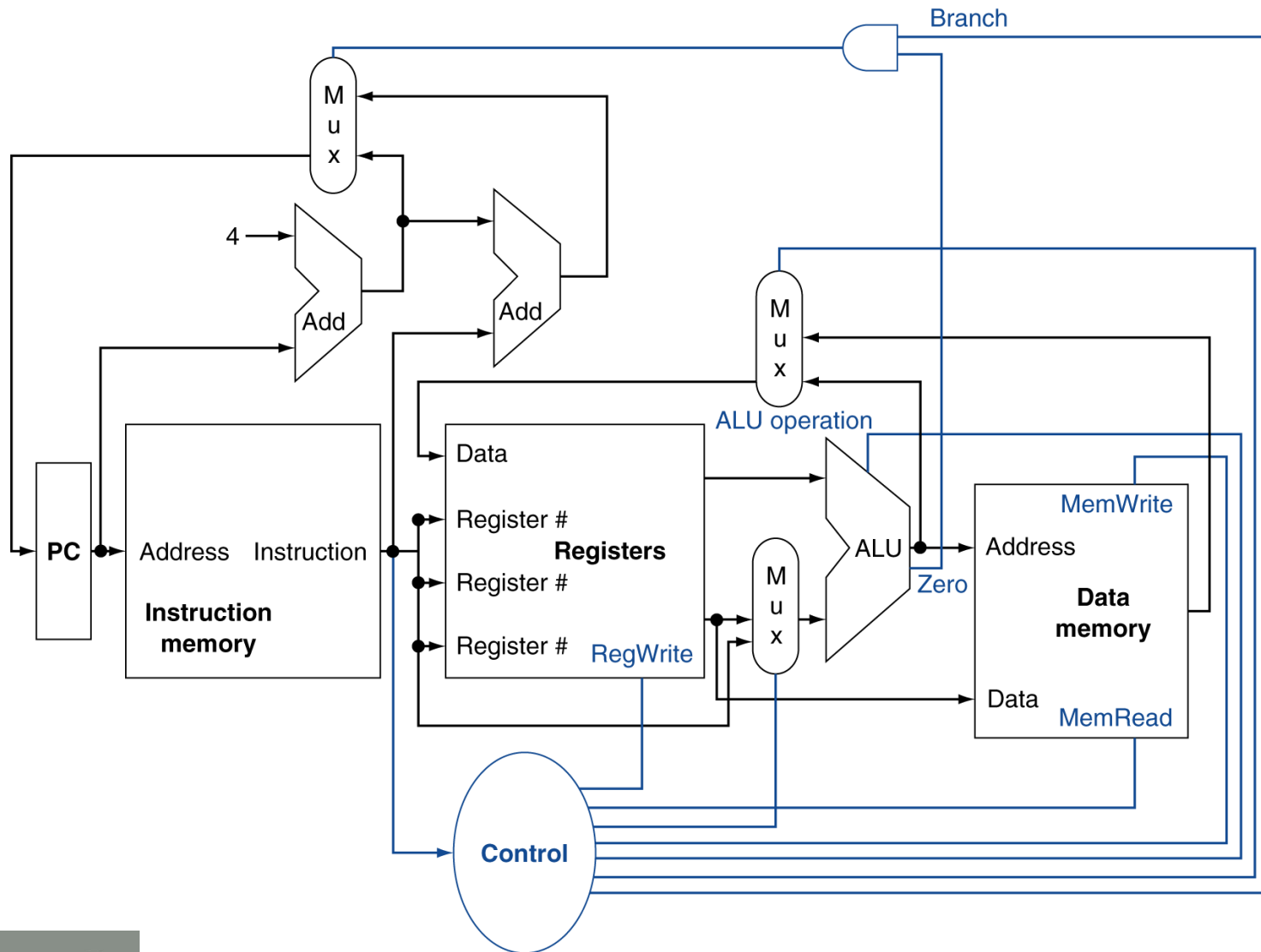
Visão geral do CPU



Multiplexadores



Controle



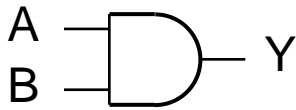
Princípios do design lógico

- Informação sempre codificada em binário
 - Voltagem baixa = 0, Voltagem alta = 1
- Elementos combinacionais
 - Operam com os dados
 - A saída é uma função da entrada
- Elementos de estado (sequenciais)
 - Armazenam informação

Elementos combinacionais

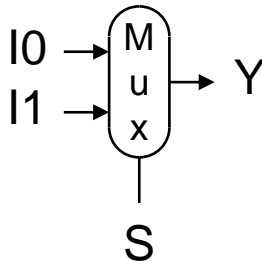
- Porta AND

- $Y = A \& B$



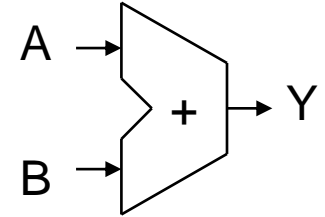
- Multiplexador

- $Y = S ? I1 : I0$



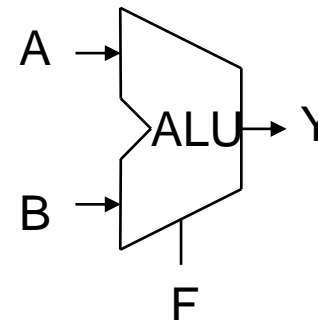
- Somador

- $Y = A + B$



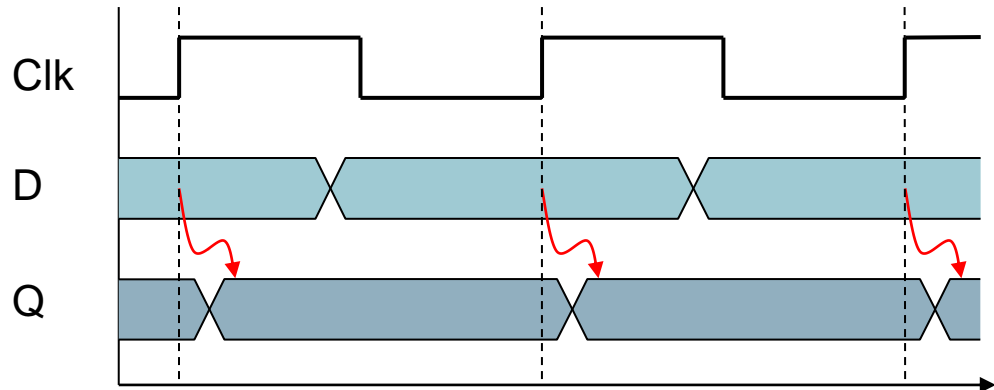
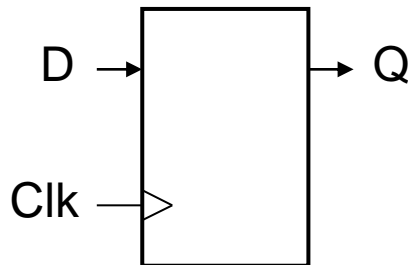
- Unidade lógica e aritmética (ULA)

- $Y = F(A, B)$



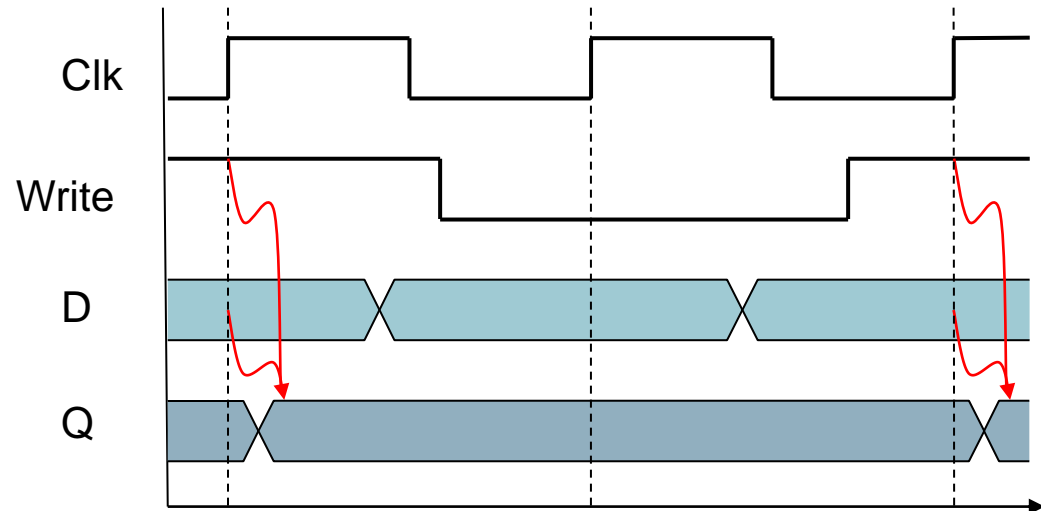
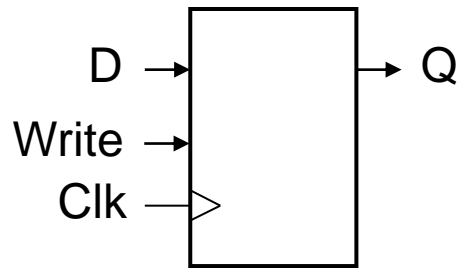
Elementos sequenciais

- Registrador: armazena dados num circuito
 - Usa o sinal de clock para determinar quando atualizar o valor armazenado
 - Edge-triggered: atualiza quando Clk muda de 0 para 1



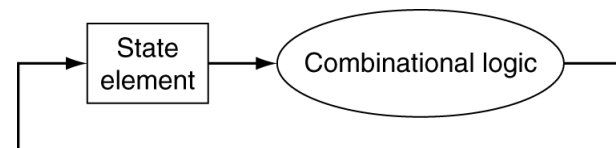
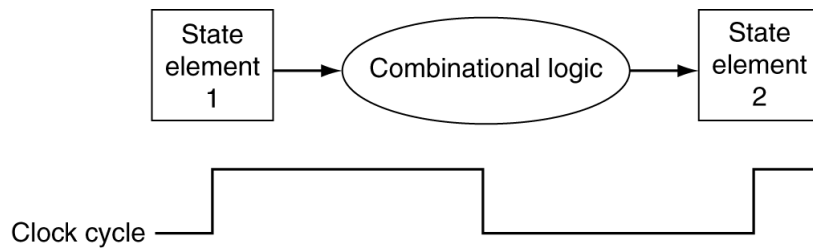
Elementos sequenciais

- Registrador com controle de escrita
 - Apenas atualiza ao final do clock quando o controle de escrita for 1



Metodologia de clock

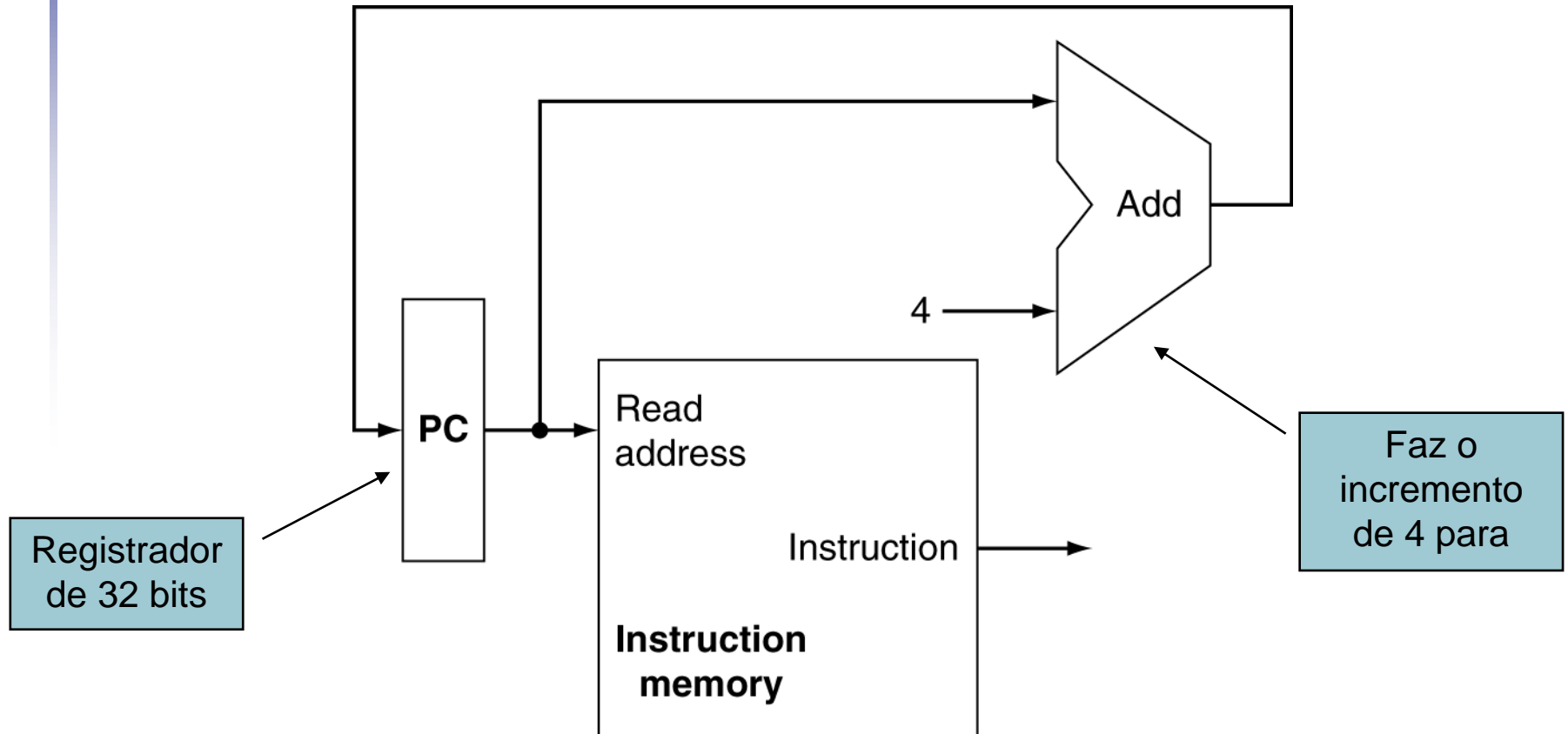
- A lógica combinacional transforma os dados durante um ciclo de clock
 - Entre os limites do clock
 - Entrada de um elemento de estado, saída para um elemento de estado
 - A instrução mais demorada determina a duração do clock



Construindo um caminho de dados

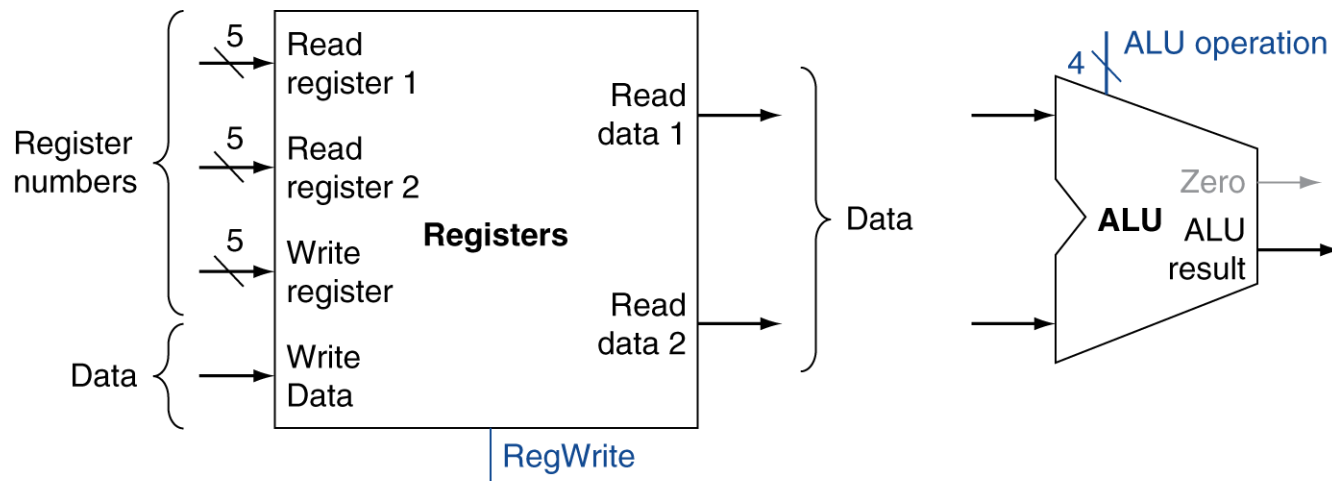
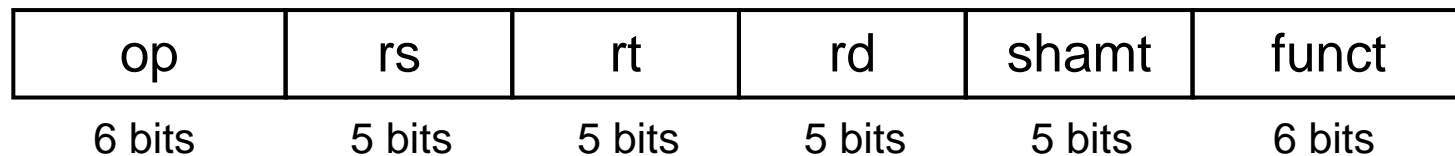
- Caminho de dados
 - Elementos que processam os dados e endereços numa CPU
 - Registradores, ULAs, multiplexadores, memórias,

Fetch – obter a instrução



Instruções do tipo R

- Lê dois registradores operandos
- Faz a operação lógica/aritmética
- Escreve o resultado num registrador

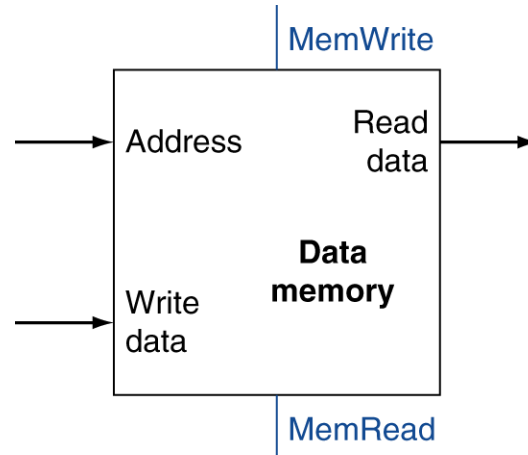


a. Registers

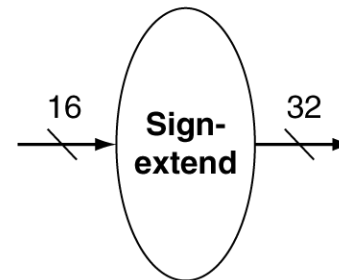
b. ALU

Instruções load/store

- Lê os registradores operandos
- Calcula o endereço de memória usando o offset de 16 bits
 - Usa a ULA e também um extensor de sinal do offset
- Load: lê da memória e escreve no registrador
- Store: lê do registrador e escreve na memória



a. Data memory unit

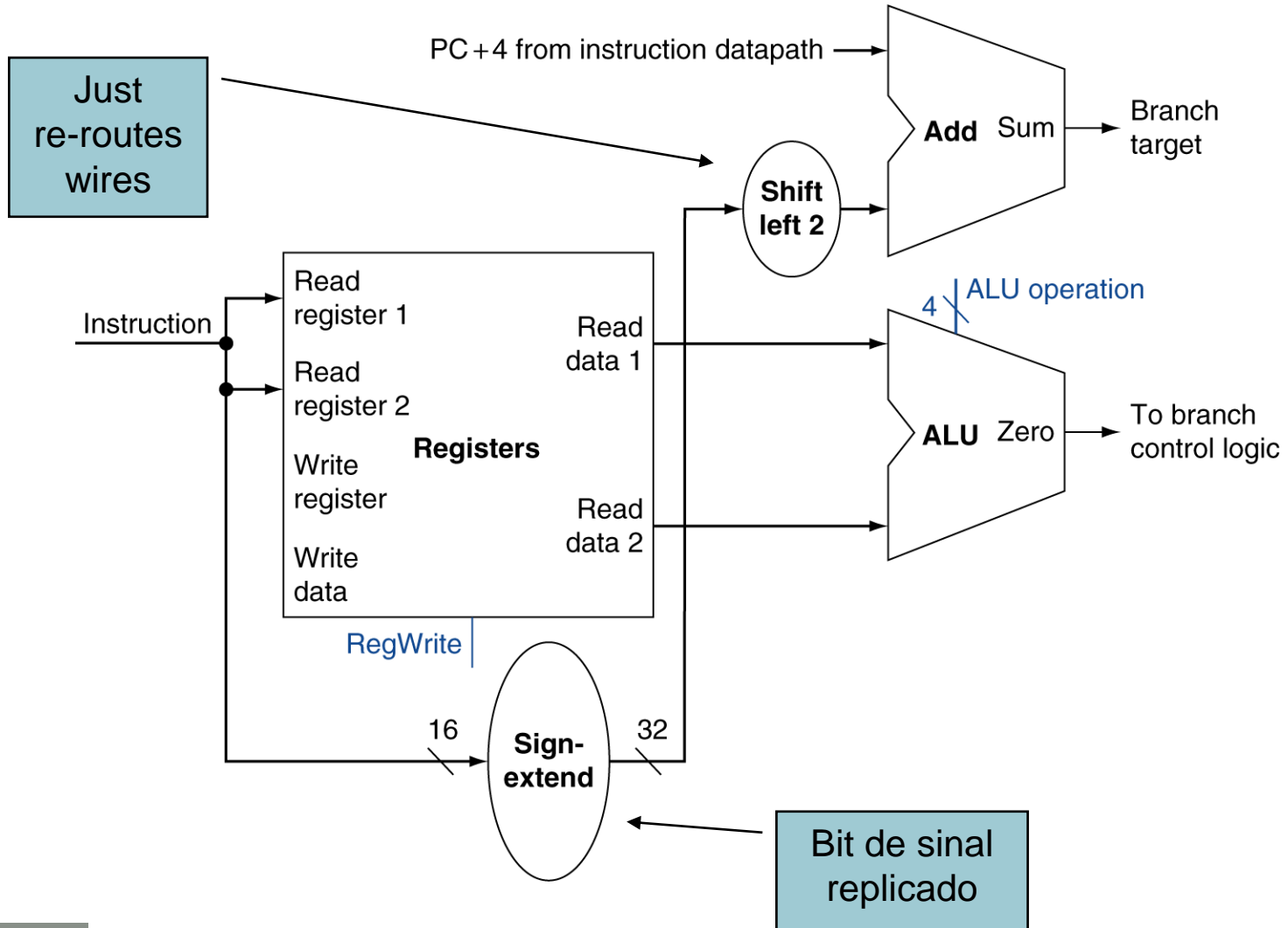


b. Sign extension unit

Instruções de desvio

- Lê os registradores operandos
- Compara os operandos
 - Usa a ULA para subtrair e verifica se a saída é zero
- Calcula o endereço de destino do desvio
 - Extensão de sinal
 - 2 shifts à esquerda (palavra: 4 bytes)
 - Soma a $PC + 4$
 - $PC + 4$ já foi calculado no fetch da instrução

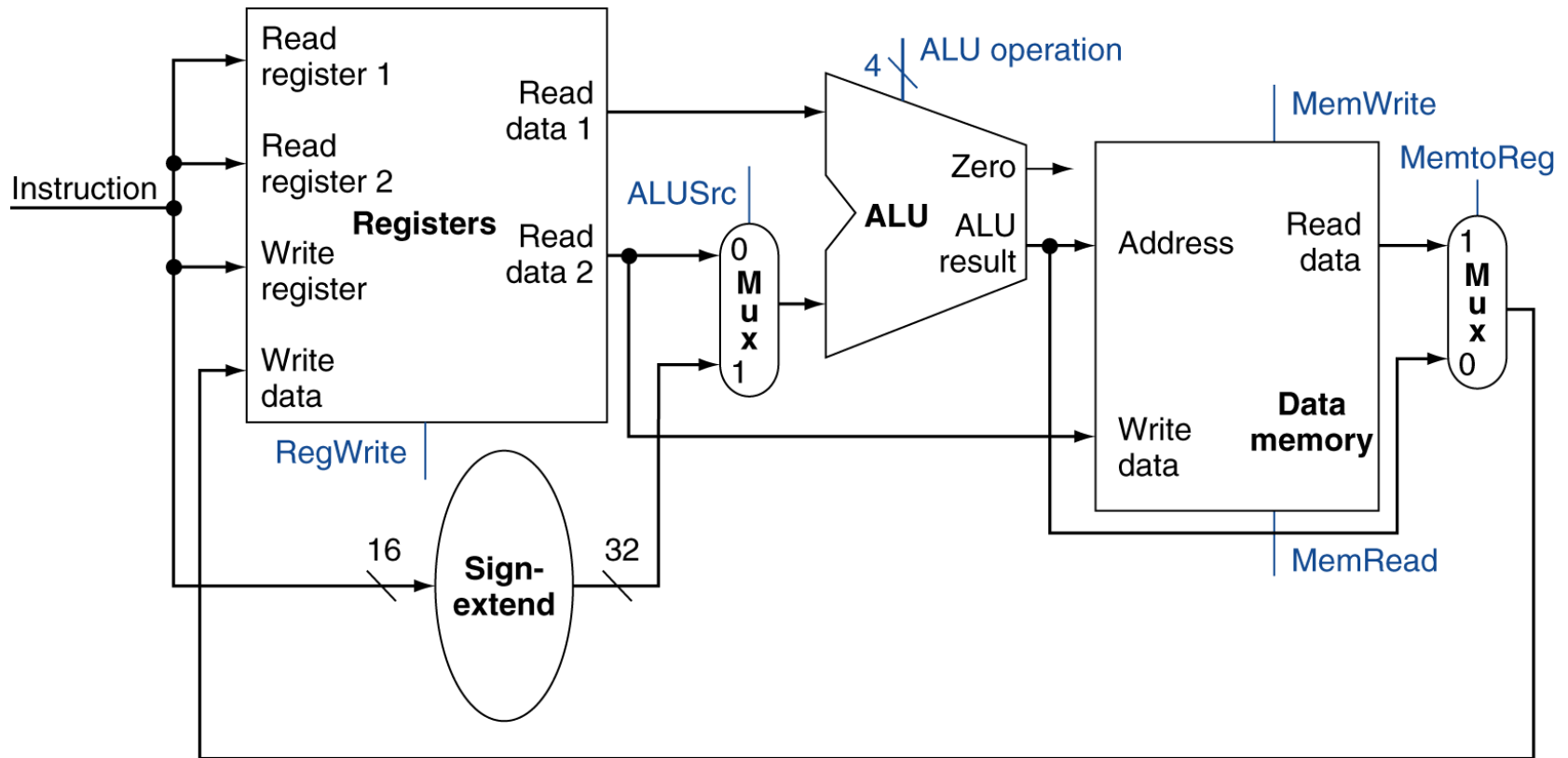
Instruções de desvio



Compondo os elementos

- O caminho de dados executa uma instrução em um único ciclo de clock
 - Cada elemento no caminho de dados pode fazer apenas uma coisa por vez
 - Portanto, há uma memória de dados e outra de instruções
- Usa multiplexadores onde é necessário alternar fontes de dados para diferentes instruções

Caminho de dados composto



Caminho de dados completo

