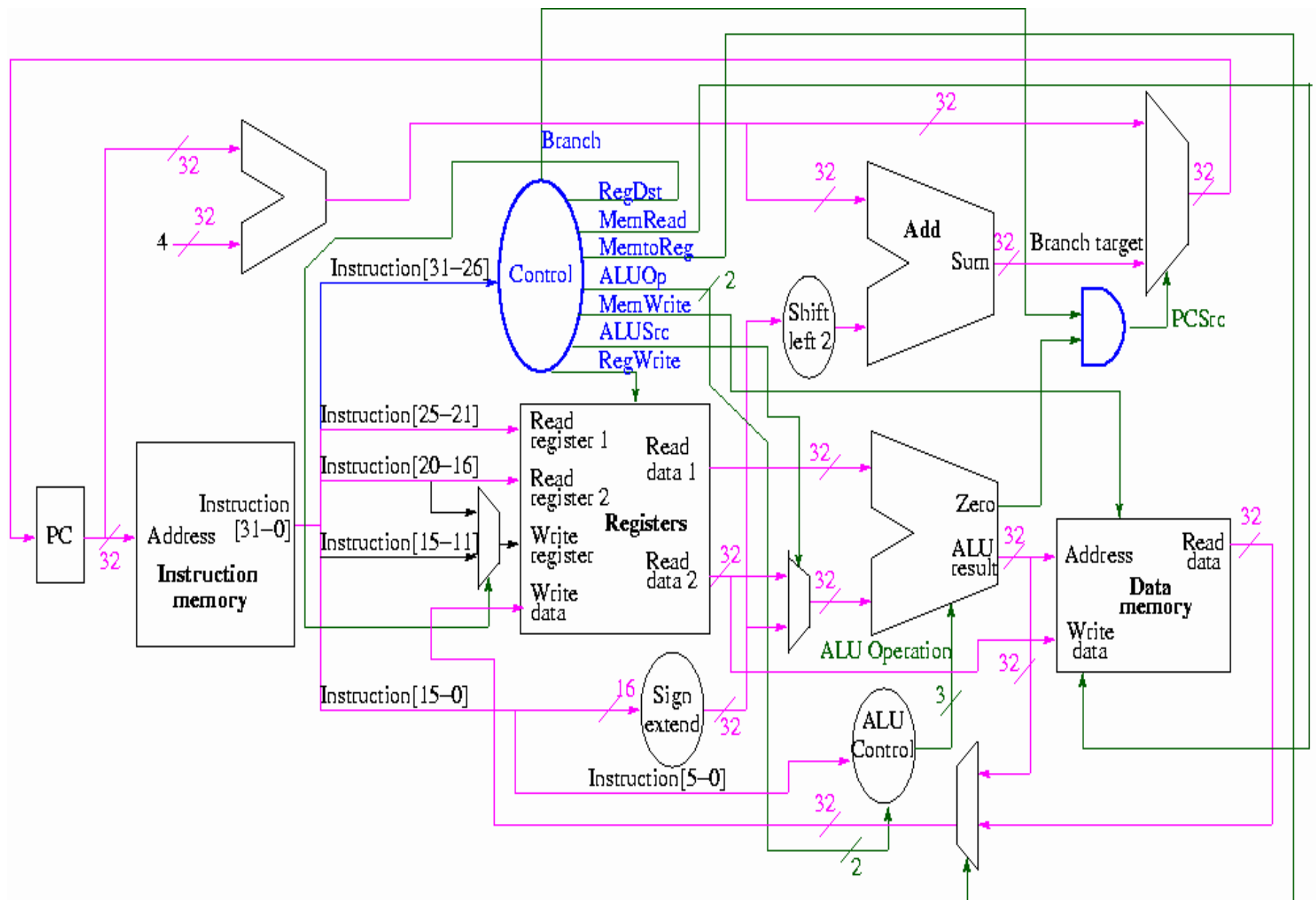
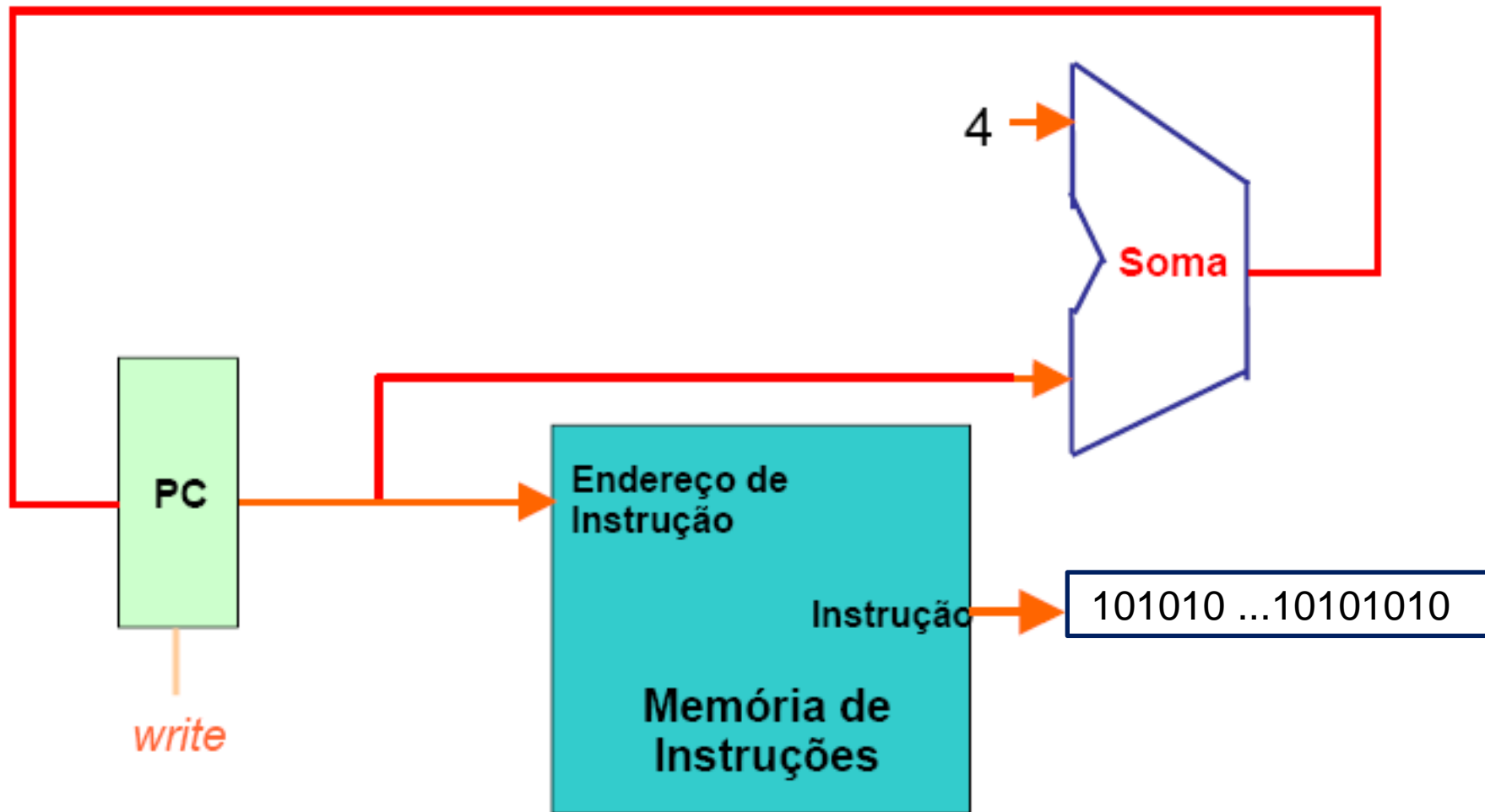


Caminho de dados – Datapath

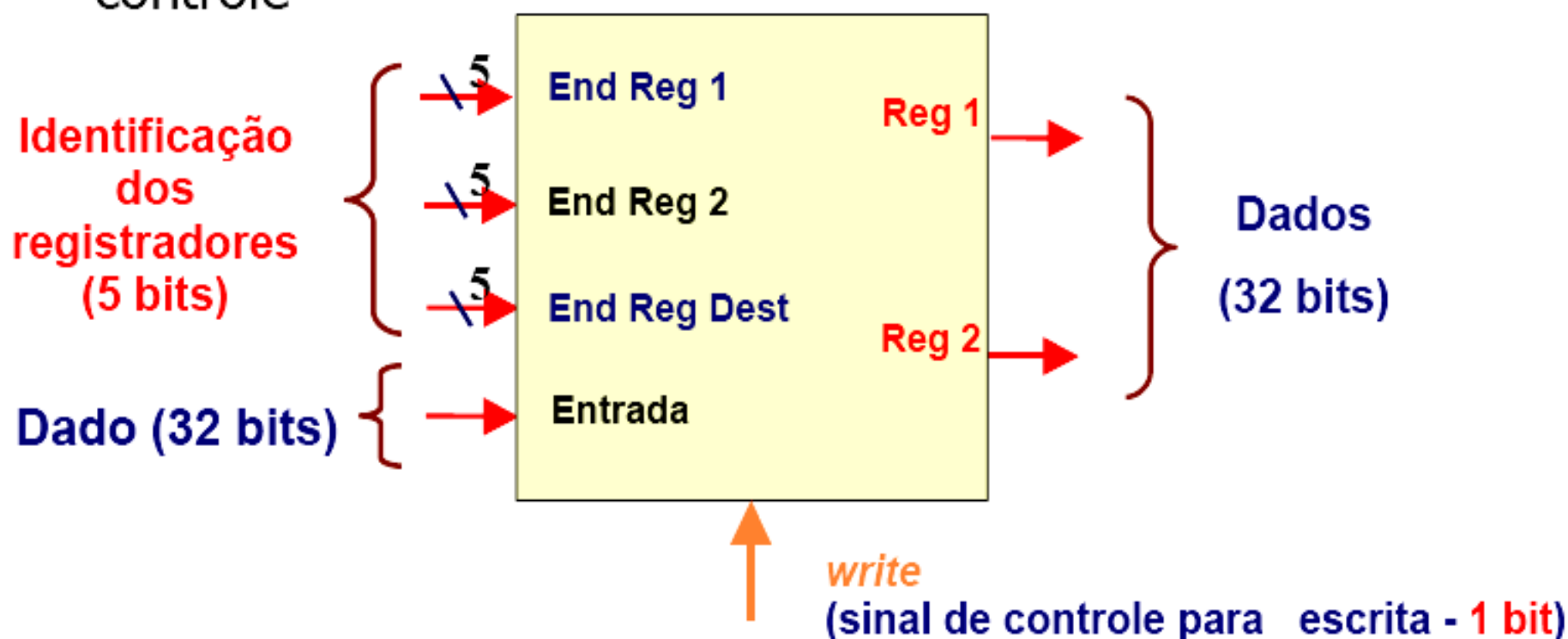


Busca de Instruções

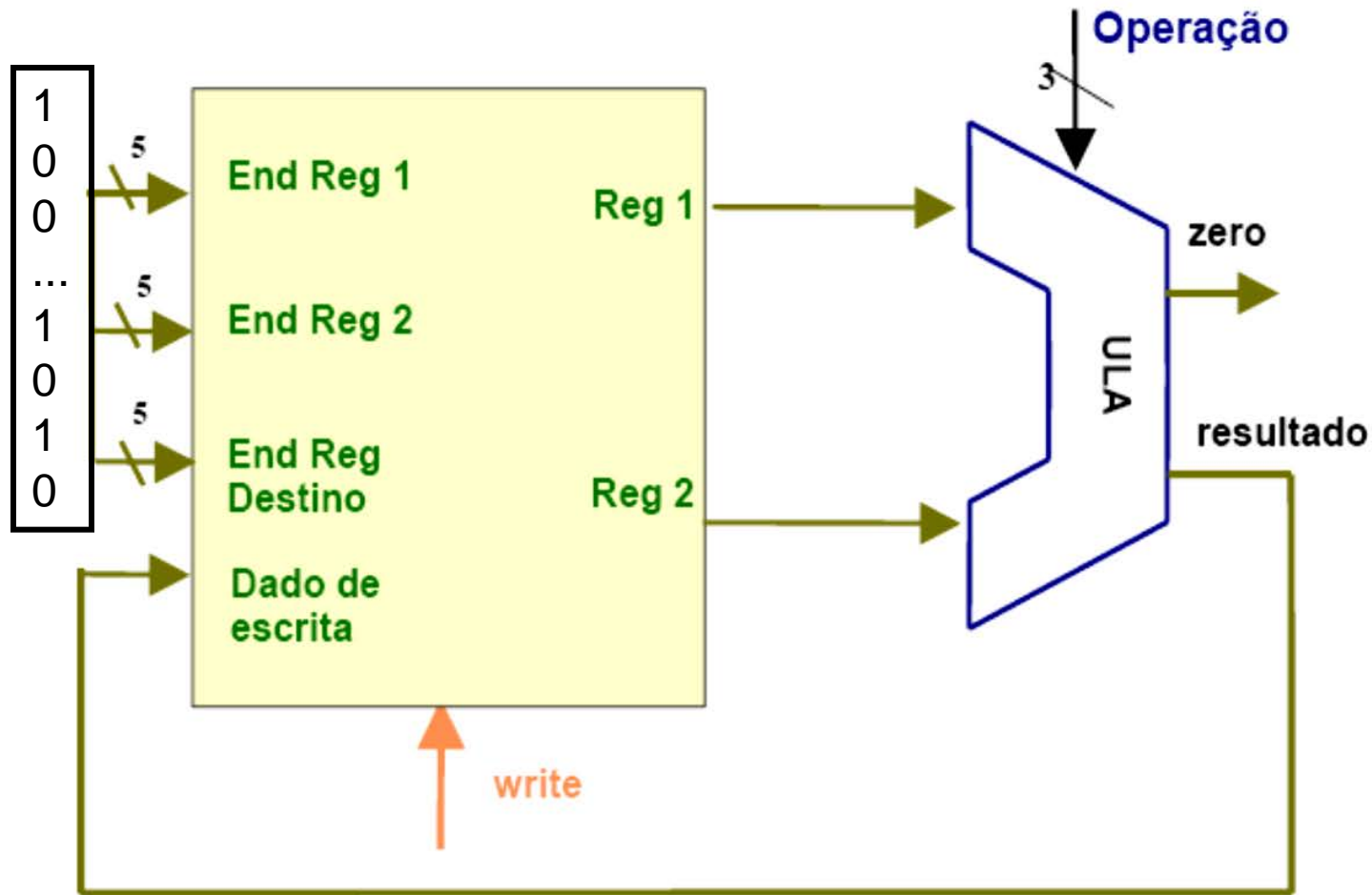


Banco de Registradores

- Dupla porta: leitura de dois registradores ao mesmo tempo
- Sinal de controle para escrita - leitura não necessita controle

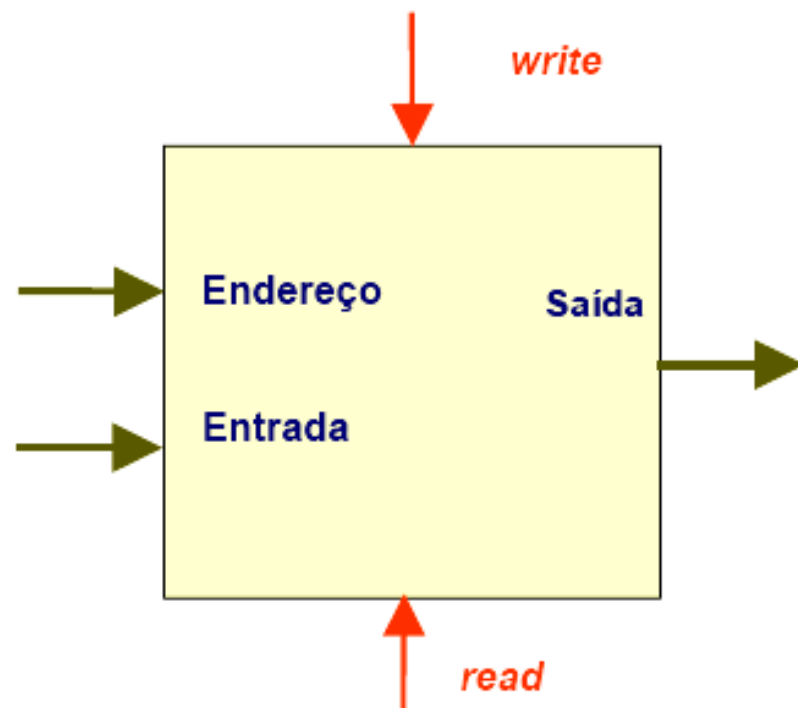


Instruções Tipo R – unid. operativa



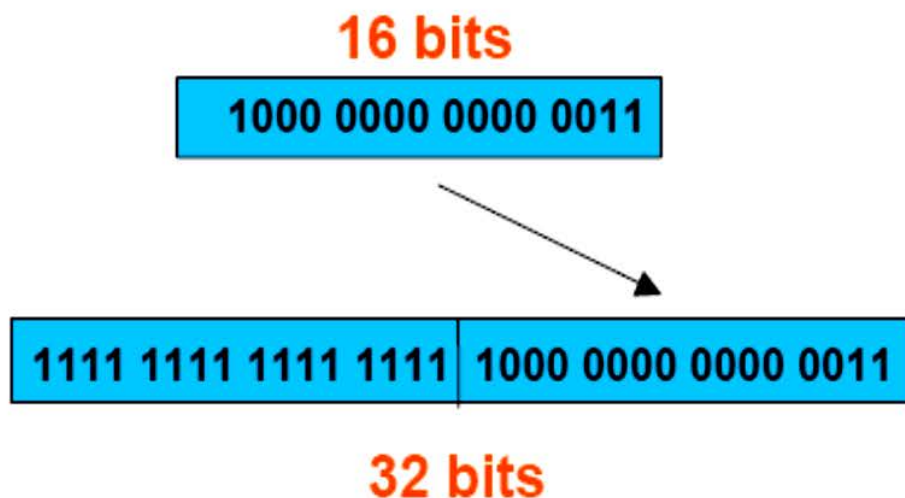
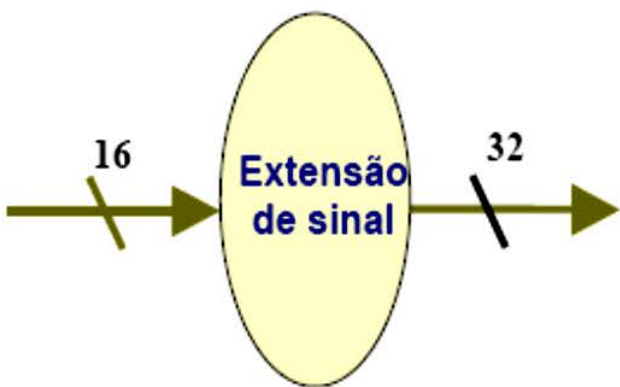
Memória

- Memória com um barramento de entrada independente do de saída
- Controle de escrita (*write*) e leitura (*read*)
- Barramento de endereços
- Um acesso de cada vez

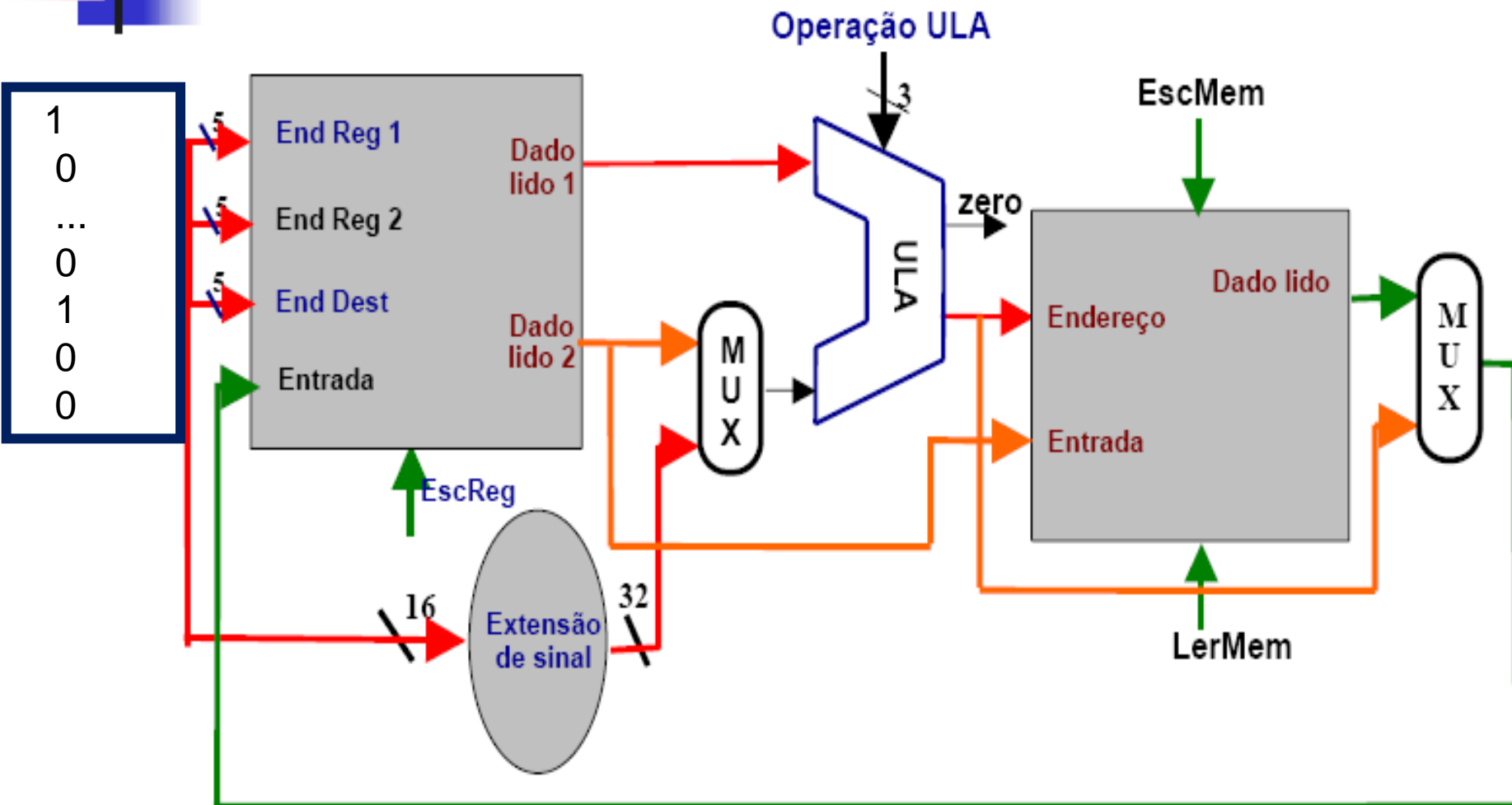


Extensão de Sinal do Deslocamento

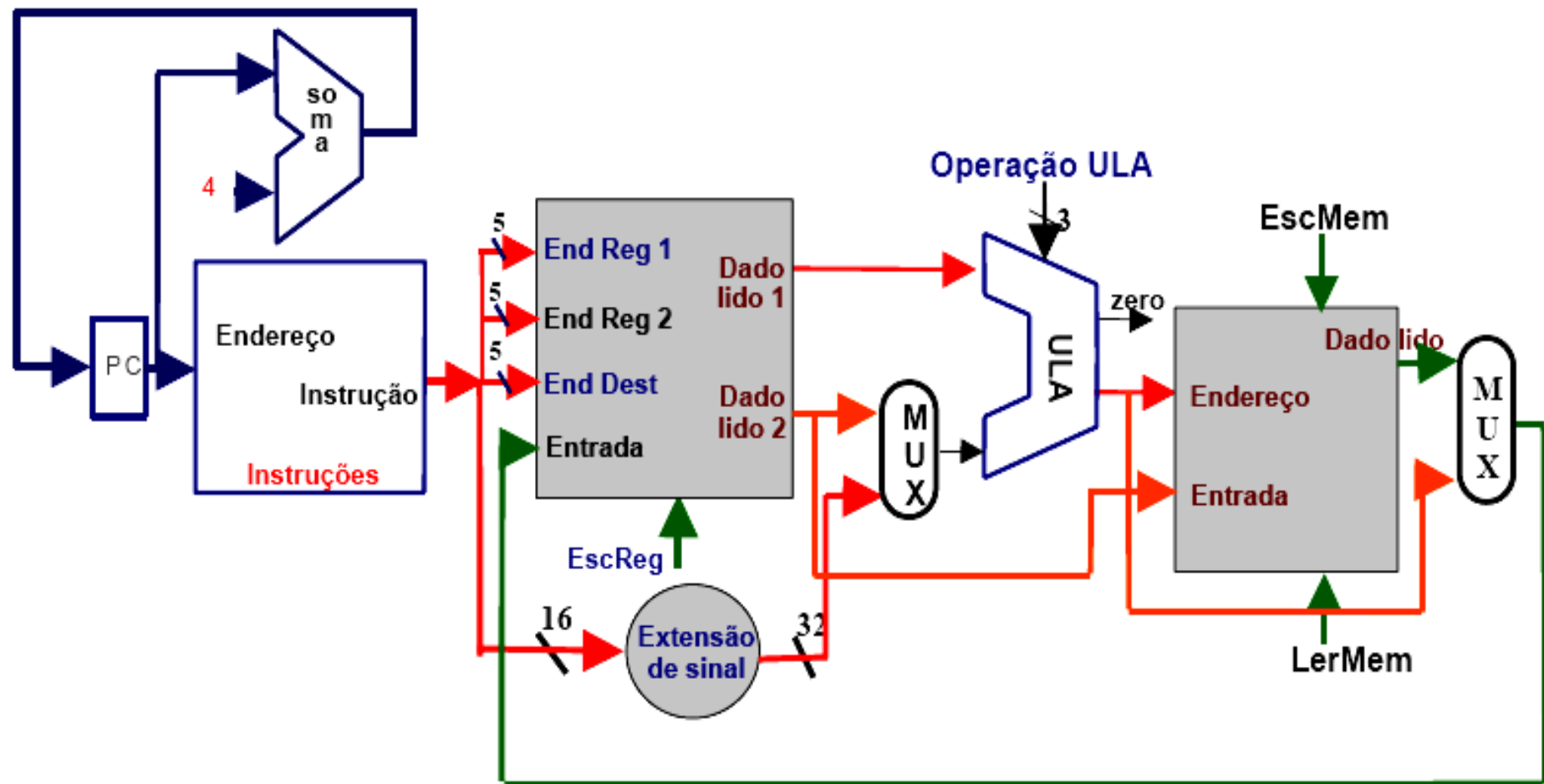
- Deslocamento na instrução deve ser estendido de 16 para 32 bits, mantendo-se o sinal
 - se for negativo, 16 bits superiores = 1
 - se for positivo, 16 bits superiores = 0



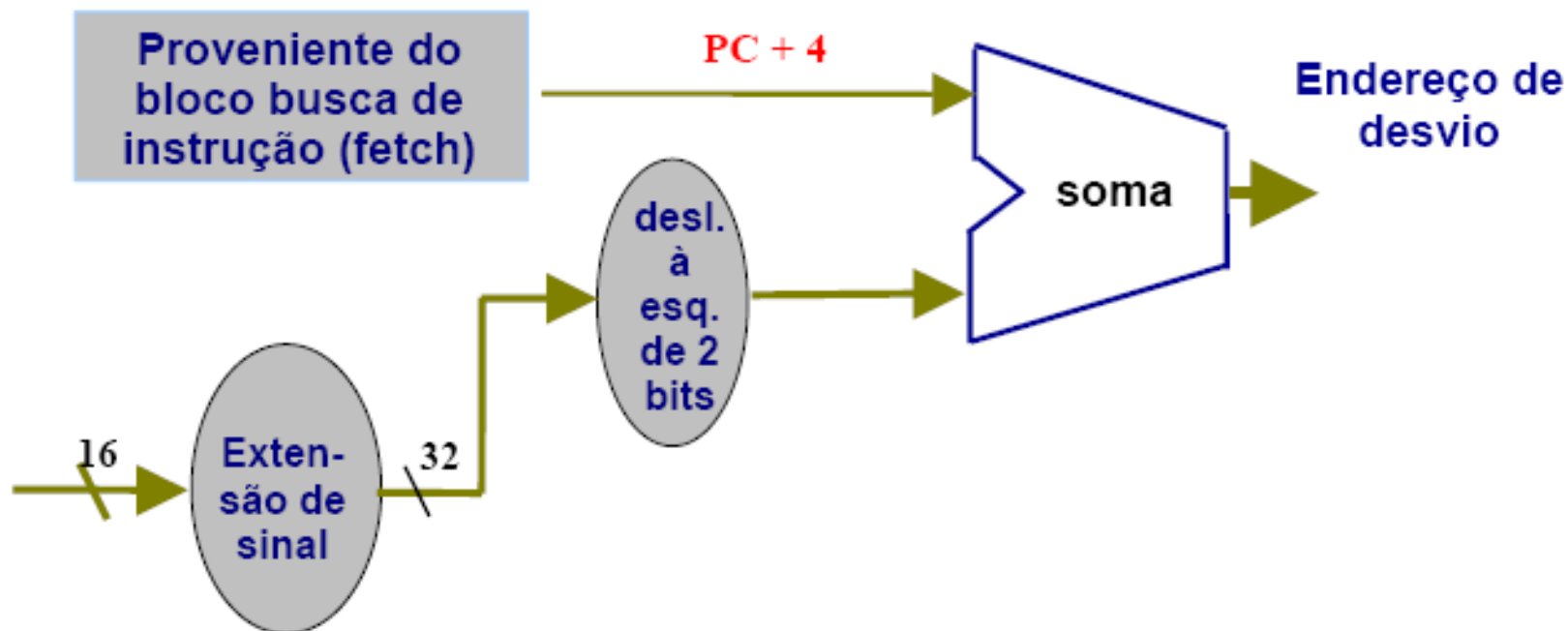
Combinando as Unidades



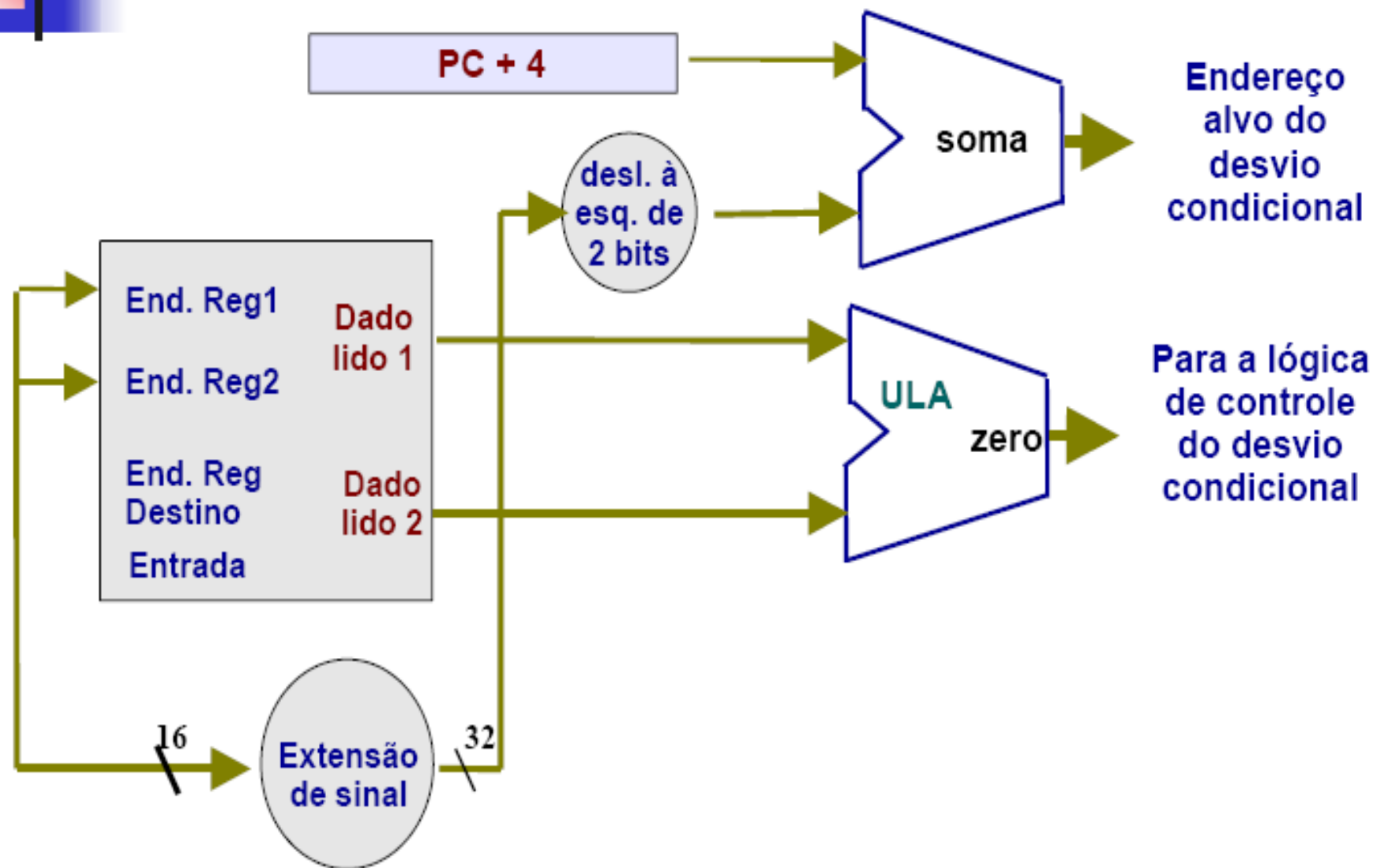
Acrescentando a Busca



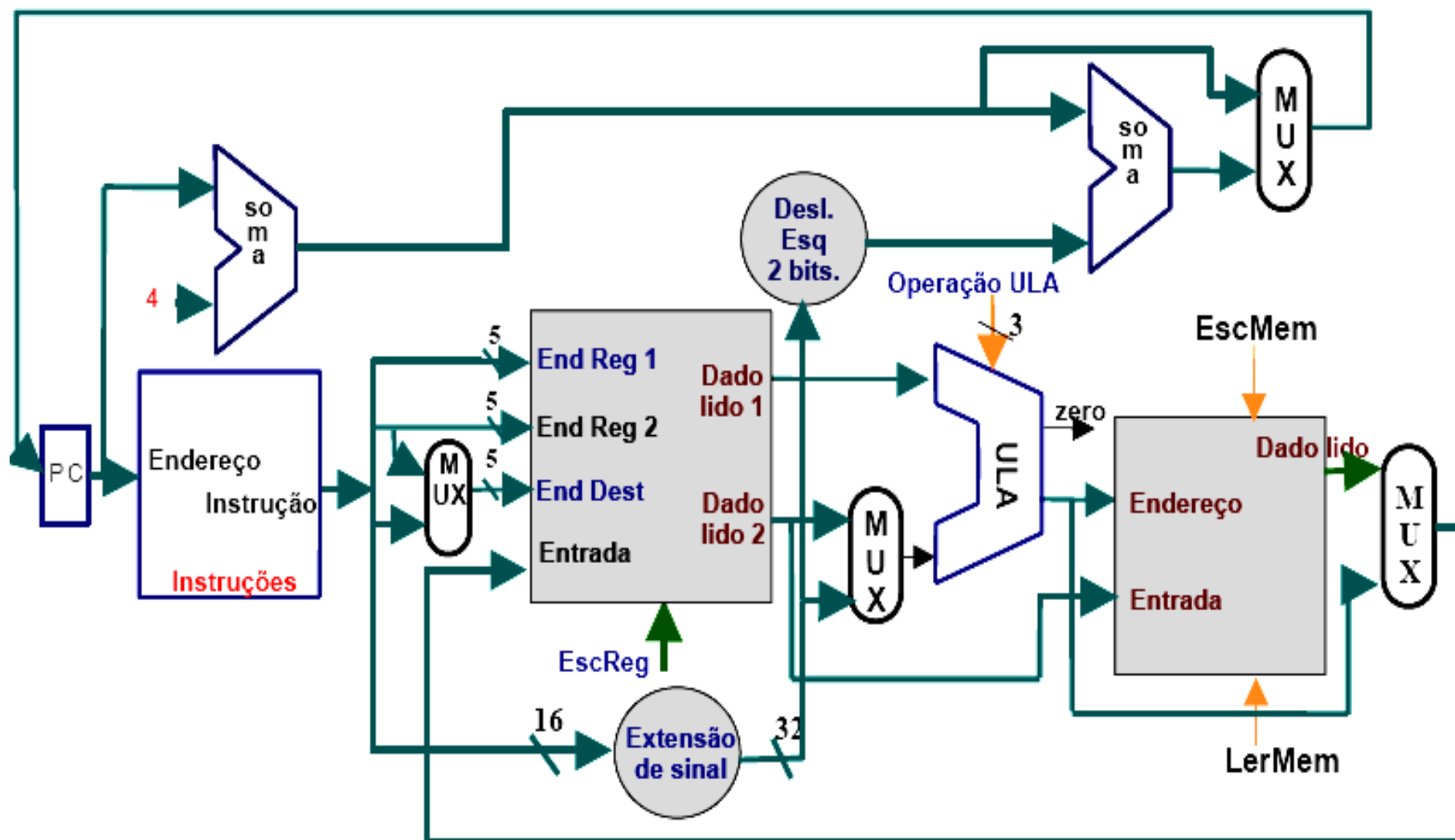
Cálculo do Endereço de Desvio



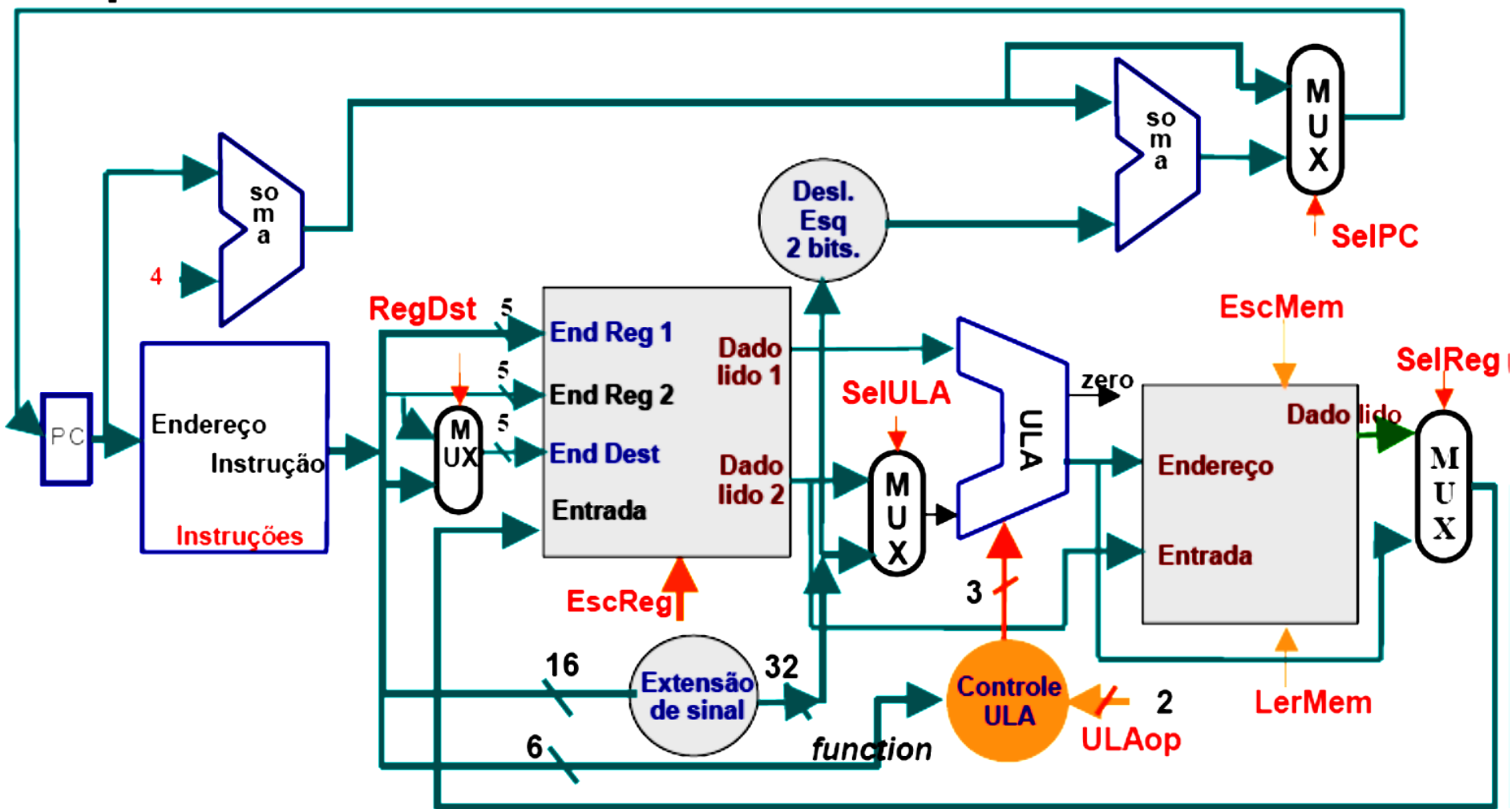
Circuito Cálculo Endereço Desvio



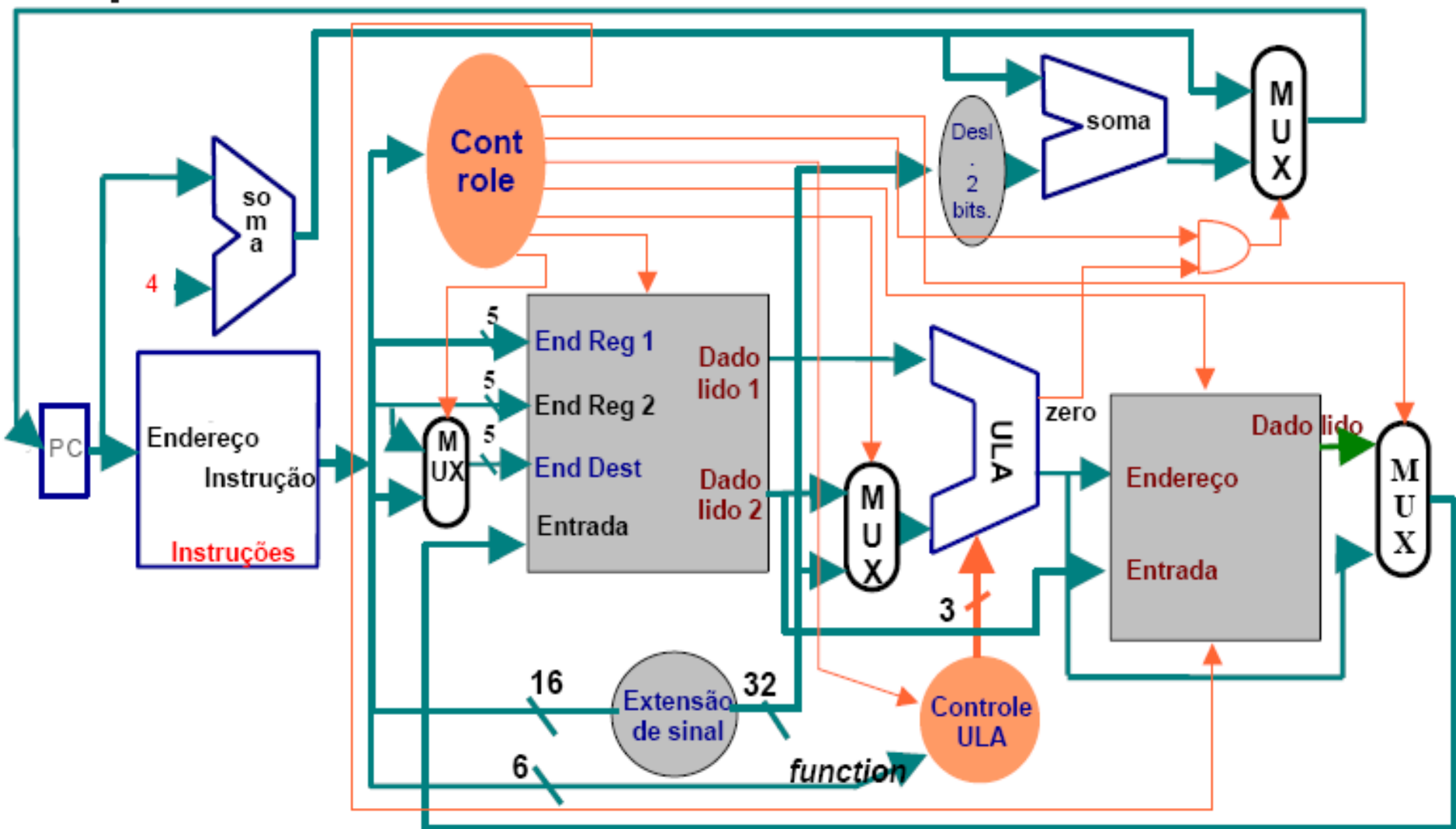
Final



Sinais de controle



MIPS Uniciclo





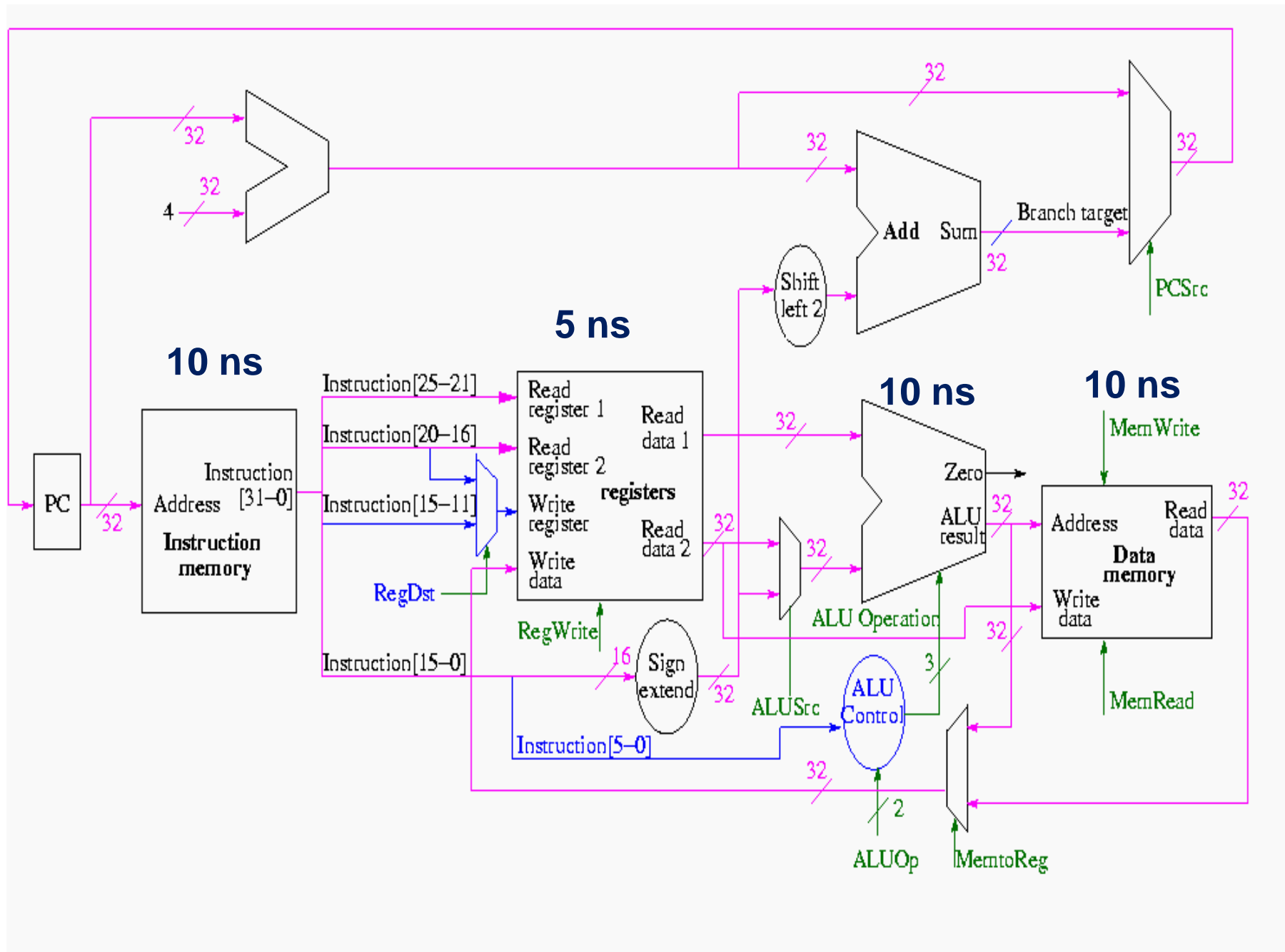
Exercício

- Estender a organização do MIPS para dar suporte a execução de **JUMP**, desvio incondicional
- O endereço de desvio é obtido por:
 - $PC[31 - 28] \# Instrução[25 - 0] \# 00$
 - onde # indica concatenação de bits



Problemas com MIPS Uniciclo

- Período do relógio determinado pelo caminho mais longo
 - instrução lw:
 - leitura da instrução
 - leitura do registrador de base, extensão de sinal
 - cálculo do endereço
 - leitura do dado da memória
 - escrita em registrador
- TODAS as instruções levam o mesmo tempo para executar





Exemplo

- Supondo os seguintes tempos de execução das unidades do MIPS:
 - Acesso a memória: 10 ns
 - ULA e somadores: 10 ns
 - Acesso ao banco de registradores: 5 ns
 - outros: 0 ns
 - **Quais os tempos de execução das instruções supondo uma implementação uniclo e outra com ciclo variável, ou seja, duração do ciclo igual a duração da instrução?**

Determinar o tempo de execução de cada instrução

lw =

sw =

tipo-R =

beq =

j =

- Acesso a memória: 10 ns
- ULA e somadores: 10 ns
- Acesso ao banco de registradores: 5 ns
- outros: 0 ns
- Quais os tempos de execução das instruções supondo uma implementação uniciclo e outra com ciclo variável, ou seja, duração do ciclo igual a duração da instrução?

Determinar o tempo de execução de cada instrução

lw =

$$10 + 5 + 10 + 10 + 5 = 40$$

sw =

$$10 + 5 + 10 + 10 = 35$$

tipo-R =

$$10 + 5 + 10 + 5 = 30$$

beq =

$$10 + 5 + 10 = 25$$

j =

$$10$$

- Acesso a memória: 10 ns
- ULA e somadores: 10 ns
- Acesso ao banco de registradores: 5 ns
- outros: 0 ns
- Quais os tempos de execução das instruções supondo uma implementação uniciclo e outra com ciclo variável, ou seja, duração do ciclo igual a duração da instrução?

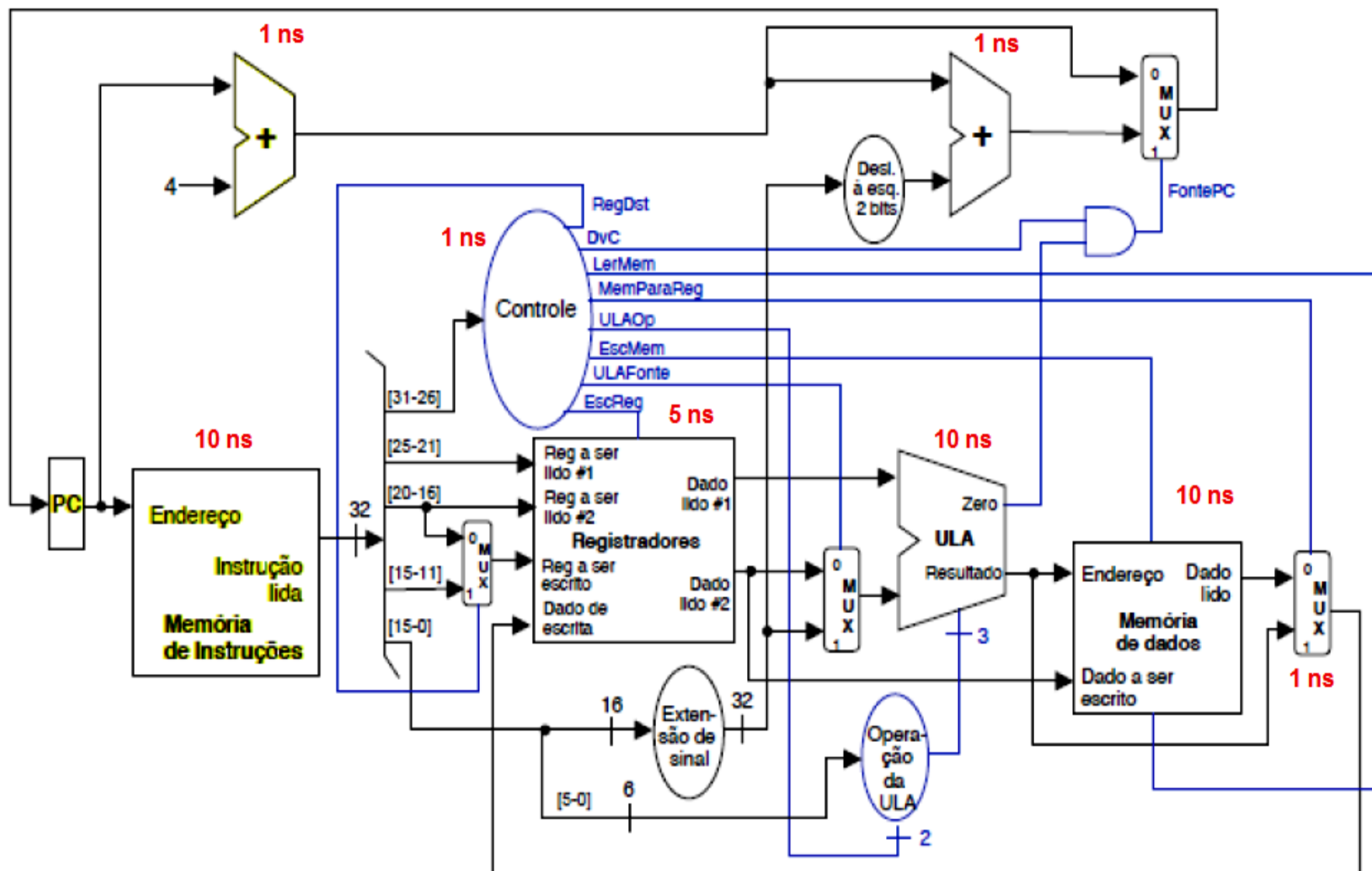
Exemplo ...

- Considerando a distribuição de instruções do benchmark gcc, a diferença de velocidade entre as implementações seria:
 - GCC: 22% lw, 11% sw, 49% tipo-R, 16% beq, 2% jump
 - Período uniciclo: 40 ns
 - Período ciclo variável:
$$40 \cdot 0.22 + 35 \cdot 0.11 + 30 \cdot 0.49 + 25 \cdot 0.16 + 10 \cdot 0.2 = 31.6 \text{ ns}$$
 - Ganho: $40/31.6 = 1,27$



MIPS Multiciclo

- Ciclo dimensionado de acordo com a fase mais demorada
- Unidades funcionais podem ser utilizadas para realizar mais de uma operação durante a execução de uma instrução
- A organização da parte operativa pode ser reestruturada em função destas características



Vetor com 100 elementos, achar o maior elemento, armazenar na última posição

- % (lw, sw, add, beq (ou bne), j)

- CPU time em us ($f = 200$ MHz)

lw		
sw		
add		
beq		
j		