Construindo a CPU: Parte 2

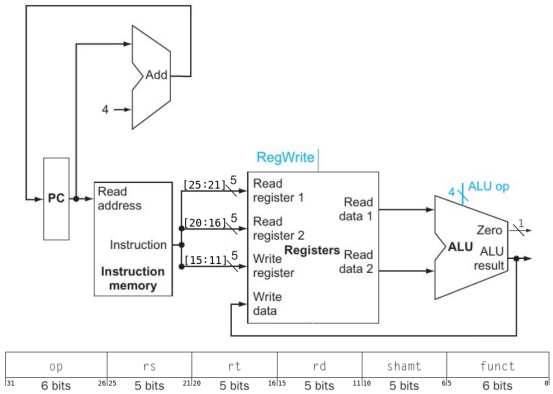
Yuri Kaszubowski Lopes

UDESC

Anotações

Revisão: parte 1

- Caminho de dados inicial para instruções do tipo-R



Anotações

Loads e Stores

- Vamos adicionar instruções para loads (`lw`) e stores (`sw`) de palavras (words)
  - Instruções do tipo-I

Anotações

Loads e Stores

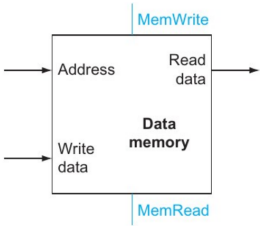
- `lw $regDestino, deslocamento($regBase)`
  - `$regDestino = MEM[$regBase + deslocamento]`
- Deslocamento é um **imediato**
  - Pode ser positivo ou negativo
- `sw $regFonte, deslocamento($regBase)`
  - `MEM[$regBase + deslocamento] = $regFonte`

```
1 lw $t0, 32($s3)
```

Anotações

Loads e Stores

- Vamos precisar de uma memória para dados
  - Entradas:
    - Endereço de memória
    - Dados a ser escrito
    - Sinais de Controle `MemWrite` e `MemRead`: Indica se a memória deve escrever na posição, ou se deve ler o dado especificado na posição e direcioná-lo para a saída
  - Saídas:
    - Dado lido pela memória

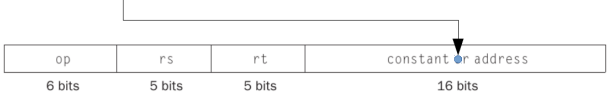


Anotações

Loads e Stores

- O campo de constante (imediato) contém 16 bits
- Será somado com o registrador para obter o endereço de memória a ser lido/escrito

Ex.: lw $t0, 73($t1)



- Problema: estamos somando um valor de 16 bits(do imediato) com um de 32 (do registrador)
- Simplesmente colocar zeros à esquerda não funciona em complemento a 2

Anotações

Extensão de sinal em complemento a 2

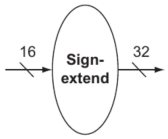
Valor base 10	Valor binário com 16 bits	Valor binário com 32 bits
73	00000000 01001001	00000000 00000000 00000000 01001001
-73	11111111 10110111	11111111 11111111 11111111 10110111

Não podemos simplesmente “completar com zeros” em complemento de 2. Depende se o número é positivo ou negativo!

Anotações

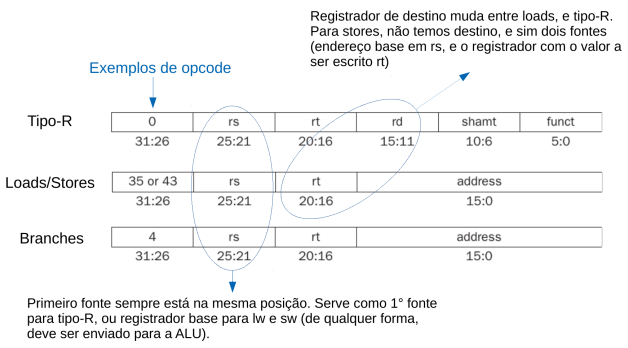
Extensão de sinal em complemento a 2

- Vamos utilizar um componente para **extensão de sinal**
  - Dado um sinal de 16 bits, gera o seu correspondente em 32 bits
  - Leva em consideração o complemento de 2 para gerar o sinal correto



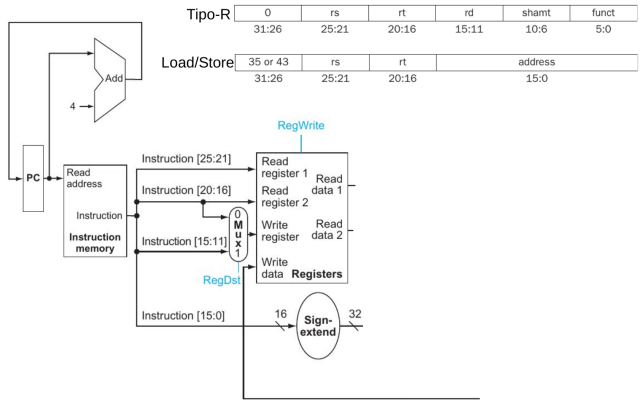
Anotações

Multiplexadores extras



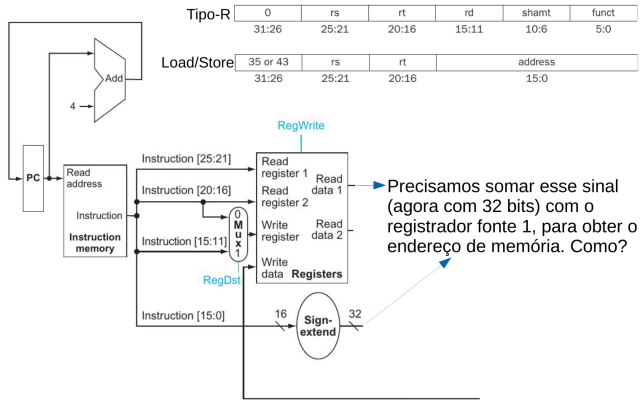
Anotações

Caminho de dados (datapath)



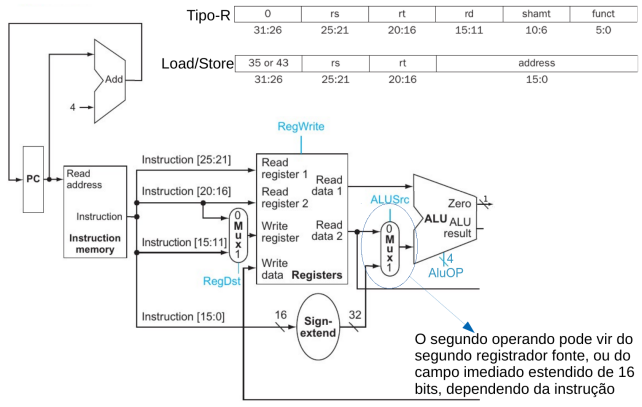
Anotações

Caminho de dados (datapath)



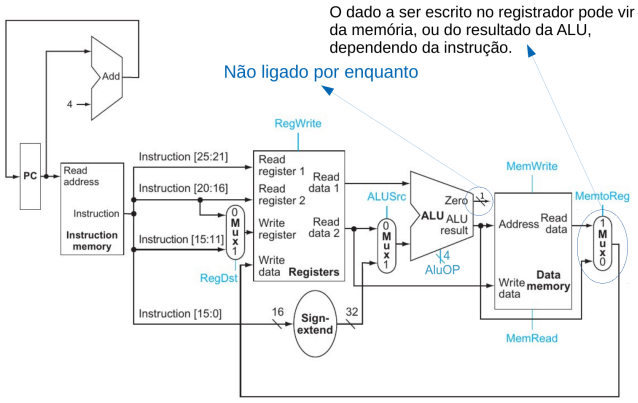
Anotações

Caminho de dados (datapath)



Anotações

Caminho de dados (datapath)



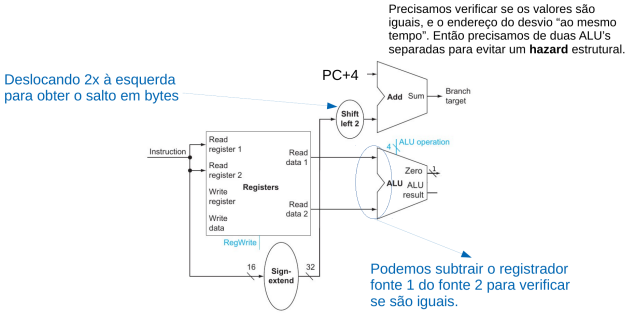
Anotações

Desvio `beq` (Branch Equal)

- Um Desvio `beq` (Branch Equal) soma o valor de deslocamento (que está no campo imediato) ao `PC+4` caso os registradores `rs` e `rt` sejam iguais
- O valor de deslocamento (offset) está em **palavras** (de 4 bytes), e não em bytes
  - Devemos deslocar 2x à esquerda para multiplicar por 4, para então obtermos o deslocamento em bytes que será armazenado em PC
- **Como podemos comparar rs com rt?**

Anotações

Caminho de Dados: Branches



Anotações

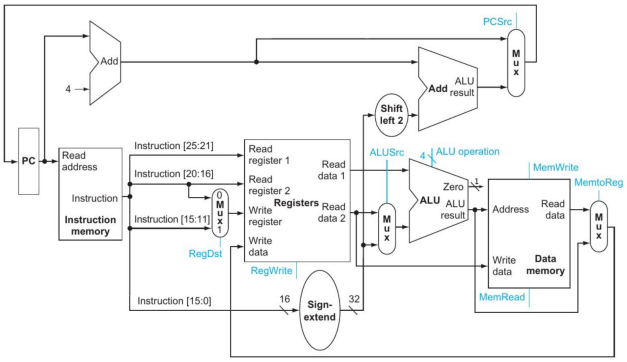
Exercício

1. Dado o caminho de dados que inclui loads/stores, adicione o caminho de dados de branches do slide anterior. Ligue os componentes faltantes dos circuitos.
   - Deve haver um multiplexador para escolher entre PC+4 ou PC+4+deslocamento
   - Este multiplexador é controlador pelo sinal `PCSrc`
   - O `PCSrc` é definido pelo controlador com base na saída `Zero` da ALU
     - ⋆ Não é necessário mostrar o controlador e suas ligações neste exercício

Anotações

Resposta

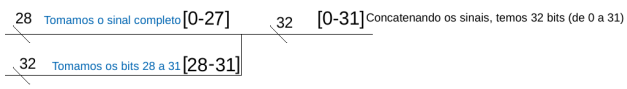
O novo endereço de PC pode ser PC+4, ou PC+4+deslocamento, dependendo da instrução. O sinal de controle PCSrc vai determinar isso.



Anotações

Exercício

2. Descreva cada um dos sinais de controle (em azul) da resposta do exercício 1.
3. Adicione o caminho de dados para as instruções de desvio incondicional `j` (jumps)
   - O endereço é especificado em palavras
   - Para obter o endereço em bytes, precisamos multiplicar por 4 (deslocar para a esquerda 2x)
   - Teremos como resultado um valor com 28 bits
   - Emprestamos os 4 primeiros bits de PC+4, e os demais 28 bits do endereço do jump (depois do deslocamento), para formar o endereço final
   - Precisamos concatenar o sinal (parte do sinal vêm do PC+4, e parte do endereço do jump). Veja a notação de concatenação abaixo
   - Não precisa implementar os sinais de controle (linhas em azul, pode deixar esses sinais "soltos")



Anotações

Referências

- D. Patterson; J. Henessy. **Organização e Projeto de Computadores: Interface Hardware/Software**. 5a Edição. Elsevier Brasil, 2017.
- Andrew S. Tanenbaum. **Organização estruturada de computadores**. 5. ed. São Paulo: Pearson, 2007.
- Harris, D. and Harris, S. **Digital Design and Computer Architecture**. 2a ed. 2012.
- courses.missouristate.edu/KenVollmar/mars/

Anotações

Anotações

Anotações