

## Organização de Computadores

### Aula 5

#### Bloco de controle mono-ciclo

INF01113 - Organização de Computadores

## Adding Control

- CPU = Datapath + **Control**
- Single Cycle Design:
  - Instruction takes exactly one clock cycle
  - Datapath units used only once per cycle
  - Writable state updated at end of cycle
- What must be “controlled”?
  - Multiplexors (Muxes)
  - Writable state elements: Register File, Data Memory (Dmem)
    - what about PC? Imem?
  - ALU (which operation?)

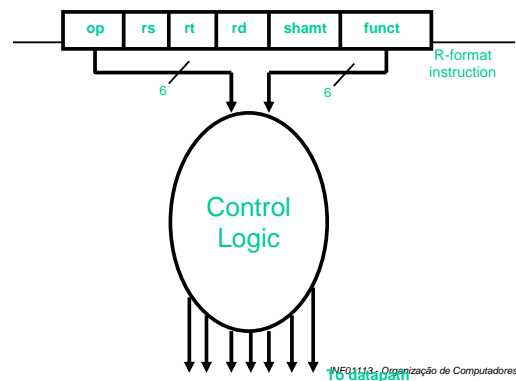
INF01113 - Organização de Computadores

## Processor = Datapath + Control

- Single-Cycle Design: everything happens in one clock cycle
  - ⇒ until next falling edge of clock, processor just one big combinational circuit!!!
  - ⇒
- control is just a combinational circuit (output, just function of inputs)
- outputs? control points in datapath
- inputs? the current instruction! (opcode, funct control everything)

INF01113 - Organização de Computadores

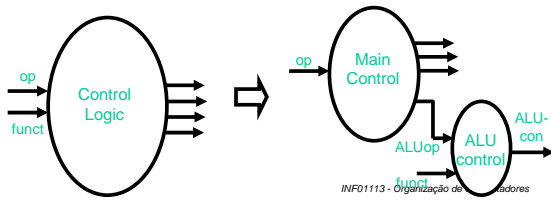
## Defining Control



INF01113 - Organização de Computadores

## Defining Control

- Note that funct field only present in R-format instruction - funct controls ALU only
- To simplify control, define Main, ALU control separately – using multiple levels will also increase speed – important optimization technique
- ALUop inputs will be defined



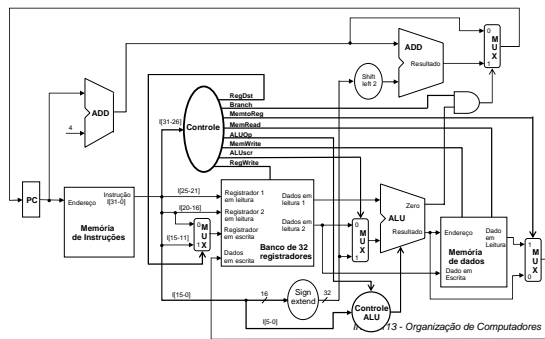
INF01113 - Organização de Computadores

## Bloco de controle mono-ciclo

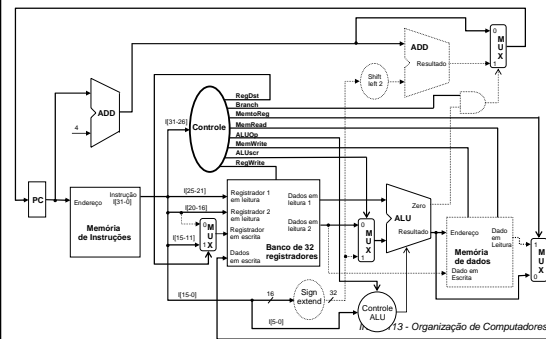
1. MIPS mono-ciclo: sinais de controle
2. Execução das instruções
  - Instruções aritméticas e lógicas (formato-R)
  - Instruções “load word”
  - Instruções “store word”
  - Instruções “branch-on-equal”
3. Sumário dos sinais de controle
4. Projeto lógico do controle da ULA
5. Projeto lógico do bloco de controle

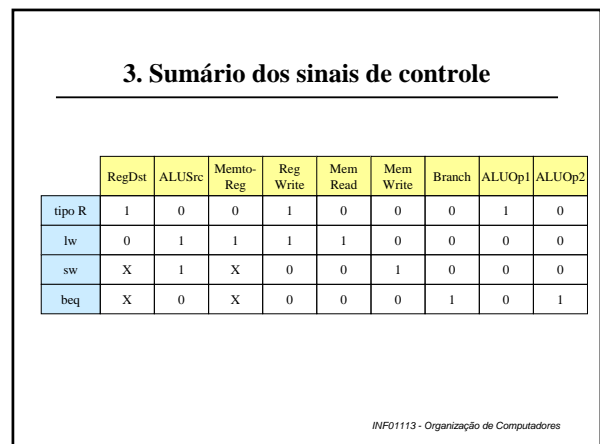
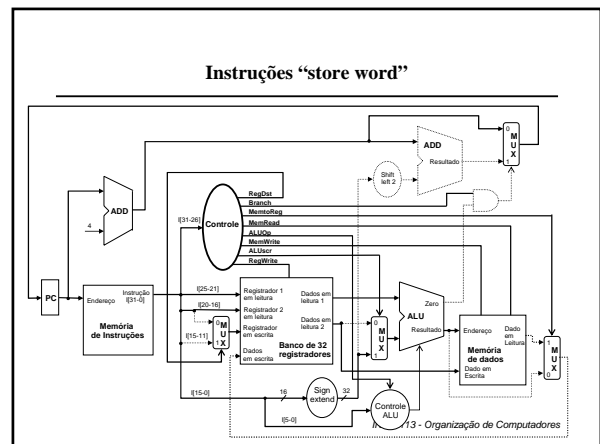
INF01113 - Organização de Computadores

## 1. MIPS mono-ciclo: sinais de controle



## 2. Execução das instruções Instruções aritméticas e lógicas (formato-R)





## 4. Projeto lógico do controle da ALU

Bits de controle da ALU em função de ALUOp e dos códigos de função

op-code	ALUOp	operação	campo "function"	ação na ALU	controle da ALU
lw	00	load word	XXXXXX	add	010
sw	00	store word	XXXXXX	add	010
beq	01	branch equal	XXXXXX	subtract	110
R	10	add	1 0 0 0 0	add	010
R	10	subtract	1 0 0 0 1 0	subtract	110
R	10	and	1 0 0 1 0 0	and	000
R	10	or	1 0 0 1 0 1	or	001
R	10	set-on-less-than	1 0 1 0 1 0	set-on-less-than	111

INF01113 - Organização de Computadores

## Controle da ALU

Para obter a tabela-verdade dos bits de controle da ALU

ALUOp		Function						Operation
ALUOp1	ALUOp2	F5	F4	F3	F2	F1	F0	
0	0	X	X	X	X	X	X	010
X	1	X	X	X	X	X	X	110
1	X	X	X	0	0	0	0	010
1	X	X	X	0	0	1	0	110
1	X	X	X	0	1	0	0	000
1	X	X	X	0	1	0	1	001
1	X	X	X	1	0	1	0	111

Implementação com lógica aleatória ou PLA é trivial

INF01113 - Organização de Computadores

## 5. Projeto lógico do bloco de controle

Op-codes

instrução	op-code decimal	op-code binário
R	0	0 0 0 0 0 0
lw	35	1 0 0 0 1 1
sw	43	1 0 1 0 1 1
beq	4	0 0 0 1 0 0

Implementação com lógica aleatória ou PLA é trivial

Tabela-verdade dos sinais de controle em função do op-code

		R	lw	sw	beq
Entradas	Op5	0	1	1	0
	Op4	0	0	0	0
	Op3	0	0	1	0
	Op2	0	0	0	1
	Op1	0	1	1	0
	Op0	0	1	1	0
	RegDst	1	0	X	X
Saídas	ALUSrc	0	1	1	0
	MemtoReg	0	1	X	X
	RegWrite	1	1	0	0
	MemRead	0	1	0	0
	MemWrite	0	0	1	0
	Branch	0	0	0	1
	ALUOp1	1	0	0	0
ALUOp0	0	0	0	1	

INF01113 - Organização de Computadores

Antes de encerrar, uma palavra dos patrocinadores...

INF01113 - Organização de Computadores

### Se você...

---

- Acha interessante ORGB, gosta do MIPS e ainda gosta de buzz words como:
  - Geração automática de software
  - Aceleradores de hardware
  - Aplicações multimídia para celulares
- Está disposto a gargantear aos colegas que ganha mal, MAS trabalha só com coisas estado da arte
- Tem uma curiosidade maior que a razão
- Tem 20h/semana livres
- Tem alto CVP

INF01113 - Organização de Computadores

### Então:

---

- Envie-e CV e histórico para **carro@inf.ufrgs.br**

INF01113 - Organização de Computadores

### Perguntas/exercícios:

---

- O controle atrasa o circuito? A frequência máxima fica comprometida?
- Modifique o bloco operacional e de controle para incluir a instrução LUI. Houve impacto no ciclo de relógio?
- Modifique o bloco operacional e o controle para incluir a instrução que acessa a memória com pós-incremento:
  - lw \$rt, M(\$rs)
  - addi \$rs, \$rs, 1
- Houve impacto no ciclo de relógio? Vale a pena fazer esta modificação no caso de ciclo único?
- É possível eliminar o sinal MemtoReg e substituí-lo por ALUSrc?

INF01113 - Organização de Computadores