



Nome: \_\_\_\_\_ Matrícula: \_\_\_\_\_

## Prova 2

1) (6.0) No MIPS simplificado desenvolvido durante o curso várias instruções bastante úteis estão ausentes. Mantendo a compatibilidade do código em linguagem de máquina ao MIPS original, redesenhe o caminho de dados multiciclo, redefina os sinais de controle (se necessário), e implemente a unidade de controle através de uma máquina de estados finita, de modo a implementar (além das instruções já existentes) todas as instruções abaixo:

- a) (2.0) jal LABEL
- b) (2.0) addi, subi, ori, andi, slti \$rt,\$rs,Imm # Imediato de 16 bits
- c) (2.0) nor \$rd,\$rs,\$rt

2) (4.0) Considerando apenas os seguintes tempos de atraso dos blocos operativos de uma CPU MIPS:

Operação Lógica da ULA (and,or): 100ps  
Operação Aritmética da ULA (add,sub): 120ps  
Leitura do Banco de Registradores: 50ps  
Escrita no Banco de Registradores: 70ps  
Leitura da memória: 150ps  
Escrita na memória: 200ps

Dado o seguinte trecho de programa:

```
...  
4 or $t0,$zero,$zero  
5 lw $t1, 100($fp)      # $t1=1  
5 lw $t2, 104($fp)      # $t2=10  
5 lw $t4, 108($fp)      # $t4=4  
LABEL: 5 lw $t3,0($s0) } Harzard dados: SD FORWARD MEM→MEM é suficiente  
4 sw $t3,0($s1)  
4 add $t0,$t0,$t1  
4 add $s0,$s0,$t4  
4 add $s1,$s1,$t4  
4 slt $t5,$t0,$t2 } Harzard dados: FORWARD  
4 and $t5,$t1,$t5 } Harzard dados: FORWARD  
3 beq $t5,$zero, OUT } Harzard controle, beq → 3 bolhas  
3 j LABEL  
OUT: 4 or $t0,$zero,$zero } Harzard controle: 1 bolha  
....
```

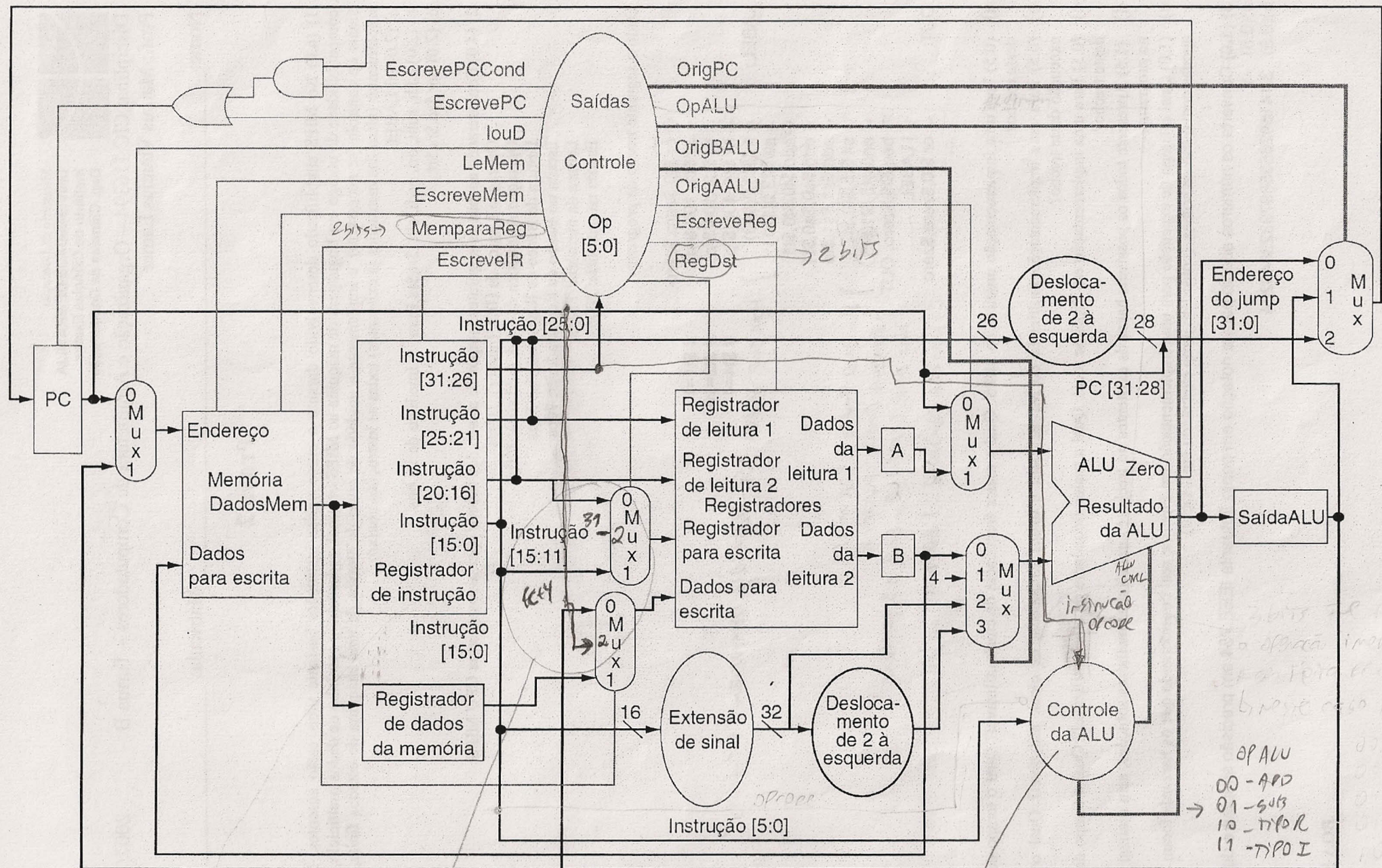
- a) (0.5) Para uma implementação uniciclo do MIPS: Qual a maior frequência de clock utilizável? Qual o tempo de execução deste trecho?
- b) (0.5) Para uma implementação multiciclo do MIPS: Qual a maior frequência de clock utilizável? Qual o tempo de execução deste trecho?
- c) (0.5) Para uma implementação em Pipeline ideal: Qual a maior frequência de clock utilizável? Qual o tempo de execução deste trecho?
- d) (1.5) Apresente todos os possíveis harzards existentes no trecho e analise suas melhores soluções, sem realizar alterações no programa.
- e) (1.0) Qual o tempo de execução para uma implementação em Pipeline real considerando que os harzards foram corrigidos apenas com o uso de bolhas. (considere jump executado em 1 ciclo)

3) (1.0) Converta os números abaixo para a notação em ponto flutuante IEEE 754 em precisão simples e dupla:

- a)(0.5) -1
- b)(0.5) 3.14159265358979323846264

BOA SORTE!!!





R1 instrução para LABEL  
 \* R[31] = PC + 4  
 \* LABEL

alterar PI  
 completar a instrução  
 NOR e incluir



## 2ª PROVA GABARITO

1) Caminho de dados no verso da folha de questões:

necessárias

a) jal LABEL  $\rightarrow$  armazenar PC+4 no registrador \$ra = 31

jump LABEL  $\rightarrow$  PC  $\leftarrow$  LABEL

b) addi, subi, ori, andi, sli  $\rightarrow$  ULA opera c/ operandos 16bits

src, \$rs, imm

c/ sinal estendido e

valor do reg \$rs

c) NOR  $\rightarrow$  ULA já faz a NOR (só o 1100 mas o

controle de ULA não está preparado)

necessária:

OP ALU = 10  $\rightarrow$  TIPO-N

FUNCT = 100111  $\rightarrow$  NOR

CTRL ALU = 1100

Logo a Tabela verdade TOTAL

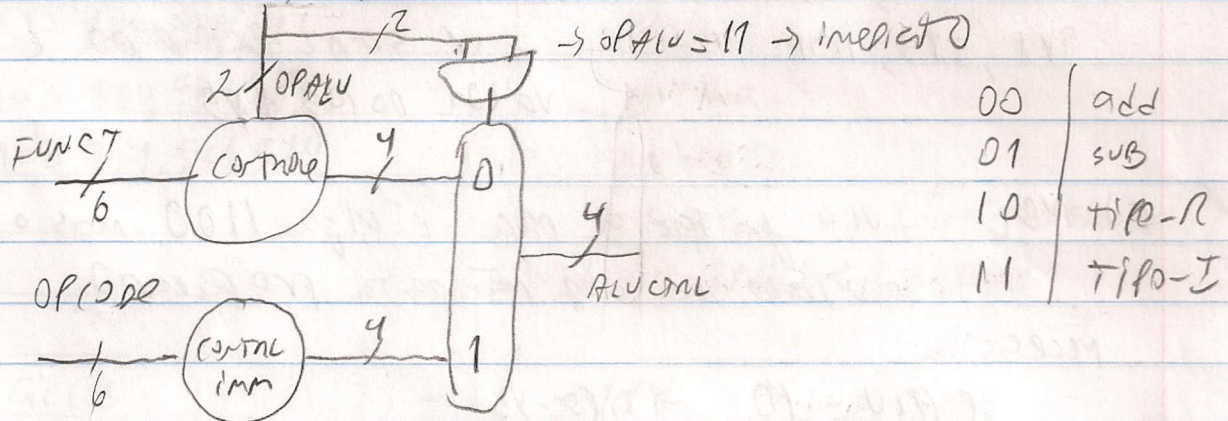
OP ALU		CAMPO FUNC						Operação	
OP ALU1	OP ALU0	F5	F4	F3	F2	F1	F0	OP ALU1 OP ALU0	
0	X	X	X	X	X	X	X	0010	add
X	1	X	X	X	X	X	X	0110	sub
1	X	X	X	0	0	0	0	0010	add
1	X	X	X	0	0	1	0	0110	sub
1	X	X	0	0	1	0	0	0000	and
1	X	X	0	0	1	0	1	0001	or
1	X	X	0	1	0	1	0	0111	slt
$\Rightarrow$ 1	X	X	X	0	1	1	1	1100	NOR

OP controle de ULA necessita ser alterado.



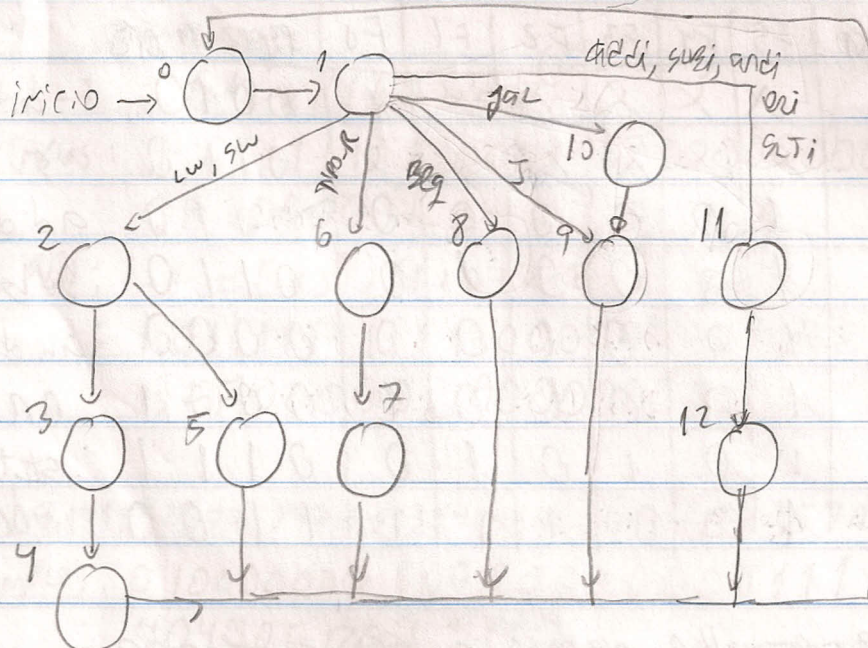
	opcode	ALUCtrl	opcode
addi =	001000	0010	jal = 000011
andi =	001100	0000	nor = 000000 / 100111
ori =	001101	0001	
sli =	001010	0111	
subi =	001110	0110	→ A } usado um opcode LNoe

controle de ALU modificado



⇒ não precisa projetar os circuitos: consideramos 'control' e 'control imm'

\* Utilizar o controle



- p/ nor não precisa alterar o controle

- jal → escreva 10 : reg\_dst = 10, mempara reg = 10, escreva reg

→ imediato → escreva } 11 : orig ALU = 1, orig ALU = 10, OPAU = 11

12 : reg\_dst = 00, mempara reg = 00, escreva reg



2)

a) MIPS UNICICLO : LW

$$\text{score} = 150 + 50 + 120 + 200 = 520 \text{ ps}$$

$$\text{leitura instrução} = 150 \text{ p}$$

$$< 540 \text{ ps}$$

$$\text{leitura reg} = 50 \text{ p}$$

$$\text{Logo OK!}$$

$$\text{ALU}_{\text{maximo}} = 120 \text{ p}$$

$$\text{Acesso memória leitura} = 150 \text{ p}$$

$$\text{Escrita Reg} = 70 \text{ p}$$

$$t_{\text{total}} = 540 \text{ ps} \rightarrow \text{clock} = 1,85186 \text{ Hz}$$

$$n^{\circ} \text{ ciclos} = 4 + 9 \times 9 + 9 = 94$$

$$t_{\text{tot}} = 94 \times 540 \text{ p} = 50,76 \text{ ns}$$

b) MIPS MULTICICLO

$$T_{\text{clock}} = 200 \text{ ps} \rightarrow \text{escrita em memória} \rightarrow \text{clock} = 5 \text{ GHz}$$

$$n^{\circ} \text{ ciclos} = 19 + 9 \times 35 + 36 = 370$$

$$t_{\text{mult}} = 370 \times 200 \text{ p} = 74 \text{ ns}$$

c) Pipeline ideal:

$$T_{\text{clock}} = 200 \text{ ps} \rightarrow \text{escrita em memória} \rightarrow \text{clock} = 5 \text{ GHz}$$

$$n^{\circ} \text{ ciclos} = 4 + 9 \times 9 + 9 = 94 \text{ sem latência}$$

$$= 94 + 4 \rightarrow \text{com latência}$$

$$t_{\text{pipe ideal}} = 94 \times 200 \text{ p} = 18,8 \text{ ns s/latência}$$

$$t_{\text{pipe ideal}} = 98 \times 200 \text{ p} = 19,6 \text{ ns com latência}$$

d) na Folha de questões

e) só com uso de bolhas



OR \$t0, \$zero, \$zero

LW \$t1, 100(\$fp)

LW \$t3, 104(\$fp)

LW \$t4, 108(\$fp)

Label: LW \$t3, 0(\$s8)

Boita

Boita

SW \$t3, 0(\$s1)

add \$t0, \$t0, \$t1

add \$s0, \$s0, \$t4

add \$s1, \$s1, \$t4

SLT \$t5, \$t0, \$t2

Boita

Boita

and \$t5, \$t1, \$t5

Boita

Boita

Beq \$t5, \$zero, 0.5

Boita

Boita

Boita

J LABEL

(nao considerado)

OUT: OR \$t0, \$zero, \$zero

$$n^{\circ} \text{ Ciclos} = 4 + 9 \times (18) + 18 = 184 \text{ s/latência}$$

$$= 184 + 4 \text{ c/latência}$$

$$\text{Ar. Perda} = 184 \times 200p = 36,8 \text{ ns s/latência}$$

$$188 \times 200p = 37,6 \text{ ns c/latência} //$$

3)

$$a) -1 = (-1)^1 \times (1+0) \times 2^{(127-127)}$$

$$\text{simples: } 1 \ 01111111 \ 000000000000000000000000 = \text{BF800000h}$$

$$\text{dupla: } -1 = (-1)^1 \times (1+0) \times 2^{(1023-1023)}$$

$$: 1 \ 011111111111 \ 000000 \dots 0000$$

$$\text{BF F00000h 000000000h}$$

$$b) 3.14159265358979323846264 = (-1)^0 (1+0,57080\dots) \times 2^{(128-127)}$$

$$\text{simples: } 0 \ 10000000 \ 10010010000111111011010 \\ 40490FDAh \rightarrow \text{sim} \quad (1024-1023)$$

$$\text{dupla: } \pi = (-1)^0 (1+0,57080\dots) \times 2$$

$$0 \ 100000000000 \ 10010010000111111011010 \\ 10100010001001000011011011111$$

$$400921FB, 544480DEh$$

$$2d18h \rightarrow \text{sim}$$