

## Sistemas Digitais 2 - 1/2016

### Prova P2 – 23/06/2016

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

Matrícula: \_\_\_\_/\_\_\_\_

#### Questão 1: Projeto RTL

Considere a máquina de refrigerantes mostrada nas Figs. 1 a 4. Ela possui um detector de moedas, que fornece a entrada **c** de um bit, que é 1 durante 1 ciclo de *clock* quando uma moeda é detectada. A entrada **a** de oito bits indica o valor da moeda inserida, enquanto a entrada **s** indica o custo de um refrigerante. A saída **d** será 1 durante 1 ciclo de *clock* quando o valor total das moedas for maior ou igual ao custo de 1 refrigerante. Qualquer valor em excesso é retido.

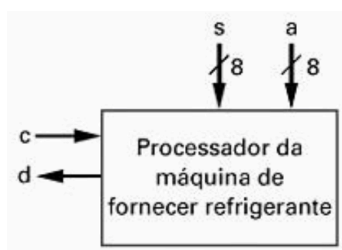


Fig. 1

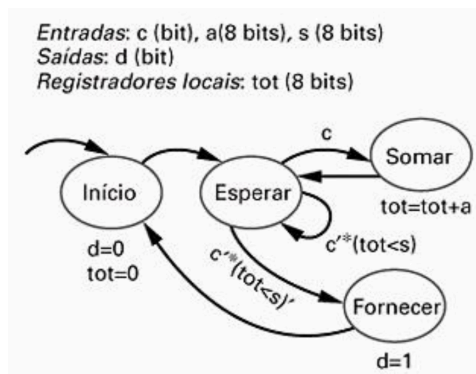


Fig. 2

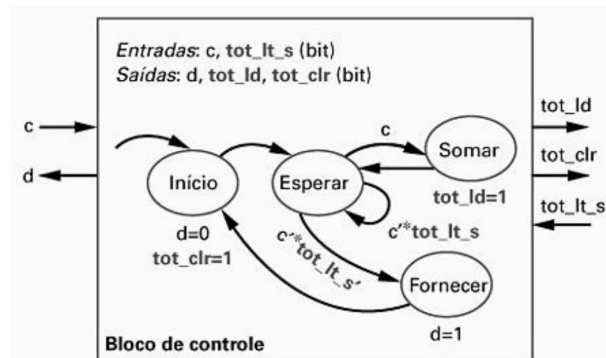


Fig. 3

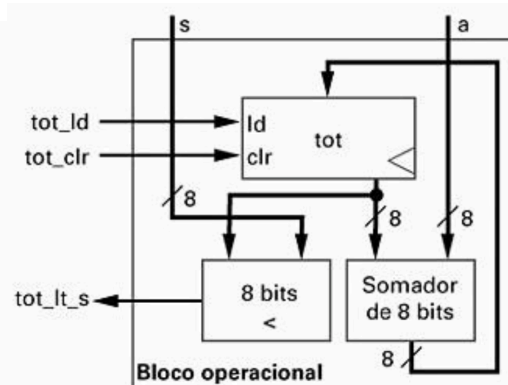


Fig. 4

Altere o projeto para que a máquina permita escolher entre dois tipos de refrigerante e também para que forneça troco ao consumidor. Nesse caso, ao invés da entrada **a**, serão necessárias duas entradas **r1** e **r2**, de 8 bits, que indicarão o custo dos dois tipos de refrigerante que podem ser escolhidos. A escolha do refrigerante é controlada por dois botões, **b1** e **b2** que, quando pressionados, ficam em 1 durante um ciclo de relógio. Se o usuário tiver colocado moedas suficientes para o refrigerante escolhido, o circuito colocará um dos bits de saída **f1** ou **f2** em 1 durante um ciclo de relógio, indicando que a máquina forneceu o refrigerante escolhido. Se for necessário troco, a saída **nt** de 1 bit ficará em 1 durante 1 ciclo de relógio, enquanto a saída **vt** de 8 bits indicará o valor necessário do troco. Usando o método de projeto RTL:

- (1,0) Esboce o bloco operacional em nível de estrutura.
- (1,0) Esboce a conexão entre os blocos operacional e de controle.
- (1,0) Esboce o diagrama de estados da FSM do bloco de controle.

## Questão 2: Processadores

a. (1,0) A Fig. 5 mostra algumas das especificações do processador de 6 instruções. Indique qual será o conteúdo de **R1** ao final da execução do programa listado na Fig. 6, bem como quantos ciclos de clock serão necessários, e qual seria o tempo de execução com um clock de 50 MHz. Considere que o conteúdo de **D[0]** possui o valor do maior algarismo do seu número de matrícula, e que **D[9]** possui o valor correspondente ao ano do mesmo (por exemplo, para 12/345678, **D[0]** = 8 e **D[9]** = 12).

Instrução	Significado
MOV Ra, d	$Rf[a]=D[d]$
MOV d, Ra	$D[d]=Rf[a]$
ADD Ra, Rb, Rc	$Rf[a]=Rf[b]+Rf[c]$
MOV Ra, #C	$Rf[a]=C$
SUB Ra, Rb, Rc	$Rf[a]=Rf[b]-Rf[c]$
JMPZ Ra, offset	$PC=PC+offset$ se $Rf[a]=0$

Instrução	Código de operação
MOV Ra, d	0000
MOV d, Ra	0001
ADD Ra, Rb, Rc	0010
MOV Ra, #C	0011
SUB Ra, Rb, Rc	0100
JMPZ Ra, offset	0101

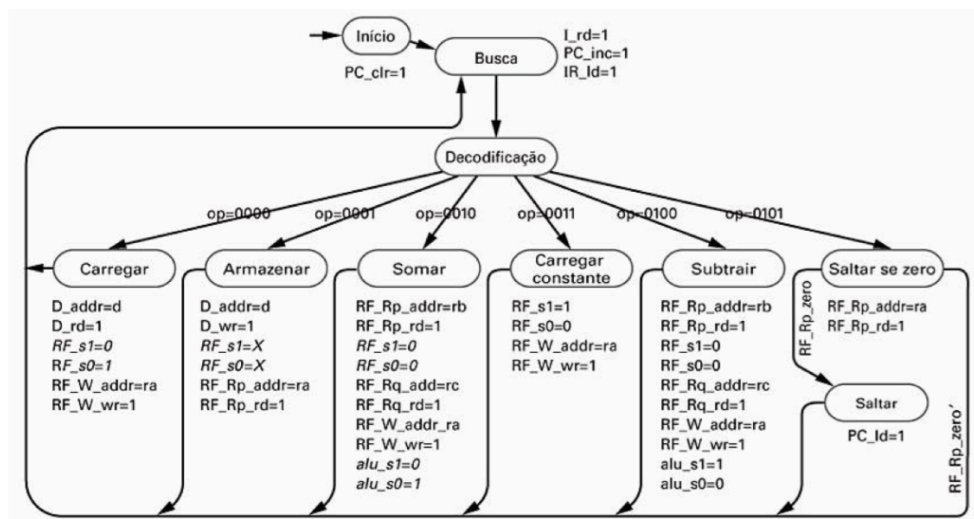


Fig. 5

```

MOV R0, 0
MOV R1, #0
MOV R2, #1
MOV R3, 9
MOV R4, #0
laco: SUB R5,R3, R0
      JMPZ R5, fim
      ADD R1, R1, R0
      ADD R0, R0, R2
      JMPZ R5, laco
fim:
  
```

Fig. 6

b. (1,0) Reescreva o programa da Fig. 6, considerando que, ao invés de **JMPZ**, o processador possui a seguinte instrução: **JMPNZ Ra,offset (PC=PC+offset, se  $Rf[a] \neq 0$ )**. Repita o item a para o novo programa.



c. (1,0) Usando as instruções do MIPS-8 (Fig. 7), escreva um código que implemente a seguinte pseudo-instrução:

**ble \$t1, \$t2, L (se \$t1 <= \$t2, desvia para L)**

Instruction	Function	Encoding	op	func
add \$1, \$2, \$3	addition: $\$1 \leftarrow \$2 + \$3$	R	000000	100000
sub \$1, \$2, \$3	subtraction: $\$1 \leftarrow \$2 - \$3$	R	000000	100010
and \$1, \$2, \$3	bitwise and: $\$1 \leftarrow \$2 \text{ and } \$3$	R	000000	100100
or \$1, \$2, \$3	bitwise or: $\$1 \leftarrow \$2 \text{ or } \$3$	R	000000	100101
slt \$1, \$2, \$3	set less than: $\$1 \leftarrow 1 \text{ if } \$2 < \$3$ $\$1 \leftarrow 0 \text{ otherwise}$	R	000000	101010
addi \$1, \$2, imm	add immediate: $\$1 \leftarrow \$2 + \text{imm}$	I	001000	n/a
beq \$1, \$2, imm	branch if equal: $\text{PC} \leftarrow \text{PC} + \text{imm} \times 4^a$	I	000100	n/a
j destination	jump: $\text{PC} \leftarrow \text{destination}^b$	J	000010	n/a
lb \$1, imm(\$2)	load byte: $\$1 \leftarrow \text{mem}[\$2 + \text{imm}]$	I	100000	n/a
sb \$1, imm(\$2)	store byte: $\text{mem}[\$2 + \text{imm}] \leftarrow \$1$	I	101000	n/a

Fig. 7

### Questão 3: PicoBlaze

(4,0) Usando o PicoBlaze Assembly (Fig. 8), escreva um programa que descreva uma ULA de 8 bits que executa 4 operações. O programa deve ler apenas 8 chaves para as entradas A e B, e para o sinal de seleção da operação. Sendo assim, a entrada A receberá os bits de 0 a 2, a entrada B, os bits de 3 a 5, e o sinal de seleção, os bits 6 e 7. A saída deve mostrar o resultado em 8 leds. Utilize os 4 últimos dígitos distintos da sua matrícula para definir as 4 operações da ULA, de acordo com a Tabela 1.

Tabela 1

Dígito	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Operação	A + B	A - B	A >> B	A << B	A and B	A or B	A xor B	A + 1	2A	A/2

## PicoBlaze Instructions

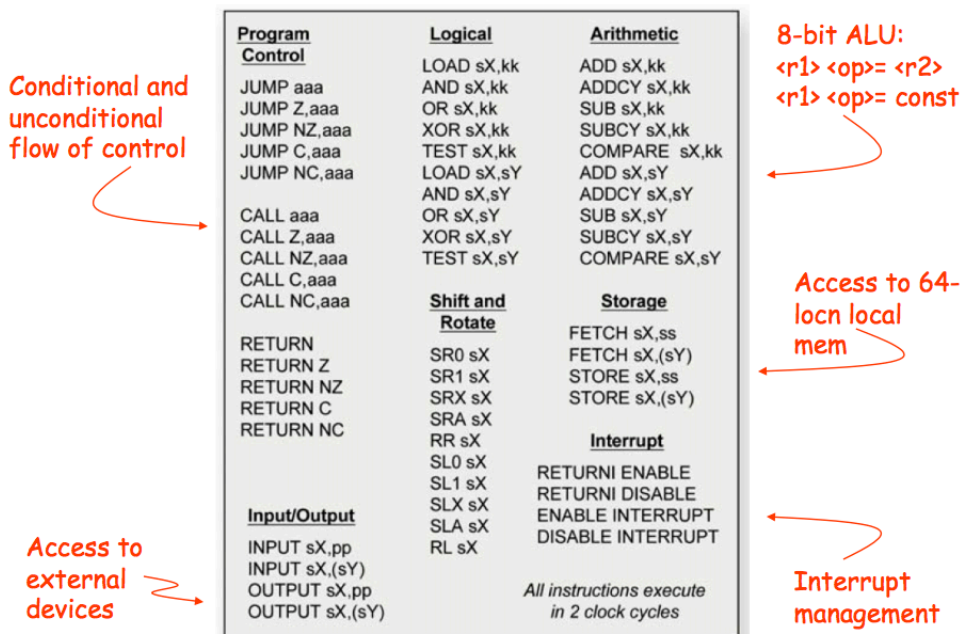


Fig. 8

**Observações importantes sobre a Questão 3:**

1. Durante o tempo de prova, fazer o esboço do código no papel, comentando os passos.
2. Ao terminar a prova, levá-la para a mesa do professor e tirar uma foto do esboço da resolução desta questão.
3. Implementar o código esboçado no **PBlazeIDE**, incluindo comentários e um cabeçalho contendo o nome e o número de matrícula.
4. Enviar o arquivo **.psm** via Moodle até o prazo estabelecido (**meio-dia do dia 24/06/2016**).
5. Códigos com erros de sintaxe ou cuja execução não funcionar corretamente **não serão debugados** e ficarão com nota zero.
6. Caso a sua matrícula não possua 4 dígitos distintos, acrescente 1 a um dos dígitos repetidos.
7. Os alunos que enviaram o Teste 7 e/ou o Teste 8 terão o(s) arquivo(s) corrigido(s) e poderão receber **até 0,5 ponto** (por teste) somado a esta questão.