

NOME		NÚMERO	
------	--	--------	--

1. (1 + 2 + 1 valores) Considere o seguinte programa, que usa rotinas de interrupção. Os pinos de interrupção 1 e 3 ligam a relógios com um determinado período, pedindo uma interrupção em cada flanco ascendente.

```

PLACE      1000H
pilha:      TABLE      100H
fim_pilha:
contador:   WORD        0
tab:        WORD        rot_int_1
            WORD        rot_int_3

PLACE      0000H
MOV         SP, fim_pilha
EI
MOV         R1, contador
ciclo:      MOV         R2, [R1]
            ADD         R2, 1
            MOV         [R1], R2
            JMP         ciclo
rot_int_1:  ...          ; processa int 1
            RET
rot_int_3:  ...          ; processa int 3
            RET

```

PLACE	1000H	
pilha:	TABLE	100H
fim_pilha:		
contador:	WORD	0
tab:	WORD	0
	WORD	rot_int_1
	WORD	0
	WORD	rot_int_3
PLACE	0000H	
	MOV	SP, fim_pilha
	MOV	BTE, tab
	EI1	
	EI3	
	EI	
	MOV	R1, contador
ciclo:	MOV	R2, [R1]
	ADD	R2, 1
	MOV	[R1], R2
	JMP	ciclo
rot_int_1:	...	; processa int 1
	RFE	
rot_int_3:	...	; processa int 3
	RFE	

- a) Verificou-se que este programa tem erros que impedem o funcionamento correto das interrupções 1 e 3. Reescreva o programa na tabela do lado direito, corrigindo esses erros (o conteúdo das rotinas de interrupção não é relevante). Preencha apenas as linhas que entender serem necessárias;

- b) Agora com o programa a funcionar corretamente, suponha que com os relógios desligados (sem gerarem interrupções) a variável “contador” consegue ser incrementada 1000 vezes em cada segundo. As rotinas de interrupção 1 e 3 demoram 10 e 20 milissegundos a executar, respetivamente. Se ligar apenas o relógio que liga à interrupção 1, com um período de 100 milissegundos, quantas vezes é que a variável “contador” será incrementada em cada segundo, em média?

900

vezes

- c) Suponha agora que, mantendo o relógio da interrupção 1 a funcionar (100 milissegundos de período), liga também o relógio da interrupção 3. Os tempos de execução das rotinas de interrupção 1 e 3 são 10 e 20 milissegundos, respetivamente. Qual é aproximadamente o período mínimo do relógio da interrupção 3 para que a variável “contador” seja incrementada pelo menos 500 vezes em cada segundo? Sugestão: pense em termos de percentagem de tempo gasto em cada atividade (ciclo do programa principal e rotinas de interrupção).

50

milissegundos

2. (2 + 1 valores) Os portáteis mais recentes incluem não apenas um disco mas também um SSD (Solid State Drive). Suponha que vai comprar um com Windows 10 Home, mas claro que vai instalar o Windows 10 Education. O disco tem um 1 TByte de capacidade, 7200 rotações/minuto, 6 ms de *seek-time* (procura de pista) e taxa de leitura de dados de 100 MBytes/seg. O SSD tem uma capacidade de 128 GBytes, um tempo de acesso de 0,2 ms e taxa de leitura de dados de 200 MBytes/seg. Considera-se que o setor é a unidade de acesso nos dois casos e o seu tamanho é 1 KByte.
- a) Imaginemos que o arranque do Windows requer a leitura de 4000 setores, distribuídos pelo dispositivo (disco ou SSD) de forma aleatória, a que se somam cerca de 15 segundos de execução de programas em memória. Estime o tempo que demorará aproximadamente o arranque do Windows, no caso do disco e do SSD;

O tempo de leitura de um setor no disco é, aproximadamente 10 ms, obtido pela soma de:

4 ms (latência rotacional de meia volta – uma volta são cerca de 8 ms, a 120 rot/seg, ou 7200 rot/min)

6 ms (latência de procura de pista)

0,01 ms (1 Kbyte a 100 Mbytes/seg) – desprezável face ao restante

Logo, no caso do disco os 4000 setores demorarão cerca de 40 segundos a ser lidos, e o tempo de arranque do Windows será aproximadamente 55 segundos.

Para o SSD, cada setor leva aproximadamente 0,2 ms a ser lido, tempo obtido pela soma de:

0,2 ms (tempo para aceder a um setor)

0,005 ms (1 Kbyte a 200 Mbytes/seg) – desprezável face ao restante

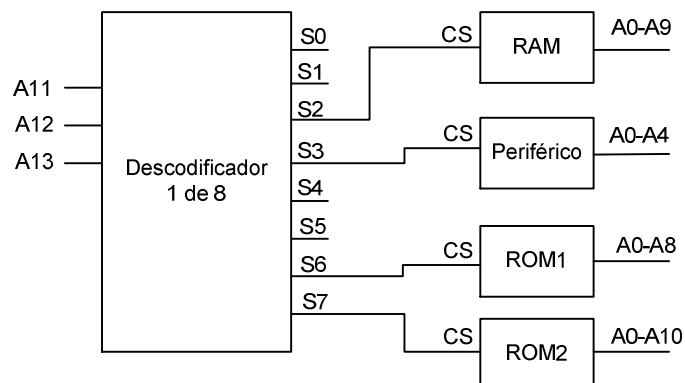
A leitura dos 4000 setores demorará assim cerca de 0,8 segundos, e o tempo de arranque do Windows será aproximadamente 15,8 segundos.

- b) Em qual dispositivo (disco ou SSD) deverá instalar o Windows, e qual dispositivo deverá usar para guardar os seus ficheiros? Justifique.

O SSD é o mais rápido, pelo que é onde se deve instalar o Windows (arranque e acesso às funcionalidades do sistema operativo mais rápidos)

O disco é mais lento mas tem uma capacidade muito maior, pelo que deve ser usado para guardar os ficheiros

3. (3 valores) Considere o seguinte sistema de descodificação de endereços utilizado por um processador de bus de dados de 8 bits e bus de endereços de 16 bits. Preencha a tabela sobre cada dispositivo, indicando a sua capacidade (decimal) e os endereços de início e de fim (em hexadecimal) em que esse dispositivo está ativo (não considerando endereços de acesso repetido - espelhos).



Dispositivo	Bits de endereço	Capacidade (bytes) (decimal)	Início (hexadecimal)	Fim (hexadecimal)
RAM	A0-A9	1 K	1000H	13FFH
Periférico	A0-A4	32	1800H	181FH
ROM1	A0-A8	512	3000H	31FFH
ROM2	A0-A10	2 K	3800H	3FFFH

4. (2 valores) Considere a seguinte tabela de verdade, relativa a uma função de quatro entradas e uma saída. Simplifique a respetiva função, preenchendo a tabela de Karnaugh e escrevendo a expressão algébrica mais simplificada que lhe é equivalente.

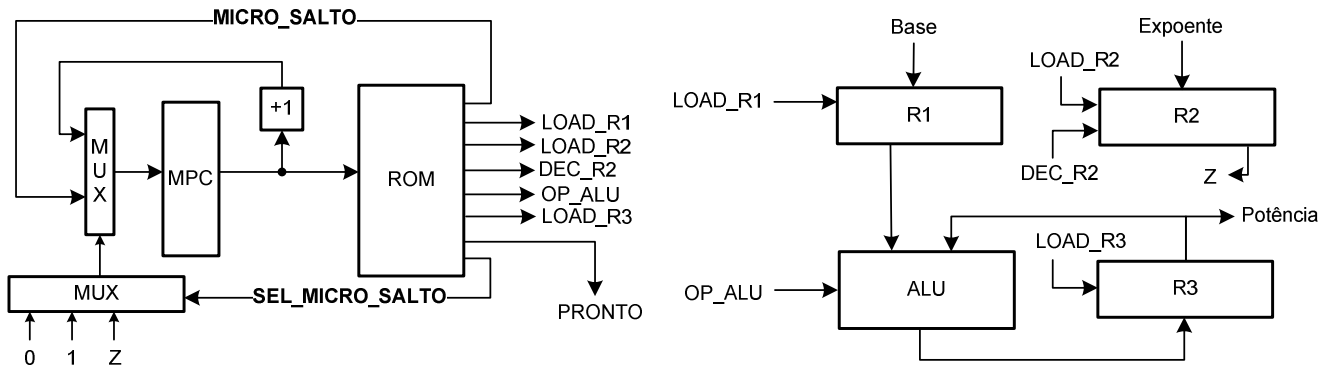
A	B	C	D	Z
0	0	0	0	1
0	0	0	1	1
0	0	1	0	1
0	0	1	1	0
0	1	0	0	1
0	1	0	1	1
0	1	1	0	0
0	1	1	1	0
1	0	0	0	0
1	0	0	1	1
1	0	1	0	1
1	0	1	1	0
1	1	0	0	1
1	1	0	1	1
1	1	1	0	0
1	1	1	1	0

		CD			
		00	01	11	10
AB	00	1	1		1
	01	1	1		
	11	1	1		
	10		1		1

Z =

$$\overline{A}\overline{C} + B\overline{C} + \overline{C}D + \overline{B}C\overline{D}$$

5. (2 + 1 valores) Pretende-se construir um circuito microprogramado que implemente a operação potência (base elevada a expoente) por multiplicações sucessivas da base. O diagrama seguinte descreve o circuito. Os registos R1 e R2 recebem a base e o expoente, respetivamente. O registo R3 vai acumulando o resultado das multiplicações. A saída da ALU pode tomar uma de quatro possibilidades, consoante o valor de OP_ALU: soma (SOMA) e multiplicação (MUL) dos dois operandos, 0 (ZERO) e 1 (UM). O sinal Z está ativo (vale 1) quando R2 é zero e o sinal PRONTO é ativado quando o resultado está pronto.



- a) Preencha a tabela seguinte com os valores necessários para implementar a funcionalidade descrita. Indique apenas os sinais relevantes em cada ciclo de relógio e deixe em branco as restantes células.

Endereço na ROM	Microinstruções	LOAD_R1	LOAD_R2	DEC_R2	OP_ALU	LOAD_R3	PRONTO	SEL_MICRO_SALTO	MICRO_SALTO
0	R1 ← Base R2 ← Expoente R3 ← 1	SIM	SIM		UM	SIM			
1	R3 ← R3 * R1				MUL	SIM			
2	R2 ← R2 - 1			SIM					
3	(R2 = 0): MPC ← 5							Z	5
4	MPC ← 1							1	1
5	PRONTO ← 1 MPC ← 5						SIM	1	5

- b) Quantos bits de largura deve ter no mínimo o sinal MICRO_SALTO?

3

6. (1,5 + 1,5 valores) Considere uma cache de dados de mapeamento direto, com capacidade para 128 blocos de 8 palavras cada, para um processador com 16 bits de endereço com endereçamento de byte (uma palavra = dois endereços).

- a) Quantos bits deve ter a etiqueta?

5

- b) Suponha que o tempo de acesso em caso de *hit* e de *miss* é de 4 ns e 30 ns, respetivamente. Se a *hit rate* média for de 80%, qual o tempo médio de acesso?

9,2 ns

7. (2 valores) Imagine um processador com endereçamento de byte, capaz de endereçar um espaço virtual de 00000H até FFFFFH, enquanto o espaço de endereçamento físico vai de 0000H até FFFFH, mas só há RAM entre 1000H e 4000H. As páginas virtuais têm uma dimensão de 100H bytes. A TLB é totalmente associativa de 8 entradas e está inicialmente vazia, após o que o processador acedeu aos seguintes endereços virtuais, por esta ordem:

- 2AFE0H
- AC18AH
- AC78CH
- 348E4H
- 2AF8CH
- AC7E4H
- AC7E0H
- AC18CH
- 348F4H
- 56B4AH
- 2AF58H

Preencha a TLB com os valores com que vai ficando, após cada um destes acessos. Assuma que as páginas físicas vão sendo atribuídas por ordem, começando na primeira (a partir do endereço 1000H) e indo até onde for necessário. Coloque X nos campos da TLB cujo valor não seja determinável neste exemplo.

Posição da TLB	Bit validade	N.º página virtual (hexadecimal)	N.º página física (hexadecimal)
0	1	2AFH	10H
1	1	AC1H	11H
2	1	AC7H	12H
3	1	348H	13H
4	1	56BH	14H
5	0	X	X
6	0	X	X
7	0	X	X