

## Microprocessadores e Computadores Pessoais

### Resolução das questões de escolha múltipla do teste de 2019-03-19

- [10] 1. Assumindo que os valores iniciais dos registos X1 e X2 são, respetivamente, 16 e 4, qual é o valor do registo X2 após a execução do seguinte conjunto de instruções?

```
CICLO:  ADD  X2, X2, #2
        CBZ  X1, FIM
        SUB  X1, X1, #2
        B    CICLO
FIM:    ...
```

A. 40    B. 4    C. 22    D. 20

Cada iteração do ciclo adiciona 2 ao valor anterior do registo X2 e subtrai 2 ao valor anterior do registo X1. O ciclo repete-se até o valor do registo X1 ser zero. Como o valor inicial do registo X1 é 16, o ciclo irá ser executado  $16/2=8$  vezes; serão ainda executadas adicionalmente as duas primeiras instruções, porque só a segunda instrução irá verificar se o valor de X1 é zero. Logo, o valor ao final do registo X2 será  $4+(8 \times 2)+2=22$ .

- [10] 2. Os valores iniciais dos registos X0 e X1 são, respetivamente, 0xACACBDBDACACBDBD e 0xFFFFFFFFAAAAAAAA. Qual é o valor do registo W0 após a execução do seguinte fragmento?

```
ROR    W0, W0, #16
ROR    W1, W1, #16
LSR    X0, X0, #16
```

A. 0xAAAAAAAA    B. 0xBDBDACAC    C. 0xACACBDBD    D. 0x0000BDBD

A primeira instrução realiza uma rotação do conteúdo de W0 de 16 bits para a direita. Como o registo W0 corresponde à parte menos significativa do registo X0, após esta instrução o registo X0 terá o valor 0x00000000BDBDACAC. A segunda instrução é aplicada ao registo W1, por isso não irá influenciar os registos X0 e W0. A terceira instrução realiza um deslocamento para a direita de 16 bits sobre o registo X0; após esta instrução, o valor do registo X0 é 0x000000000000BDBD, ou seja o valor do registo W0 é 0x0000BDBD.

- [10] 3. Um computador possui um disco magnético de 10000 RPM, 832 setores de 4 kB por cilindro, tempo de busca mínimo 2 ms e médio de 8 ms, taxa de transferência 100 MB/s e um disco SSD com taxa de transferência 50 MB/s. Pretende-se transferir um ficheiro de 200 MB de cada um dos discos, assumindo o cenário mais favorável. Qual das seguintes afirmações é verdadeira (ignore os possíveis atrasos dos controladores)?
- A. O tempo necessário para transferir o ficheiro é 2 vezes menor no disco SSD.
  - B. O tempo necessário para transferir o ficheiro é 4 vezes menor no disco SSD.
  - C. O tempo necessário para transferir o ficheiro é menor no disco magnético.
  - D. O tempo necessário para transferir o ficheiro é igual em ambos os discos.

Para o disco magnético: Um ficheiro de 200 MB ocupa  $200 \text{ MB} / 4 \text{ kB} / 20 = 50000$  setores, para o que são necessários 61 cilindros. Assumindo que, na melhor situação, o acesso ao cilindro seguinte não apresenta latência de rotação, tem-se um tempo de busca total

$$t = 8 \text{ ms} + 3 \text{ ms} + (60 \times 2 \text{ ms}) + \frac{200 \text{ MB}}{100 \text{ MB/s}} = 11 \text{ ms} + 120 \text{ ms} + 2000 \text{ ms} = 2131 \text{ ms} = 2,131 \text{ s}$$

Para o disco SSD, o tempo correspondente é:

$$t = \frac{200 \text{ MB}}{50 \text{ MB/s}} = 4 \text{ s}$$

Apenas a alínea (C) está correta.

[10] 4. Sobre o principal motivo pelo qual um SSD é mais rápido do que um HDD, que afirmação é verdadeira?

- A. O tempo médio de busca do SSD é nulo.
- B. O SSD está sempre desfragmentado.
- C. A taxa de transmissão do SSD é superior.
- D. A latência do controlador do SSD é inferior.

Apenas a opção (A) é sempre verdadeira.

[10] 5. Uma aplicação demora 100 ms a ser executada: 72 ms para processamento no CPU e 28 ms para acesso a disco. O avanço da tecnologia permite duplicar o desempenho dos componentes *a cada ano que passa*. Supondo que todos os anos se atualiza *apenas* um dos componentes do sistema (aquele que, nesse ano, conduz a um melhor desempenho) qual será o tempo de execução dessa aplicação ao fim de 4 atualizações?

- A. 23 ms   B. 8 ms   C. **10,75 ms**   D. 11,5 ms

Tempos medidos em milissegundos.

Ano	tempo de CPU	tempo disco	melhor tempo total
0	72	28	100
1	36	14	36+28=64
2	18	7	36+7=43
3	9	3,5	9+7=16
4	4,5	1,75	9+1,75=10,75

A opção correta é (C).

[10] 6. Assumir que o valor inicial do registo W11 é 0x00000001. Qual dos seguintes valores do registo W10 faz com que o salto seja tomado?

ADDS      W10, W10, W11  
B.VS      SALTO

- A. 0xAAAAAAAA    B. O salto nunca é tomado.    **C. 0x7FFFFFFF**    D. 0xFFFFFFFF

A condição VS é verdadeira quando ocorre “overflow”. Logo, o salto será tomado quando o resultado da adição dos registo W0 com W11 provocar “overflow”. Sabendo que “overflow” só pode ocorrer na adição quando são usados números de sinais iguais, as opções A e D podem ser descartadas. Como o valor presente na opção C é o maior número positivo possível (em 32 bits), a adição de 1 provocará “overflow”. Por essa razão, a resposta correta é (C).

[10] 7. Qual das seguintes afirmações é verdadeira?

- A. Quanto mais frequente forem os acessos a um periférico, mais conveniente é que eles sejam feitos por interrupção.  
**B. Quanto mais esporádicos forem os acessos a um periférico, mais conveniente é que eles sejam feitos por interrupção.**  
C. Acessos por varrimento são sempre mais rápidos do que acessos por interrupção.  
D. Acessos por varrimento são sempre mais lentos do que acessos por interrupção.

As alíneas (C) e (D) não são *sempre* verdadeiras (depende do trabalho que o atendimento do periférico exigir). As outras duas opções são o inverso uma da outra. O interesse de usar interrupções aumenta com a probabilidade de serem necessários poucos acessos ao periférico; a técnica de “polling” não beneficia disso, já que deve aceder ao periférico a uma taxa constante. Logo, apenas a afirmação (B) está sempre correta.

[10] 8. Pretende-se que o acesso a um ficheiro de 100 KiB demore, no máximo, 2 s. Cada disco tem setores de 512 B, sendo as restantes características dadas pela ordem: preço, tempo médio de busca, velocidade de rotação, taxa de transmissão. Qual é a opção mais barata e que garante esse requisito?

- A. 80 €, 5 ms, 5000 RPM, 100 MB/s  
B. 100 €, 5 ms, 10000 RPM, 50 MB/s  
C. 70 €, 8 ms, 5000 RPM, 50 MB/s  
**D. 90 €, 6 ms, 10000 RPM, 100 MB/s**

O pior caso será com 200 setores aleatórios que corresponde a 10ms por setor. A latência rotacional é de 6ms para os discos de 5000 RPM e 3ms para os discos de 10000 RPM. O tempo de transferência de um setor é desprezável face aos restantes tempos (no máximo 0.5/50 ms) Nestas condições as alíneas (B) e (D) cumprem o tempo total de acesso sendo (D) a mais barata.

[10] 9. No contexto de uma transferência por acesso direto à memória qual das seguintes afirmações é verdadeira?

- A. O CPU tem de executar a transferência.  
B. O CPU não tem qualquer intervenção na transferência.  
C. O CPU tem apenas de iniciar a transferência.  
**D. O CPU tem de iniciar e terminar a transferência.**

O uso de DMA requer que o processador configure a controlador de DMA (iniciar a transferência), O controlador de DMA comanda então a transferência, enviando uma interrupção ao CPU no fim do processo.

[10] 10. Assuma os seguintes valores iniciais:

W0 = 0x0000ABAB      W1 = 0x0000BABA      W2 = 0xCCCC1111

Qual será o valor do registo W2, após a execução do seguinte conjunto de instruções?

EOR      W0, W0, W1  
ADD      W2, W2, W0

A. 0xCCCBFFFF    B. 0xBBBB1110    C. 0xCCCCFFFF    D. 0xCCCBAFFF

A instrução EOR realiza um ou-exclusivo (XOR) entre o valor do registo W0 e a negação do registo W1, colocando o resultado no registo W0; após a execução desta instrução o valor do registo W0 é 0xFFFFEEEE. A segunda instrução realiza uma adição dos valores dos registos W0 e W2, deixando o resultado no registo W2. Logo, o valor final do registo W2 será 0xCCCBFFFF.

11. Pretende-se comparar várias alternativas de construir um sistema RAID com 32 TB de capacidade útil. Estão disponíveis discos magnéticos com a seguinte capacidade, potência e custo:

**Dsk1:** 2 TB; 5,9 W; 140 €      **Dsk2:** 1 TB; 3,2 W; 65 €

As organizações RAID a considerar são as seguintes:

**Org1:** RAID-1

**Org2:** RAID-5 com 4 grupos de proteção

**Org3:** RAID-6 com 2 grupos de proteção.

[10] (a) Qual das configurações abaixo indicadas requer mais discos?

A. Org1 e Dsk1    B. Org2 e Dsk1    C. Org3 e Dsk2    D. **Org1 e Dsk2**

RAID-1 consiste em ter um disco espelho para cada disco ativo. Com discos de 1 TB, são necessários  $2 \times (32/1) = 64$  discos; com discos de 2 TB, o sistema necessita de  $2 \times (32/2) = 32$  discos.

A existência de 4 grupos (em RAID-5) implica que cada um é responsável por guardar 1/4 da informação (8 TB). Cada grupo de proteção necessita do equivalente a um disco adicional para guardar a informação de paridade. Para discos de 1 TB temos  $4 \times (8/1 + 1) = 36$  discos, enquanto que para discos de 2 TB temos  $4 \times (8/2 + 1) = 20$  discos.

A existência de 2 grupos (em RAID-5) implica que cada um é responsável por guardar 1/2 da informação (16 TB). Cada grupo de proteção necessita do equivalente a dois discos adicionais para guardar a informação de paridade. Para discos de 1 TB temos  $2 \times (16/1 + 2) = 36$  discos, enquanto que para discos de 2 TB temos  $2 \times (16/2 + 2) = 20$  discos.

Resumindo as situações possíveis:

Disco	RAID-1	RAID-5 (4 grupos)	RAID-6 (2 grupos)
Dsk1 (2 TB)	32	20	20
Dsk2 (1 TB)	64	36	36

O configuração que usa RAID-1 com discos de 1 TB é a que requer mais discos (opção D).

[10] (b) Qual das configurações abaixo indicadas tem o custo de aquisição mais baixo?

- A. Org1 e Dsk1    **B. Org2 e Dsk2**    C. Org3 e Dsk1    D. Org1 e Dsk2

Usando os dados da solução da alínea (a), o custo de cada combinação em euros é:

Disco	RAID-1	RAID-5 (4 grupos)	RAID-6 (2 grupos)
Dsk1 (2 TB)	$32 \times 140 = 4480$	$20 \times 140 = 2800$	2800
Dsk2 (1 TB)	$64 \times 65 = 4160$	$36 \times 65 = 2340$	2340

Consequentemente, das opções apresentadas, a opção B representa a configuração mais barata.

[10] (c) Qual das configurações abaixo indicadas tem menor consumo?

- A. Org1 e Dsk1    B. Org2 e Dsk1    **C. Org3 e Dsk2**    D. Org1 e Dsk2

Usando os dados da alínea (a), o consumo de cada combinação é:

Disco	RAID-1	RAID-5 (4 grupos)	RAID-6 (2 grupos)
Dsk1 (2 TB)	$32 \times 5,9 \text{ W} = 188,8 \text{ W}$	$20 \times 5,9 = 118 \text{ W}$	118 W
Dsk2 (1 TB)	$64 \times 3,2 \text{ W} = 204,8 \text{ W}$	$36 \times 3,2 \text{ W} = 115,2 \text{ W}$	115,2 W

Consequentemente, das opções apresentadas, a opção C é que tem menor consumo de energia.

[10] (d) Assumir que um disco se avariou. Para qual das configurações indicadas abaixo pode a situação normal ser restabelecida mais depressa?

- A. Org1 e Dsk1    B. Org2 e Dsk1    C. Org3 e Dsk1    **D. Org1 e Dsk2**

Restabelecer a situação normal equivale a recuperar o conteúdo do disco avariado. Portanto, quanto menor capacidade tiver o disco, mais rápida é a recuperação.

A recuperação em RAID-1 consiste simplesmente em copiar o conteúdo do disco bom. Em RAID-5 e RAID-6 é necessário recalcular os valores do disco avariado por cálculo da paridade, o que envolve ler todos os outros discos do grupo, fazer o cálculo e escrever o resultado. Portanto, o RAID-1 leva menos tempo a recuperar.

Das opções apresentadas, a combinação de RAID-1 com o menor disco é a que leva menos tempo a repor o conteúdo do disco avariado. Logo, a resposta correta é (D).