

# Exercícios adicionais sobre sistemas de entrada/saída

Março de 2019

## Exercício 1 *Teste de 2017/18*

Considere um sistema computacional que aloja uma base de dados. O seu barramento suporta uma taxa máxima de transferência de 1000 MB/s. O sistema possui um controlador de discos SATA, com taxa máxima de transferência de 480 MB/s, suportando até quatro discos. É possível instalar no sistema até mais dois controladores semelhantes.

A base de dados reside em três discos de 1 TB com as seguintes características: 2 ms de tempo médio de busca mais latência rotacional, setores de 64 KiB e taxa de transferência de 128 MB/s. [Use: 1 KiB = 1000 B]

- Determine a taxa média de transferência de um disco e, para a configuração indicada, a percentagem de tempo que o barramento está ocupado com todas as transferências.
- Pretende-se atingir a capacidade máxima de armazenamento do sistema. Determine o tamanho máximo que a base de dados poderá ter e quantos controladores de disco serão necessários se se utilizarem discos semelhantes aos já existentes.
- Pretende-se passar a usar discos SSD para alojar a base de dados, mantendo a mesma capacidade máxima de armazenamento. Supondo que os discos SSD têm a mesma taxa de transferência (128 MB/s), determine quantos discos (e respetiva capacidade) e quantos controladores de disco serão necessários.

## Exercício 2 *Exame de 2017/18*

Um sistema possui um CPU que opera a 4 GHz. Este sistema possui ainda um disco que transfere dados para o processador em grupos de 4 palavras (2 bytes cada) e tem uma taxa de transferência de dados de 40 MB/s. [Considere kB =  $10^3$  B, MB =  $10^6$  B.]

- Se pretendermos utilizar *polling* como técnica de gestão de periféricos e sabendo que uma operação de *polling* consome 400 ciclos de relógio, qual é a fração de tempo de CPU consumida?
- Se em vez de *polling* fosse utilizada a técnica de interrupções, qual seria a fração de tempo de CPU consumida? Admita que o *overhead* de cada transferência, incluindo o atendimento da interrupção, é de 600 ciclos de relógio e que o disco está sempre potencialmente ocupado.
- Comparando os resultados das alíneas anteriores, em que situações é que a técnica de interrupções pode ser vantajosa?

## Exercício 3 *Exame de 2016/17*

O computador de bordo de uma boia oceanográfica envia por rádio, a cada  $n$  minutos, a posição da boia e um conjunto de informações meteorológicas relevantes, num total de 2500 Bytes. O rádio tem uma potência de 180 W e envia informação a uma cadência de 10 kbit/s; o restante hardware tem uma potência de 1 W. A bateria tem capacidade para armazenar 1200 Wh de energia. A boia é lançada ao mar com a bateria totalmente carregada.

- a) Determine qual deve ser a periodicidade do envio de informação (valor de  $n$ ) por forma a que a boia possa navegar durante 25 dias. Note que o número de envios por hora é dado por  $60/n$ .
- b) A cadência de envio da informação é agora de minuto a minuto e a boia foi equipada com painéis fotovoltaicos capazes de fornecer, em média, 160 Wh de energia por dia. Determine quantos dias a boia se manterá em funcionamento.

#### Exercício 4

Considerar dois sistemas RAID (Redundant Arrays of Inexpensive Disks) destinados a armazenar 60 TB (sem contar com qualquer redundância): o sistema A usa tecnologia RAID 1 e o sistema B usa tecnologia RAID 4 com 6 discos num grupo de proteção.

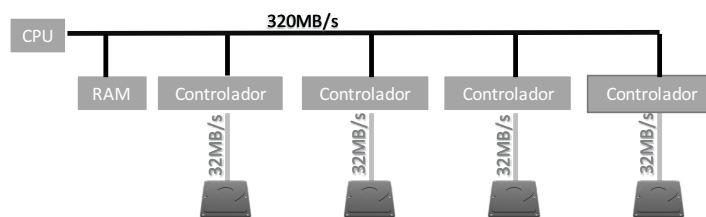
Determinar a capacidade de armazenamento de cada um dos sistemas.

#### Exercício 5

Um sistema informático, possui um processador capaz de executar  $2 \times 10^9$  ciclos/s, e dois discos com uma taxa de transmissão de 100 MB/s cada. Uma transferência por DMA tem um custo de início de 1800 ciclos e de finalização de 200 ciclos. Assumindo que os discos têm continuamente informação a enviar ao CPU (pior cenário), determine qual é o tamanho mínimo da transferência de DMA por forma a que o custo total de acesso aos discos seja, no máximo, 1% do tempo de CPU. Considere  $\text{kB} = 10^3 \text{ B}$ ,  $\text{MB} = 10^6 \text{ B}$ .

#### Exercício 6 *Exame de 2015/16*

Considere o computador indicado na figura e que tem as seguintes características:



- O CPU opera a 2GHz;
- O barramento de memória possui uma taxa de transferência de 320 MB/s;
- Ligados ao barramento de memória estão 4 controladores, cada um com o seu disco;
- O acesso aos discos é feito com uma largura de banda de 32 MB/s; o tempo médio de busca mais a latência de rotação é 6 ms;
- O acesso aos discos é feito em blocos de 128 kB, guardados em setores consecutivos;
- Em cada acesso, o programa do utilizador e o sistema operativo gastam, respetivamente, 1 milhão e 3 milhões de ciclos de relógio.

Determine qual dos recursos (CPU, barramento de memória e discos) limita o desempenho expresso em blocos processados por unidade de tempo. [Considere  $\text{kB} = 10^3 \text{ B}$ ,  $\text{MB} = 10^6 \text{ B}$ .]

#### Exercício 7 *Recurso de 2015/16*

Um disco magnético que roda a 10000 RPM tem 516 setores (de 0,5 kB) por cilindro. O seu tempo de busca mínimo é 4 ms e o tempo de busca médio é 10 ms. Sabe-se ainda que a taxa de transferência é de 100 MB/s e a latência do controlador é de 5 ms. Calcule o tempo necessário para transferir um ficheiro de 600 kB, assumindo que os respetivos setores estão dispostos em disco da maneira mais favorável possível (inicialmente, a cabeça de leitura está numa posição aleatória).

**Exercício 8** *Recurso de 2015/16*

Utilizando um computador portátil, pretende-se publicar no “youvideo” 50 vídeos de cerca de 200 MB através de uma ligação sem fios (usando uma *pen* de banda larga) com uma capacidade de *upload* de 4 Mbit/s. Inicialmente, a energia armazenada na bateria do portátil totaliza 1000 kJ. Sabe-se ainda que a *pen* de banda larga consome 11 W quando está a realizar o *upload* de ficheiros e 6 W no restante tempo, enquanto os restantes recursos do portátil consomem 50 W durante todo o tempo que o computador está ligado. Tendo em conta que o processo de publicação de cada vídeo requer 90 s para preenchimento do formulário (título, descrição, etc) e 10 s para a seleção do vídeo a enviar, calcule quantos vídeos se consegue publicar no “youvideo” antes do computador ficar sem energia. [Nota: 1 W = 1 J/s.]

**Exercício 9** *Exame de 2014/15*

Um disco magnético possui 64 setores de 4 kB por pista e a sua velocidade de rotação é 10000 RPM. Nas condições mais desfavoráveis um ficheiro de 40 kB demora 121 ms a ser lido e 13 ms nas condições mais favoráveis. Calcule o tempo médio de busca e a taxa de transferência desse disco.

**Nota:** Comece por estabelecer as expressões do tempo de leitura do ficheiro, em função dos parâmetros pedidos, para as duas situações referidas. [Considere kB =  $10^3$  B, MB =  $10^6$  B.]

**Exercício 10** *Exame de 2014/15*

Um computador possui um CPU capaz de executar 1000 MIPS. O barramento principal desse computador (FSB) tem uma largura de banda de 800 MB/s. O sistema tem 4 controladores de disco. Cada controlador é capaz de transferir até 200 MB/s e de controlar até 4 discos em simultâneo. O sistema possui um disco magnético de 500 GB instalado em cada controlador, com setores de 4 kB, taxa de transmissão de 80 MB/s, tempo de busca médio de 9 ms e latência de rotação de 0,95 ms. O acesso a um setor gasta 10000 instruções do CPU. [Considere kB =  $10^3$  B, MB =  $10^6$  B.]

- Indique qual dos componentes fixos (CPU, FSB, controladores de disco) está a limitar o desempenho global do sistema.
- Pretende-se atualizar o CPU. Indique qual deve ser o desempenho mínimo do novo CPU (em MIPS) supondo que se pretende ter 50% do tempo útil do processador reservado para o processamento da informação.
- A partir da configuração original, indique se é possível quadruplicar a capacidade de armazenamento do sistema continuando a recorrer a discos de 500 GB e taxa de transmissão 80 MB/s (i) semelhantes aos já instalados, (ii) em tecnologia SSD.

Fim dos enunciados