

### Exercícios adicionais sobre sistemas de I/O (periféricos)

$$\textcircled{1} a) t_{acc} = \overset{2 \text{ ms}}{t_{seek}} + t_{rot} + t_{transf} + \cancel{t_{ctrl}} = 2 \text{ ms} + \frac{64 \text{ KiB}}{128 \times 10^3 \text{ KB/s}} =$$
$$= 2 \text{ ms} + 0,5 \text{ ms} = 2,5 \text{ ms}$$

taxa média de transferência de um disco:  $\frac{64 \text{ KiB}}{2,5 \text{ ms}} = 25,6 \text{ KB/ms} = 25,6 \text{ MB/s}$

taxa média de transferência dos três discos:  $3 \times 25,6 = 76,8 \text{ MB/s}$

$$\frac{76,8}{1000} \times 100 = 7,68\%$$

R: 7,7% de ocupação de armazenamento.



b) O sistema permite apenas a instalação de 3 controladores, em que cada um suporta no máximo 4 discos, logo, podem existir no máximo  $4 \times 3 = 12$  discos. Assim, a capacidade máxima de armazenamento do sistema é de 12 TB.

e) No caso de um SSD, a taxa de transferência média é igual à sua taxa máxima, ou seja, 128 MB/s.

$$\frac{1000}{128} = 7 \text{ discos no barramento} \quad \frac{480}{128} = 3 \text{ discos por controlador}$$

Para garantir 12 TB de armazenamento, poderíamos ser usados, por exemplo, um controlador com 3 discos de 4 TB, ou dois controladores com 3 discos de 2 TB.

2 a) Dados transferidos por acesso:  $4 \times 2B = 8B$

$$\text{Acessos por segundo: } \frac{40 \times 10^6 B/s}{8B} = 5 \times 10^6 \text{ acessos/s}$$

$$\text{nº de ciclos total: } 5 \times 10^6 \times 400 = 2 \times 10^9 \text{ ciclos}$$

$$\phi = \frac{\text{nº ciclos}}{t} \Rightarrow t = \frac{2 \times 10^9}{4 \times 10^9} = 0,5 = 50\%$$

b) Acessos por segundo:  $5 \times 10^6$  acessos/s

$$\text{nº ciclos total: } 5 \times 10^6 \times 600 = 3 \times 10^9 \text{ ciclos}$$

$$\phi = \frac{\text{nº ciclos}}{t} \Rightarrow t = \frac{3 \times 10^9}{4 \times 10^9} = 0,75 = 75\%$$

e) A técnica de interrupções é mais vantajosa quando o periférico não está sempre potencialmente ocupado.

$$\phi \times \frac{3 \times 10^9}{4 \times 10^9} = 0,5 \Rightarrow \phi = 0,667 = 66,7\%$$

Neste caso, seria vantajosa se o disco estivesse ocupado menos de 66,7% do tempo.

$$3 a) t_{\text{transf}} = \frac{2500B}{10000 \text{ bits/s}} = \frac{2500B}{1250B/s} = 2s = \frac{2}{3600} h$$

$$P = \frac{E}{t} \Rightarrow E = 180 \times \frac{2}{3600} = 0,1 \text{ Wh/encio} \quad \text{envios por hora: } \frac{60}{m}$$

$$\text{Energia por hora: } \frac{60}{m} \times 0,1 + 1 = \left(1 + \frac{6}{m}\right) \text{ Wh}$$

$$\text{Em 25 dias: } 25 \times 24 \times \left(1 + \frac{6}{m}\right) = 1200 \Rightarrow 1 + \frac{6}{m} = 2 \Rightarrow m = 6 \text{ min.}$$

Logo, a periodicidade será de um envio a cada 6 minutos, ou seja, 10 envios por hora.

$$b) \text{Energia por hora} = \frac{60}{1} \times 0,1 + 1 = 7 \text{ Wh}$$

Num dia, são gastos  $7 \times 24 \text{ Wh} = 168 \text{ Wh}$ , e são repostos 160 Wh.

Logo, são gastos  $168 - 160 = 8 \text{ Wh}$  por dia.

$$\frac{1200}{8} = 150 \text{ dias.}$$

P: o bolo pode durar por 150 dias.



④ Sistema A:  $60\text{TB} + 60\text{TB} = 120\text{TB}$  (replicação total).  
 Sistema B:  $60\text{TB} + \frac{1}{6} \times 60\text{TB} = 70\text{TB}$  (distribuição pelos discos).

⑤ Seja  $T$  o tamanho da transferência por DMA para um disco.

$$t_{\text{transf}} = \frac{T}{100 \times 10^6} \text{ s} \quad \text{Uma transb. tem o custo de } 1800 + 200 = 2000 \text{ ciclos.}$$

$$\text{taxa de transferência: } \frac{2000}{\frac{T}{100 \times 10^6}} = \frac{2 \times 10^{11}}{T} \text{ ciclos/s}$$

$$\text{Porcentagem do tempo do CPU: } \frac{\frac{2 \times 10^{11}}{T}}{2 \times 10^9} = \frac{100}{T}$$

$$\frac{100}{T} = 0,01 \Rightarrow T = 10\,000\text{B} = 10\text{KB}$$

O tamanho da transferência por DMA para um disco seria de 10KB. Como há dois discos iguais, seria de apenas 5KB.

⑥ CPU:  $f = \frac{\text{m. ciclos}}{t} \Rightarrow 2 \times 10^9 = \frac{4 \times 10^6}{t} \Rightarrow t = 2\text{ms}$

(1s)  $\frac{2\text{ms}}{1000\text{ms}} \text{ ————— } \frac{1\text{ bloco}}{x\text{ blocos}} \quad x = \frac{1000}{2} = 500 \text{ blocos/s}$

Fluxo de memória:  $\frac{320\text{MB/s}}{128\text{KB}} = 2500 \text{ blocos/s.}$

Disco:  $t_{\text{acc}} = t_{\text{seek}} + t_{\text{rot}} + t_{\text{transf}} + t_{\text{control}} =$   
 $= 6\text{ms} + \frac{128\text{KB}}{32\text{MB/s}} = 6\text{ms} + 4\text{ms} = 10\text{ms}$

(1s)  $\frac{10\text{ms}}{1000\text{ms}} \text{ ————— } \frac{1\text{ bloco}}{x\text{ blocos}} \quad x = 100 \text{ blocos/s (por disco)}$

Existem 4 controladores, cada um com o seu disco, logo, um desempenho total de  $4 \times 100 = 400 \text{ blocos/s}$  pelos discos.

Logo, são os discos que limitam o desempenho.

⑦  $516 \times 0,5 = 258\text{KB}$  (por cilindro)  $\frac{600\text{KB}}{258\text{KB}} = 2,33$

Logo, o ficheiro está distribuído por 3 cilindros, logo haverá 2 mudanças de cilindro.

$$t_{\text{acc}} = t_{\text{seek}} + t_{\text{rot}} + t_{\text{transf}} + t_{\text{control}} + t_{\text{mudança}} \quad t_{\text{seek}} = 10\text{ms}$$

$$t_{\text{mudança}} = \text{tempo de mudanças de cilindros} = 2 \times 4\text{ms} = 8\text{ms}$$

$$t_{\text{rot}} = 0,5 \times \frac{60}{10\,000} = 3\text{ms} \quad t_{\text{transf}} = \frac{600\text{KB}}{100\text{MB/s}} = 6\text{ms}$$

$$t_{\text{control}} = 5\text{ms}$$

$$t_{\text{acc}} = 10 + 8 + 3 + 6 + 5 = 32\text{ms}$$



$$8) t_{trans} = \frac{200 \text{ MB}}{\frac{4}{8} \text{ MB/s}} = \frac{200 \times 8}{4} = 400 \text{ s (1 vídeo)}$$

$$E = P \cdot t \quad P = \frac{E}{t}$$

$$t_{prepara\tilde{c}\tilde{a}\tilde{o}} = 90 + 10 = 100 \text{ s} \quad t_{vídeo} = 400 + 100 = 500 \text{ s}$$

$$E_{vídeo} = 50 \times 400 + 11 \times 400 + 6 \times 100 + 50 \times 100 = 30\,000 \text{ J (por vídeo)}$$

$$\frac{1000 \times 10^3 \text{ J}}{30\,000 \text{ J}} = 33,3 \text{ vídeos}$$

Logo, consegue publicar 33 vídeos antes de o computador ficar sem bateria.

$$9) t_{acc} = t_{seek} + t_{rot} + t_{trans} + t_{control}$$

(escreito numro não pista)  $\frac{40}{4} = 10 \text{ setores}$

Para a situação mais favorável:

$$13 \times 10^{-3} = t_{seek} + 0,5 \times \frac{60}{10\,000} + \frac{40}{T_x} \quad (T_x \text{ em KB/s})$$

Para a situação mais desfavorável:

$$121 \times 10^{-3} = 10 \times \left( t_{seek} + 0,5 \times \frac{60}{10\,000} + \frac{40}{T_x} \right) \quad (T_x \text{ em KB/s})$$

$$\begin{cases} 13 \times 10^{-3} = t_{seek} + 3 \times 10^{-3} + \frac{40}{T_x} \\ 121 \times 10^{-3} = 10 t_{seek} + 30 \times 10^{-3} + \frac{400}{T_x} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} t_{seek} + \frac{40}{T_x} = 0,01 \\ 0,091 = 9 t_{seek} + 0,01 \end{cases}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} 9 t_{seek} = 0,081 \\ t_{seek} = 9 \times 10^{-3} \text{ s} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} 9 \times 10^{-3} + \frac{40}{T_x} = 0,01 \\ T_x = 40\,000 \text{ KB/s} = 40 \text{ MB/s} \\ t_{seek} = 9 \text{ ms} \end{cases}$$

$$10) a) \text{ CPU: } \frac{1000 \times 10^6 \text{ I/s}}{10\,000 \text{ I}} = 100\,000 \text{ acessos/s.}$$

$$\text{FSB: } \frac{800 \times 10^3 \text{ KB/s}}{4 \text{ KB}} = 200\,000 \text{ acessos/s.}$$

$$\text{Controladores de discos: } 4 \times 200 \text{ MB/s} = 800 \text{ MB/s} \quad \frac{800 \times 10^3 \text{ KB/s}}{4 \text{ KB}} = 200\,000 \text{ acessos/s}$$

Logo, é o CPU que está a limitar o desempenho global do sistema.

$$b) \frac{200\,000 \times 10\,000}{x} = 0,5 \Rightarrow x = 4000 \text{ MIPS}$$

$$c) i) t_{acc} = t_{seek} + t_{rot} + t_{trans} + t_{control} = 9 \text{ ms} + 0,95 \text{ ms} + \frac{4 \text{ KB}}{80 \text{ MB/s}} = 9,95 \text{ ms} + 0,05 \text{ ms} = 10 \text{ ms}$$

$$\text{taxa de transferência média: } \frac{4 \text{ KB}}{10 \times 10^{-3} \text{ s}} = 400 \text{ KB/s}$$

$$\text{taxa de transferência média dos 4 discos: } 4 \times 400 \text{ KB/s} = 1,6 \text{ MB/s}$$

Grande é muito inferior a máxima suportada por cada controlador, e por isso quadruplicar.

ii) Num disco SSD, a taxa média de cada é 80 MB/s, logo os 4 são  $4 \times 80 = 320 \text{ MB/s}$ , que é superior a máxima suportada, por isso, os controladores não poderão funcionar.