

1 Sea un computador que dispone de una unidad de cinta magnética con las siguientes características:

- Tiempo de arranque y de parada: 2 ms.
- Velocidad de transferencia: 128 Mbytes/s (128×10^6 bytes/s).
- Claros IRG de 1 cm de longitud.
- Densidad de grabación lineal: 20.480 bits/mm.
- Bloques de 81.920 bytes.

La una unidad de disco duro del computador emplea la técnica de zone bit recording con cuatro zonas de 20.000 cilindros cada una y tiene las siguientes características:

- Zona 0:
 - Cilindros 0 a 19.999.
 - Radio del cilindro 19.999: 5 cm.
 - 800 sectores por pista.
 - Velocidad de transferencia: 512 MB/s ($512 \cdot 10^6$ bytes/s).
- Zona 1: cilindros 20.000 a 39.999. Radio del cilindro 39.999: 4 cm.
- Zona 2: cilindros 40.000 a 59.999. Radio del cilindro 59.999: 3 cm.
- Zona 3: cilindros 60.000 a 79.999. Radio del cilindro 79.999: 2 cm.
- 20 superficies y 80.000 cilindros.
- Sectores de 5.120 bytes con 4.096 bytes de información neta.
- Densidad de grabación lineal máxima: 130.380 bytes/cm.
- Tiempo que emplea en mover las cabezas de una pista a otra consecutiva: 0,02 ms.
- Tiempo de estabilización de las cabezas: 2,5 ms.

Determine los siguientes parámetros de la unidad de disco:

- a)** (1 punto) Velocidad rotación, expresada en revoluciones por minuto.
- b)** (1 punto) Capacidad neta.
- c)** (1 punto) Velocidad de transferencia de las zonas 1, 2 y 3 de la unidad de disco.

En el instante $t=0$ s las cabezas de la unidad de disco se encuentran situadas al comienzo del sector absoluto 200 y la unidad de cinta está detenida. En ese instante se ordena la lectura de 15 bloques de la unidad de cinta y su escritura en la unidad de disco. Esta operación se realiza en tres fases en las que se leen 5 bloques de la unidad de cinta, se detiene la unidad de cinta y se escriben en sectores consecutivos de la zona 0 de la unidad de disco. Los datos leídos en la primera fase se escriben a partir del sector 17.206.400 del disco. Los datos leídos en la segunda fase, a partir del sector 12.815.950 (corrección de errata en el enunciado: 12.815.650). Finalmente, los datos leídos en la tercera fase se escriben a partir del sector 23.601.650.

- d)** (7 puntos) Calcule el instante en el que finaliza la escritura de los datos en el disco.

SOLUCIÓN

a) La capacidad bruta de las pistas de la zona 0 es $800 \times 5.120 = 4.096.000$ bytes, que se leen 125 veces por segundo: $\frac{512 \cdot 10^6 \text{ bytes/s}}{4.096.000 \text{ bytes}} = 125 \text{ s}^{-1}$. La velocidad de rotación de la unidad de disco es $60 \times 125 = 7.500$ rpm.

b) Para calcular la capacidad neta de la unidad de disco, es preciso determinar el número de sectores, de 5.120 bytes, que pueden albergar las pistas de cada zona. Según el enunciado, en la zona 0 son 800 sectores cada pista.

$$\text{Zona 1: } \frac{2 \times \pi \times 4 \text{ cm} \times 130.380 \text{ bytes/cm}}{5.120 \text{ bytes/sector}} = 640 \text{ sectores}$$

$$\text{Zona 2: } \frac{2 \times \pi \times 3 \text{ cm} \times 130.380 \text{ bytes/cm}}{5.120 \text{ bytes/sector}} = 480 \text{ sectores}$$

$$\text{Zona 3: } \frac{2 \times \pi \times 2 \text{ cm} \times 130.380 \text{ bytes/cm}}{5.120 \text{ bytes/sector}} = 320 \text{ sectores}$$

La capacidad neta de la unidad de disco es la suma de las capacidades netas de las cuatro zonas:

$$\text{CN} = 20.000 \times 20 \times 800 \times 4.096 \text{ bytes} + 20.000 \times 20 \times 640 \times 4.096 \text{ bytes} + \\ + 20.000 \times 20 \times 480 \times 4.096 \text{ bytes} + 20.000 \times 20 \times 320 \times 4.096 \text{ bytes} = 3,670016 \cdot 10^{12} \text{ bytes.}$$

c) La velocidad de transferencia de cada zona se obtiene multiplicando la capacidad bruta de sus pistas por la velocidad de rotación de la unidad de disco expresada en rps, ya calculada en el apartado a):

$$\text{Zona 1: } V_{\text{transf}} = 2 \times \pi \times 4 \text{ cm} \times 130.380 \text{ bytes/cm} \times 125 \text{ s}^{-1} = 409.600.850 \text{ bytes/s}$$

$$\text{Zona 2: } V_{\text{transf}} = 2 \times \pi \times 3 \text{ cm} \times 130.380 \text{ bytes/cm} \times 125 \text{ s}^{-1} = 307.200.637,5 \text{ bytes/s}$$

$$\text{Zona 3: } V_{\text{transf}} = 2 \times \pi \times 2 \text{ cm} \times 130.380 \text{ bytes/cm} \times 125 \text{ s}^{-1} = 204.800.425 \text{ bytes/s}$$

d) La lectura de cinco bloques de la cinta conlleva arrancar la unidad, leer los cinco bloques junto con los cuatro IRG que los separan, y detener la cinta. Cada IRG equivale a $\frac{10 \text{ mm} \times 20.480 \text{ bits/mm}}{8 \text{ bits/byte}} = 25.600$ bytes.

$$\text{El tiempo empleado en total es } 2 \text{ ms} + \frac{5 \times 81.920 + 4 \times 25.600 \text{ bytes}}{128 \cdot 10^6 \text{ bytes/s}} \times 1.000 \text{ ms/s} + 2 \text{ ms} = \frac{512.000}{128.000} \text{ ms} + 4 \text{ ms} = 8 \text{ ms.}$$

Los cinco bloques leídos de la unidad de cinta se almacenan en $\frac{5 \times 81.920}{4.096} = 100$ sectores consecutivos de la unidad de disco. Los discos tardan $\frac{1.000 \text{ ms/s}}{125 \text{ s}^{-1}} = 8 \text{ ms}$ en dar una vuelta completa y $8/800 \text{ ms} = 0,01 \text{ ms}$ en recorrer cada sector de la zona 0.

Primera fase:

Las coordenadas geométricas del sector 17.206.400 son (1.075, 8, 0):

$$17.206.400 / (800 \times 20) = 1.075; \text{ resto} = 6.400; 6.400 / 800 = 8; \text{ resto } 0$$

Los 100 sectores consecutivos correspondientes a esta fase se encuentran en el mismo cilindro. Su escritura comienza en el instante $t=8 \text{ ms}$. En este instante, las cabezas se encuentran nuevamente sobre el sector 200 tras girar una vuelta completa durante la lectura de los datos de la unidad de cinta. El tiempo de búsqueda del cilindro 1.075 es $(1.075 - 0) \times 0,02 \text{ ms} + 2,5 \text{ ms} = 24 \text{ ms}$. Durante este tiempo la unidad de disco gira tres vueltas completas ($24 = 8 \times 3$) dejando las cabezas otra vez al comienzo del sector 200. El tiempo de latencia correspondiente al sector 0 es $(800 - 200) \times 0,01 \text{ ms} = 6 \text{ ms}$. El tiempo empleado en escribir los 100 sectores consecutivos en el disco es $100 \times 0,01 \text{ ms} = 1 \text{ ms}$ tras los cuales las cabezas de la unidad de disco quedan ante el sector 100 de la zona 0.

El tiempo empleado en la primera fase es $8 \text{ ms} + 24 \text{ ms} + 6 \text{ ms} + 1 \text{ ms} = 39 \text{ ms}$.

Segunda fase:

Las coordenadas geométricas del sector 12.815.950 son (800, 19, 750):

$$12.815.950 / (800 \times 20) = 800; \text{ resto} = 15.950; 15.950 / 800 = 19; \text{ resto } 750$$

En esta fase, los primeros 50 sectores consecutivos se encuentran en la última pista del cilindro 800 y los 50 sectores siguientes, en la superficie 0 del siguiente cilindro, 801. Su escritura comienza en el instante $t=39 + 8 = 47 \text{ ms}$, tras la lectura de 5 bloques de la unidad de cinta. En este instante, las cabezas se encuentran nuevamente sobre el sector 100. El tiempo de búsqueda del cilindro 800 es $(1.075 - 800) \times 0,02 \text{ ms} + 2,5 \text{ ms} = 8 \text{ ms}$. Durante este tiempo la unidad de disco gira una vuelta completa dejando las cabezas otra vez al comienzo del sector 100. El tiempo de latencia correspondiente al sector 750 es $(750 - 100) \times 0,01 \text{ ms} = 6,5 \text{ ms}$. El tiempo empleado en escribir los primeros 50 sectores consecutivos en el disco es $50 \times 0,01 \text{ ms} = 0,5 \text{ ms}$ tras

los cuales las cabezas de la unidad de disco quedan ante el sector 0. A continuación, las cabezas deben avanzar al cilindro siguiente (2,6 ms) y el disco debe completar una vuelta hasta situarse sobre el sector 0 (5,4 ms) empleando un total de 8 ms como tiempo de acceso al siguiente sector. Tras ello, se escriben los últimos 50 sectores consecutivos, empleando $50 \times 0,01 \text{ ms} = 0,5 \text{ ms}$ y dejando las cabezas en el cilindro 801 al comienzo del sector 50 de la zona 0.

El tiempo empleado en la segunda fase es $8 \text{ ms} + 8 \text{ ms} + 6,5 \text{ ms} + 0,5 \text{ ms} + 8 \text{ ms} + 0,5 \text{ ms} = 31,5 \text{ ms}$.

Tercera fase:

Las coordenadas geométricas del sector 23.601.650 son (1.475, 2, 50):

$$23.601.650 / (800 \times 20) = 1.475; \text{ resto} = 16.050; 16.050 / 800 = 2; \text{ resto} = 50$$

Todos los sectores correspondientes a esta fase se encuentran en el cilindro 1.475. Su escritura comienza tras los 8 ms empleados en la lectura de los 5 bloques de la unidad de cinta. En este instante, las cabezas se encuentran nuevamente sobre el sector 50. El tiempo de búsqueda del cilindro 1.475 es $(1.475 - 801) \times 0,02 \text{ ms} + 2,5 \text{ ms} = 15,98 \text{ ms}$. Durante este tiempo la unidad de disco gira una vuelta y 798 sectores dejando las cabezas al comienzo del sector 48. El tiempo de latencia correspondiente al sector 50 es $(50 - 48) \times 0,01 \text{ ms} = 0,02 \text{ ms}$. El tiempo empleado en escribir los 100 sectores consecutivos en el disco es $100 \times 0,01 \text{ ms} = 1 \text{ ms}$.

El tiempo empleado en la tercera fase es $8 \text{ ms} + 15,98 \text{ ms} + 0,02 \text{ ms} + 1 \text{ ms} = 25 \text{ ms}$.

La escritura de los datos en el disco concluye en el instante $t = 39 + 31,5 + 25 = 95,5 \text{ ms}$.