



Universidad de los Andes

Ingeniería de Sistemas y Computación
ISIS1304 – Fundamentos de Infraestructura Tecnológica
Banco – Almacenamiento secundario

Capacidades evaluadas:

- Calcular la capacidad de un disco, con base en su geometría
- Calcular la tasa de transferencia de un disco
- Determinar requerimientos de un disco con respecto a una necesidad

Suponga un disco SCSI II que rota a 7200 RPM, con sectores de 512 Bytes y que almacena 160 sectores por pista.

a) Estime la tasa de transferencia de este disco

Tiempo para una rotación: $1 / 7200 \text{ RPM} = 60 \text{ s} / 7200 \text{ rev} = 0.00833333 \text{ s}$.

En cada rotación transfiere una pista: $(160 \text{ sectores} / \text{pista}) * (512 \text{ bytes} / \text{sector}) = 80 \text{ KiB}$

Velocidad de transferencia = $80 \text{ KiB} / 0.008333 \text{ s} = 9600 \text{ KiB/s}$

b) Suponga que tiene 7000 cilindros, 10 platos de doble superficie, tiempo de conmutación de cabeza de 0.5 ms, *seek time* entre cilindros adyacentes de 2 ms. ¿Cuál es la tasa sostenida de transferencia?

Datos por cilindro = $(20 \text{ pistas} / \text{cilindro}) * (160 \text{ sectores} / \text{pista}) * (512 \text{ bytes} / \text{sector}) = 1600 \text{ KiB} / \text{cilindro}$

Tiempo transferencia por cilindro: $20 \text{ superficies} * 0.00833333 \text{ s} \text{ revolución} + 19 * 0.0005 \text{ s} \text{ head switch time} + 0.002 \text{ s} \text{ cylinder switch time} = 0.17816667 \text{ s}$

STR = $1600 \text{ KiB} / 0.17816667 \text{ s} = 8980.4 \text{ KiB} / \text{s}$

c) Suponga que el *seek time* promedio es de 8 ms. Estime la tasa de transferencia para una lectura aleatoria que lee sectores individuales a lo largo del disco

Latencia rotacional = $0.00833333 \text{ s} / 2 = 4.167 \text{ ms}$

Tiempo de lectura de un sector = $0.00833333 \text{ s} \text{ por pista} / 160 \text{ sectores por pista} = 0.052 \text{ ms}$

Por cada transferencia hay un seek y la lectura de un sector i.e $8 \text{ ms} \text{ seek} + 4.167 \text{ ms} \text{ latencia} + 0.052 \text{ ms} \text{ lectura sector} = 12.219 \text{ ms} \text{ por transferencia}$

velocidad de transferencia: $0.5 \text{ KiB} / 12.219 \text{ ms} = 40.9 \text{ KiB} / \text{s}$

Suponga un disco con 512 Bytes por sector, espacio entre sectores de 128 Bytes, 20 sectores por pista, 400 pistas por superficie y 15 discos de doble lado.

a) ¿Cuál es la capacidad por pista y cuál es la capacidad útil?

Capacidad total = $(512 \text{ bytes} + 128 \text{ bytes de separación}) * 20 \text{ sectores por pista} = 12800 \text{ bytes por pista}$

Capacidad Útil: $512 * 20 = 10240$ bytes (i.e 80% es útil)

b) ¿Cuántos cilindros hay en el disco?

400

c) ¿Cuál es la capacidad de un cilindro y cuál es la capacidad útil?

Capacidad total: $12800 \text{ bytes por pista} * 15 \text{ discos} * 2 \text{ lados por disco} = 384000 \text{ bytes}$

Capacidad útil: $10240 * 15 * 2 = 307200$

d) Si el disco rota a 2400 RPM ¿Cuál es la tasa de transferencia?

$60 / 2400 = 0.025 \text{ s}$ para una rotación

Tasa Transferencia = $10240 \text{ bytes por pista} / 0.025 \text{ s} = 409600 \text{ bytes} / \text{s}$

e) ¿Si el *seek time* promedio es de 30 ms cuánto tarda la transferencia de un sector aleatorio?

Latencia ($0.025 \text{ s} / 2$) + *seek* (30 ms) + transf de un sector

En 0.025 s transfiere 20 sectores (hay 20 por pista). Uno se transfiere en $0.025 / 20 = 0.00125 \text{ s} = 1.25 \text{ ms}$

Total = $12.5 \text{ ms} + 30\text{ms} + 1.25\text{ms} = 43.75\text{ms}$

Suponga un disco que rota a 15000 RPM, con una densidad lineal de 200000 bits/cm, con un *seek time* promedio de 4 ms y un tamaño de sector de 512 Bytes (600, si se incluyen datos de control).

a) ¿Cuánto tarda leer un sector suponiendo que las cabezas ya están posicionadas para iniciar la lectura y que el diámetro de pista es de 3cm?

bits por pista = $2 * \pi * r * 200000 \text{ bits} / \text{cm} = 1884955,592 \text{ bits} = 235619,449 \text{ bytes}$

sectores por pista = $235619,449 / 600 \text{ bytes por sector} = 392.7 \text{ sectores por pista}$

Tiempo de un giro = $60 / 15000 = 0.004 \text{ s}$

En 0.004 s lee 392.7. Un sector lo lee en $0.004 \text{ s} / 392.7 = 0,0000101859164 \text{ s} = 10.2 \mu\text{s}$

b) ¿Cuál es la tasa de transferencia máxima?

En $10.2 \mu\text{s}$ lee un sector, luego: $0.5\text{KiB} / 0,0000101859164 \text{ s} = 49087 \text{ KiB} / \text{s} = 47.9 \text{ MiB} / \text{s}$

c) ¿Cuál es la tasa de transferencia para acceso aleatorio?

Latencia = $0.004 / 2 = 2\text{ms}$

Seek + latencia + tsector = $4\text{ms} + 2\text{ms} + 10.2 \mu\text{s} = 6 \text{ ms}$

Tasa = $512 \text{ B} / 0.006 \text{ s} = 83.3 \text{ KiB} / \text{s} = 83\text{KiB} / \text{s}$

d) Suponga que hay un archivo de 3 MB almacenado en ese disco, espaciado sobre diferentes pistas. ¿Cuánto tiempo toma leerlo?

Primero se calcula cuantos sectores ocupa:

$3 * 1024 * 1024 / 512 \text{ bytes por sector} = 6144 \text{ sectores}$

$6144 \text{ sectores} / 392.7 \text{ sectores por pista} = 15.6 \text{ pistas}$

Para leer una pista se requiere una rotación completa i.e 4ms

En total: $15.6 * 4 \text{ ms} = 62.4\text{ms}$

Para leerlo se requieren 16 seeks (incluyendo el seek para el primer track) = $16 * 4 = 64\text{ms}$

Tiempo total: $62.4\text{ms} + 64\text{ms} = 126.4\text{ms}$

Tasa de transferencia = $3 * 1024 * 1024 / 0.1264 \text{ s} = 23.73 \text{ MiBseg}$

Un disco gira a una velocidad de 6000 RPM. Cada pista del disco almacena 320 KB. ¿Cual es tasa de transferencia máxima del disco expresado en MBytes/s?.

Tiempo de una vuelta = $60 / 6000 = 0.01 \text{ s}$

Tasa Transferencia = $327680 \text{ bytes} / 0.01 = 32768000 \text{ bytes} / \text{s} = 31,27 \text{ MB/s}$

Un servicio de búsquedas llamado Gogol recibe 1200 solicitudes por segundo. En promedio, cada búsqueda requiere de 6 lecturas aleatorias del disco duro (cada una de las cuales lee 2KiBytes seguidos).

Los discos duros usados por Gogol tienen las siguientes características: 200 sectores por pista; 512 bytes por sector; rotan a 7200 RPM; *seek time* promedio de 6 ms.

¿Cuántos discos duros debe tener Gogol para poder soportar la carga descrita? (suponga que los accesos sobre los diversos discos se distribuyen uniformemente).

Tiempo de una revolución = $t_{rev} = 1/7200 \text{ RPM} = 60\text{s}/7200 \text{ rev} = 0.00833333\text{s} = 8.33\text{ms}$

Tiempo de latencia = $t_{lat} = t_{rev}/2 = 4.17\text{ms}$

En cada lectura se leen 2KiB seguidos, como los sectores son de 512B, eso quiere decir que se leen 4 sectores seguidos; el tiempo de transferencia para 4 sectores seguidos es:

Tiempo transferencia = $t_{trans} = 4(t_{rev}/200) = 4*8.33/200\text{ms} = 0.17\text{ms}$

Puesto que cada consulta requiere 6 lecturas, y se reciben 1200 consultas por segundo, esto quiere decir que cada segundo se realizarán 7200 lecturas aleatorias de 4 sectores cada una.

El tiempo de cada una de estas lecturas es:

$t_{lec} = \text{seek time} + \text{latencia} + \text{tiempo de transferencia} = 6\text{ms} + 4.17\text{ms} + 0.17\text{ms} = 10.34\text{ms}$

En consecuencia, en cada segundo, cada disco puede realizar $1000 / 10,34$ lecturas por segundo, es decir, 96,7 lecturas por segundo.

Como son 7200 lecturas, se necesitarán $7200/96,7 = 74,48$ discos, es decir, 75 discos.

Juan desea ver videos cuyas imágenes son de Altox1080 pixeles de alta resolución (3 bytes por pixel) y se requieren leer 24 imágenes por segundo. Se

sabe que el disco duro de Juan tiene una Tasa de Transferencia Sostenida (STR) de 1140 Mibit / s.

¿Cuál es la máxima altura de las imágenes (Alto) que se pueden leer del disco duro teniendo en cuenta la STR?

$$(\text{Alto} * 1080 \text{ pixel} / \text{imagen}) * (3 \text{ bytes} / \text{pixel}) * 24 \text{ imagen} / \text{s} = 1140 \text{ Mibit} / \text{s}$$

$$(\text{Alto} * 1080 \text{ pixel} / \text{imagen}) * (24 \text{ bits} / \text{pixel}) * 24 \text{ imagen} / \text{s} = 1140 \text{ Mibit} / \text{s}$$

$$\text{Alto} = 1140 \text{ Mi} / (24 * 24 * 1080) = 1921,58, \text{ es decir } 1921$$

Si Juan ha logrado almacenar un video de 30 minutos utilizando un formato de 1920*1080 píxeles ¿Cuál es el tamaño, en MiBytes y GiBytes, de ese video en el disco duro?

$$(1920 * 1080 \text{ pixel} / \text{imagen}) * (3 \text{ bytes} / \text{pixel}) * (24 \text{ imagen} / \text{s}) * (60 \text{ s} / \text{m}) * 30 \text{ m} =$$

$$(6220800 \text{ bytes} / \text{imagen}) * 43200 \text{ imagen} = 268738560000 \text{ Byte} = 262440000 \text{ KiByte} = 256289,06 \text{ MiByte} = 250,28 \text{ GiByte}$$

Juan desea adquirir un nuevo disco duro y cuando va a la tienda de ventas compra un disco duro que tiene 6000 sectores por track y 512 bytes por cada sector. El disco tiene 4 platos de doble lado, con head switch time de 1.5 ms y Cylinder switch time de 2 ms. El disco es de 7200 RPM.

Después de haber comprado el disco, usted se encuentra con Juan, el cual le pregunta si ese disco duro le ofrece una Tasa de Transferencia Sostenida (STR) de por lo menos 1140 Mibit / s, con el fin de poder ver videos de alta resolución. Usted qué le respondería a Juan: Va a poder ver los videos o no ¿Por qué?

$$\text{Datos por cilindro} = (8 \text{ pistas} / \text{cilindro}) * (6000 \text{ sectores} / \text{pista}) * (512 \text{ bytes} / \text{sector}) = 24000 \text{ KiB} / \text{cilindro}$$

$$\text{Tiempo para una rotación: } 1 / 7200 \text{ RPM} = 60 \text{ s} / 7200 \text{ rev} = 0.00833333 \text{ s.}$$

$$\text{Tiempo transferencia por cilindro: } 8 \text{ superficies} * 0.00833333 \text{ s} + 7 * 0.0015 \text{ s} + 0.002 \text{ s} = 0,07917 \text{ s}$$

$$\text{STR} = 24000 \text{ KiB} / 0,07917 \text{ s} = 303145 \text{ KiB} / \text{s} = 2425161 \text{ Kibit} / \text{s} = 2368 \text{ Mibit} / \text{s}$$

Supera la TSR requerida para ver el video, luego sí es posible verlo.

Se tiene un disco duro con las siguientes características: dos platos de doble cara, 20.000 pistas por superficie, 400 sectores por pista, 512 bytes por sector, velocidad de rotación 7.200 RPM, *seek time* promedio de 8 ms, *seek time track-to-track* de 1 ms y tiempo de conmutación de cabeza de 0.5 ms.

Se almacena en este disco un archivo de 4,43 MiBytes, el cual queda distribuido de a 4 KiBytes por pista de la siguiente manera: 4 KiB en la primera pista del primer cilindro, luego 4 KiB en la segunda pista del primer cilindro, y así hasta la última pista del primer cilindro; después continúa de la misma manera con el segundo cilindro, el tercero, etc. Cada grupo de 4 KiB está conformado por sectores adyacentes.

1. ¿Hasta cuál cilindro y pista se extiende el archivo?

Es un disco de dos platos de doble cara, luego hay 4 pistas por cilindro.

Puesto que hay 4 KiB en cada una de las pistas, hay 16 KiB por cilindro. En consecuencia, el archivo se extiende sobre:

$$4,43 \text{ MiB} / 16 \text{ KiB cilindros} = 283,52 \text{ cilindros}$$

es decir, cilindro 283 y 3 pistas del cilindro 284 (puesto que $0,52 \times 4 = 2,08$ y esto requiere que se extienda hasta la tercera pista).

2. El archivo debe ser procesado en 5,5 s, ¿puede el disco proveer la información al ritmo requerido?

$$7200 \text{ RPM} = 7200/60 \text{ rev/s} = 120 \text{ rev/s.}$$

$$\text{Periodo: } T_{\text{rev}} = 1/120 \text{ s} = 8,3 \text{ ms.}$$

$$\text{Latencia: } T_{\text{lat}} = T_{\text{rev}}/2 \text{ s} = 4,15 \text{ ms.}$$

$$\text{Lectura sector: } T_{\text{sec}} = 8,3 \text{ ms} / 400 = 0,021 \text{ ms}$$

$$4 \text{ KiB ocupan: } 4 \text{ KiB} / 512 \text{ B sectores} = 8 \text{ sectores}$$

$$\text{Lectura 8 sectores: } 8 \times T_{\text{sec}} = 0,17 \text{ ms}$$

Lectura en una pista:

Puesto que los 4 KiB se encuentran en cualquier lugar de la pista, la lectura en una pista implica un tiempo de latencia seguido de la lectura de los 8 sectores, esto es:

$$T_{\text{pista}} = T_{\text{lat}} + 8 \times T_{\text{sec}} = (4,15 + 0,17) \text{ ms} = 4,32 \text{ ms}$$

Lectura en un cilindro:

Puesto que hay 4 KiB en cada una de las pistas, es necesario leer en una pista y luego conmutar la cabeza 4 veces:

$$T_{\text{cilindro}} = 4 \times (T_{\text{pista}} + 0,5 \text{ ms}) = 4 \times 4,82 \text{ ms} = 19,28 \text{ ms}$$

Lectura de cilindros:

Puesto que el archivo se extiende sobre 283 cilindros, es necesario leer en un cilindro y luego pasar al siguiente 283 veces:

$$T_{\text{cilindros}} = 283 \times (T_{\text{cilindro}} + 1 \text{ ms}) = 283 \times 20,28 \text{ ms} = 5739,24 \text{ ms}$$

En este punto ya podemos ver que el tiempo es de 5,7 segundos, luego no alcanza a procesar; sin embargo, por completitud, a continuación calculamos el tiempo total.

Lectura último cilindro:

En el último cilindro se lee en tres pistas y no hay que cambiar a otro cilindro, luego el tiempo es:

$$3 \times (T_{\text{pista}} + 0,5 \text{ ms}) = 3 \times 4,82 \text{ ms} = 14,46 \text{ ms}$$

En consecuencia, en total sería: 5753,7 ms

Se tiene un disco duro con las siguientes características: dos platos de doble cara, 20.000 pistas por superficie, 400 sectores por pista, 512 bytes por sector,

velocidad de rotación 7.200 RPM, *seek time* promedio de 8 ms, *seek time track-to-track* de 1 ms y tiempo de conmutación de cabeza de 0.5 ms.

En el disco se tiene almacenado un archivo que ocupa 4 cilindros, 3 pistas y 70 sectores.

3. ¿Qué tamaño tiene el archivo?

tamaño pista = 400 sectores = $400 * 0.5 \text{ KiB} = 200 \text{ KiB}$

tamaño cilindro = 2 platos * 2 caras * tamaño pista = 800 KiB

tamaño total = $4 * \text{tamaño cilindro} + 3 * \text{tamaño pista} + 70 \text{ sectores} = 3835 \text{ KiB}$

4. Para el archivo anterior, la información se distribuye así: en los 4 cilindros se encuentra seguida dentro de cada uno de ellos, pero los cilindros no están contiguos (se encuentran dispersos por el disco de manera aleatoria); en cuanto a las 3 pistas, la información está seguida en cada una de ellas, pero las pistas no están contiguas (también están dispersas por el disco); por último, los 70 sectores se encuentran dispersos por el disco de manera aleatoria. ¿Cuánto tiempo toma leer todo el archivo?

7200 RPM: $t_{\text{rev}} = 60\text{s}/7200 = 8,33 \text{ ms}$

$t_{\text{latencia}} = 8,33/2 \text{ ms} = 4,17 \text{ ms}$

$t_{\text{transferencia sector}} = 8,33 / 400 \text{ ms} = 0,021 \text{ ms}$

tiempo de leer un cilindro = *seek time* + 4 conmutaciones de cabeza + 4 transferencias de pista = $8 \text{ ms} + 4*0,5 \text{ ms} + 4*8,33 \text{ ms} = 43,33 \text{ ms}$

$t_{\text{4 cilindros}} = 4 * 43,33 \text{ ms} = 173,33 \text{ ms}$

tiempo de leer 1 pista = *seek time* + transferencias de pista = $8 \text{ ms} + 8,33 \text{ ms} = 16,33 \text{ ms}$

$t_{\text{3 pistas}} = 3 * 16,33 \text{ ms} = 49,5 \text{ ms}$

tiempo de leer 1 sector = *seek time* + latencia + transferencias de sector = $8\text{ms} + 4,17\text{ms} + 8,33\text{ms} = 12,19 \text{ ms}$

tiempo de leer 70 sectores = $70 * 12,19 \text{ ms} = 853,13\text{ms}$

$t_{\text{total}} = 173,33 \text{ ms} + 49,5 \text{ ms} + 853,13\text{ms} = 1076 \text{ ms}$

5. Este disco se usa en una aplicación que necesita leer 3,5 MiB/s, ¿puede el disco proveer la información al ritmo requerido?

tasa de transferencia = $3835\text{KiB} / 1076\text{ms} = (3835/1024) \text{ MiB} * 1000 / 1076 \text{ s} = 3,48 \text{ MiB/s}$

No puede proveer la información al ritmo requerido.