

1. Una macchina ha uno spazio degli indirizzi a 32 bit e una pagina di 8 KB. La tabella delle pagine è completamente nell'hardware, con una parola a 32 bit per voce. Quando parte un processo, la tabella delle pagine è copiata dalla memoria nell'hardware, una parola ogni 100ns. Quale parte del tempo di CPU è dedicato al caricamento delle tabelle delle pagine, se ciascun processo è eseguito per 100ms (compreso il tempo di caricamento della tabella delle pagine)?

Soluzione: Per rappresentare l'offset in una pagina di 8KB servono 13 bit ($2^{13} = 8192$); quindi rimangono 19 bit per il numero di pagina virtuale. Conseguentemente avremo $2^{19} = 524288$ voci nella page table: per caricare le pagine il sistema impiegherà quindi $524288 \cdot 100 \text{ ns} = 52428800 \text{ ns}$, ovvero, $52,4288 \text{ ms}$ (il 52,5% del tempo dedicato al processo).

2. Si fornisca un esempio semplice di una sequenza di riferimenti a pagine dove la prima pagina selezionata per la sostituzione sia diversa a seconda che sia usato l'algoritmo di sostituzione Clock o LRU. Si assuma che il processo allochi 3 frame e la stringa di riferimenti contenga numeri di pagina dall'insieme 1, 2, 3, 4.

Soluzione: Consideriamo la sequenza di riferimenti seguente:

1 2 3 1 4

In questo caso la prima pagina selezionata per la sostituzione da LRU sarà 2 (il secondo riferimento alla pagina 1, la riporta in cima alla pila, facendo in modo che in occasione del riferimento alla pagina 4 la pagina in fondo alla pila dei riferimenti sia 2). Invece Clock selezionerà la pagina 1 in quanto dopo i primi 4 riferimenti tutti i reference bit delle pagine 1, 2, 3 sono impostati a 1 e quindi Clock degenera in un FIFO, scegliendo la pagina da più tempo in memoria (1).

3. Un piccolo computer ha 4 frame. Al primo ciclo del clock, i bit R sono 0111 (la pagina 0 è 0, le restanti 1). Ai cicli successivi i valori sono 1011, 1010, 1101, 0010, 1010, 1100 e 0001. Si forniscano i valori dei 4 contatori dopo l'ultimo intervallo, considerando l'uso dell'algoritmo LRU aging con un contatore a 8 bit.

Soluzione: Applicando l'algoritmo di LRU aging (shiftando a destra i bit ad ogni ciclo del clock), si ottiene la seguente configurazione:

P_0	0	1	1	0	1	1	1	0
P_1	0	1	0	0	1	0	0	1
P_2	0	0	1	1	0	1	1	1
P_3	1	0	0	0	1	0	1	1

Verrà quindi scelta la pagina P_2 in quanto quella con la configurazione di bit che rappresenta il numero minore.

4. Si consideri un disco a 7.200 RPM (rotazioni per minuto), con tempo medio di seek pari a 3 ms ed un transfer rate di 40 MB/s. Calcolare il tempo medio necessario a leggere 4KB da una traccia t . Si calcoli poi il tempo medio necessario a soddisfare una richiesta di 4KB sempre relativa alla stessa traccia t (supponendo che la testina non si sia ancora

mossa dalla traccia t in questione). Nei calcoli si trascurino i tempi dovuti all'esecuzione delle routine del kernel.

Soluzione: Il tempo medio necessario per soddisfare la prima richiesta sarà dato dalla somma del tempo medio di seek, del tempo di latenza medio (in generale metà del tempo necessario a compiere una rotazione completa del disco) e del tempo di trasferimento. Quindi $t_{\text{medio}} = t_{\text{seek}} + t_{\text{latenza}} + t_{\text{trasferimento}}$, dove $t_{\text{seek}} = 3 \text{ ms}$, $t_{\text{latenza}} = \frac{60 \cdot 10^3}{2 \cdot 7200} \cong 4,17 \text{ ms}$ e $t_{\text{trasferimento}} = \frac{4 \cdot 1024 \cdot 10^3}{40 \cdot 1024^2} = 0,098 \text{ ms}$. Quindi $t_{\text{medio}} = 7,268 \text{ ms}$.

Per quanto riguarda la seconda richiesta invece, dato che la testina si trova ancora sulla stessa traccia, non bisogna tenere conto del tempo medio di seek. Quindi $t'_{\text{medio}} = t'_{\text{latenza}} + t'_{\text{trasferimento}}$, dove $t'_{\text{latenza}} = \frac{60 \cdot 10^3}{2 \cdot 7200} \cong 4,17 \text{ ms}$ e $t'_{\text{trasferimento}} = \frac{4 \cdot 1024 \cdot 10^3}{40 \cdot 1024^2} = 0,098 \text{ ms}$. Da cui si ricava $t'_{\text{medio}} = 4,268 \text{ ms}$.

5. Si consideri un sistema con un controller con I/O guidato da interrupt, ma senza DMA, su bus PCI (che trasporta parole di 4 byte a 66,6 MHz), con un buffer interno di 4 Kbyte. Se la gestione di ogni interrupt costa $2 \mu\text{sec}$ e un accesso in RAM (a parole di 4 byte) costa 10 nsec, quanto si impiega per gestire l'input di 4 Kbyte? Qual è la banda massima (in MB/sec) di input sostenibile da questo sistema?

Soluzione: Per leggere una parola di 4 byte (32 bit) dal controller alla CPU ci si mette $1/(66,6 \cdot 10^6) = 15 \text{ nsec}$; per trasferire tale parola alla RAM servono altri 10 nsec. Quindi per trasferire $4\text{KB}=1024$ parole servono $(10 + 15) \cdot 1024 = 25600 \text{ nsec} = 25,6 \mu\text{sec}$. A questo bisogna aggiungere $2 \mu\text{sec}$ per l'interrupt, per un totale di $27,6 \mu\text{sec}$. La banda massima $4\text{KB}/27,6 \mu\text{sec} = 144927 \text{KB/sec} = 141,5 \text{Mbyte/sec}$.

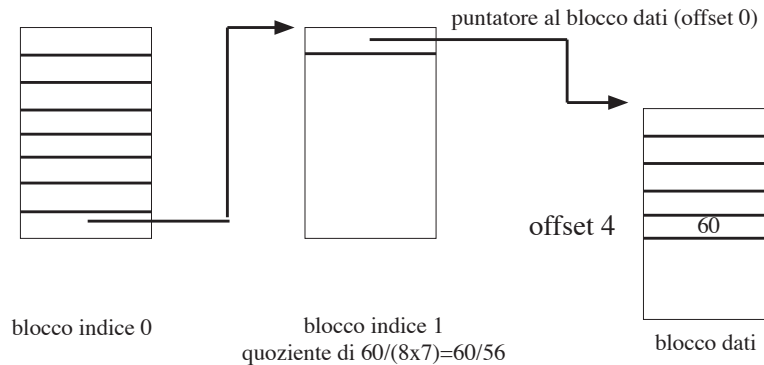
6. Si consideri un file system Unix-like (UFS o EXT2) con blocchi da 4K, su un disco con $t_{\text{seek}} = 10 \text{ ms}$, a 7200 RPM. In tale file system, sia stato aperto un file i cui blocchi siano sulla stessa traccia del rispettivo inode.
- (a) Quanto si impiega per accedere direttamente alla posizione 10000 del file?
- (b) e alla posizione 100000?

Soluzione:

- (a) La posizione 10000 cade nel terzo blocco, che è uno dei blocchi diretti. Per cui basta 1 accesso al disco (l'inode è già stato caricato in memoria al momento dell'apertura), che costa $t_{\text{seek}} + t_{\text{latenza}} = 10 + 60/(2 \cdot 7,2) = 14,17 \text{ msec}$.
- (b) La posizione 100000 cade in uno dei primi indiretti, per cui è necessario accedere 2 volte al disco (una volta anche per il blocco indiretto), dove però il tempo di seek si conta una volta sola perché i blocchi sono sulla stessa traccia. In totale $10 + 4,17 + 4,17 = 18,34 \text{ msec}$.
7. Si consideri un'implementazione di un filesystem con allocazione indicizzata con indice concatenato in cui:
- la dimensione di un blocco sia di 8 byte;
 - un indirizzo richieda un byte per la sua memorizzazione.

Si calcoli l'indirizzo fisico corrispondente all'indirizzo logico 60 per un dato file.

Soluzione:

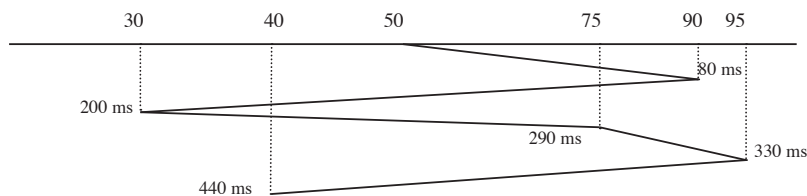


Il blocco indice si ottiene dal quoziente di $60/(8 \times 7) = 60/56$, ovvero, 1. Il resto (4) viene diviso successivamente per 8: il quoziente (0) determina l'offset all'interno del blocco indice (individuando così il puntatore al blocco dati: il primo puntatore del blocco indice 1), mentre il resto di tale divisione (4) fornisce l'offset all'interno del blocco dati (individuando la posizione relativa all'indirizzo logico 60).

8. Al driver di un disco (con 100 tracce, numerate da 0 a 99) arrivano, nell'ordine, richieste per i cilindri 90, 30, 75, 95, 40, rispettivamente agli istanti 0 ms, 10 ms, 20 ms, 90 ms e 120 ms. Si supponga che la testina si trovi inizialmente sul cilindro 50, e che il tempo necessario per spostare la testina di 1 cilindro sia di 2 ms. Si trascuri il tempo di latenza: il tempo di attesa di una richiesta è il tempo che intercorre dal momento in cui è sottoposta al driver a quando viene effettivamente servita. In quale ordine vengono servite le richieste e qual è il tempo di attesa medio per le cinque richieste in oggetto per ciascuno degli algoritmi FCFS, SSTF, SCAN, C-SCAN, LOOK, C-LOOK?

Soluzione:

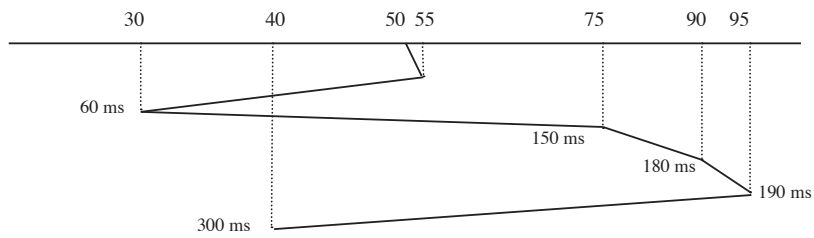
FCFS:



Il tempo di attesa medio per le cinque richieste in oggetto è

$$\frac{(80-0)+(200-10)+(290-20)+(330-90)+(440-120)}{5} = \frac{80+190+270+240+320}{5} = \frac{1100}{5} = 220 \text{ ms.}$$

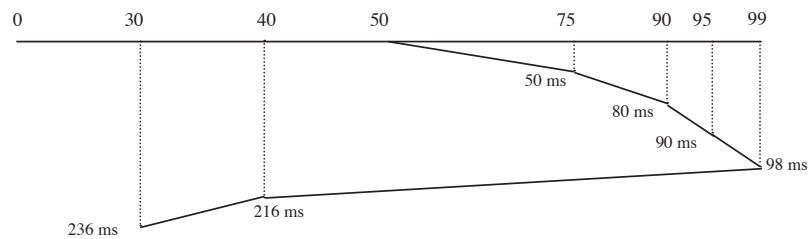
SSTF:



Il tempo di attesa medio per le cinque richieste in oggetto è

$$\frac{(180-0)+(60-10)+(150-20)+(190-90)+(300-120)}{5} = \frac{180+50+130+100+180}{5} = \frac{640}{5} = 128 \text{ ms.}$$

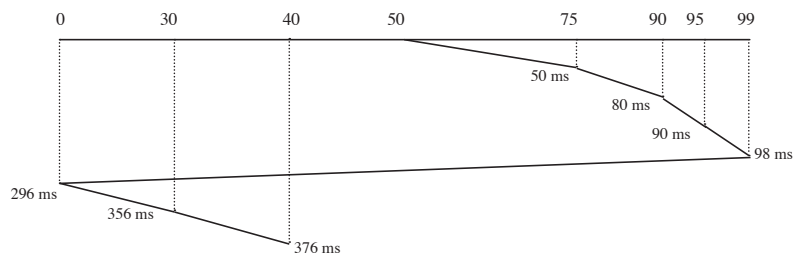
SCAN:



Il tempo di attesa medio per le cinque richieste in oggetto è

$$\frac{(80-0)+(236-10)+(50-20)+(90-90)+(216-120)}{5} = \frac{80+226+30+0+96}{5} = \frac{432}{5} = 86,4 \text{ ms.}$$

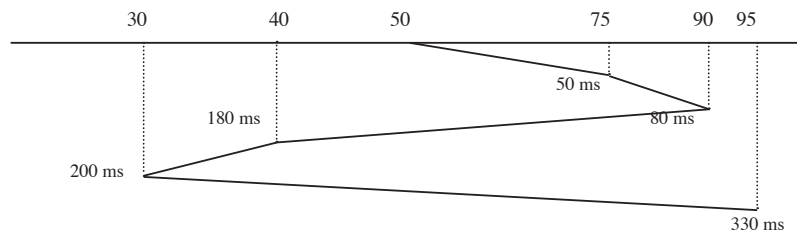
C-SCAN:



Il tempo di attesa medio per le cinque richieste in oggetto è

$$\frac{(80-0)+(356-10)+(50-20)+(90-90)+(376-120)}{5} = \frac{80+346+30+0+256}{5} = \frac{712}{5} = 142,4 \text{ ms.}$$

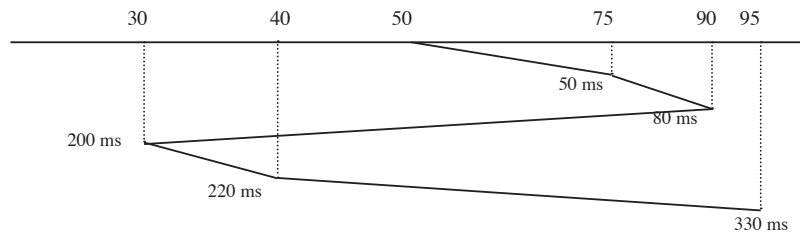
LOOK:



Il tempo di attesa medio per le cinque richieste in oggetto è

$$\frac{(80-0)+(200-10)+(50-20)+(330-90)+(180-120)}{5} = \frac{80+190+30+240+60}{5} = \frac{600}{5} = 120 \text{ ms.}$$

C-LOOK:



Il tempo di attesa medio per le cinque richieste in oggetto è

$$\frac{(80-0)+(200-10)+(50-20)+(330-90)+(220-120)}{5} = \frac{80+190+30+240+100}{5} = \frac{640}{5} = 128 \text{ ms.}$$