

## Esecuzione monoprogrammata dei programmi

Si considerino due programmi  $P_1$  e  $P_2$  che sono eseguiti in sequenza: il primo in 6 ms (millisecondi), il secondo in 5 ms. I due programmi dal punto di vista del tempo totale di esecuzione, indicato con  $T_{Tot}$ , del tempo di elaborazione, cioè di occupazione della CPU, indicato con  $T_{CPU}$ , e del tempo necessario per completare le operazioni di I/O, indicato con  $T_{I/O}$ , sono caratterizzati dai valori:

$$P_1: T_{CPU} = 1 \text{ ms}, T_{I/O} = 5, T_{Tot} = 6;$$

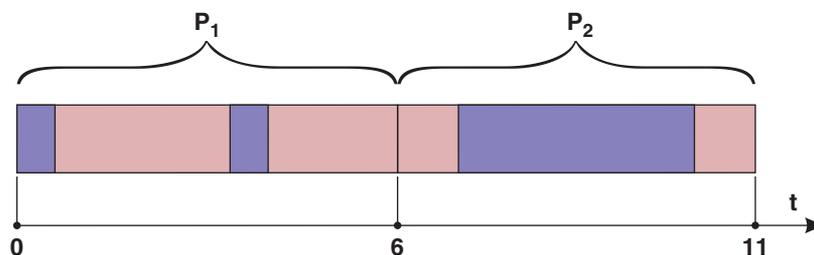
$$P_2: T_{CPU} = 3, T_{I/O} = 2, T_{Tot} = 5.$$

La sequenza dei tempi di CPU e di I/O di  $P_1$  e  $P_2$  è la seguente:

$$P_1: 0.5 \text{ ms di CPU}, 3 \text{ ms di I/O}, 0.5 \text{ ms di CPU}, 2 \text{ ms di I/O}$$

$$P_2: 1 \text{ ms di I/O}, 3 \text{ ms di CPU}, 1 \text{ ms di I/O}$$

Le caratteristiche dei due programmi sono sintetizzate in figura dove le parti in colore evidenziano gli intervalli nei quali la CPU è utilizzata.



Per completare i due programmi servono 11 ms, durante i quali la CPU è impegnata per soli 4 ms. Quando un programma effettua un'operazione di I/O, la CPU rimane in attesa per l'arrivo dei dati senza fare nulla. Per migliorare l'efficienza del computer, bisogna riuscire a ridurre i tempi di attesa e trovare il modo di utilizzare la CPU nei tempi morti.

C'è anche un altro problema in un sistema come quello illustrato dall'esempio precedente. Supponiamo che il lavoro *batch* sia formato da tre programmi, eseguiti nell'ordine nel quale sono elencati:  $P_1$  di 3 ore,  $P_2$  di 5 ore e  $P_3$  di durata molto breve, per esempio 3 secondi. È immediato osservare che l'utente di  $P_3$  per ricevere i risultati del suo programma deve attendere 8 ore. È ovvio pensare che l'ordine di esecuzione dei lavori di un lotto dovrebbe tener conto delle caratteristiche dei lavori stessi.

Per esempio, calcolando il tempo di attesa degli utenti dei tre programmi nel caso che l'ordine di esecuzione sia  $P_1, P_2, P_3$ , oppure  $P_2, P_1, P_3$ , o anche  $P_1, P_3, P_2$  e infine  $P_3, P_1, P_2$ , si può osservare come variano i tempi di attesa dei tre utenti nei diversi casi e come vari, soprattutto, il tempo medio di attesa nelle diverse ipotesi.

Occorre quindi introdurre alcune strategie che il sistema operativo deve attuare per ottimizzare le prestazioni del sistema, come sarà spiegato nel prossimo capitolo.

## Problemi

1. Un batch è composto da tre programmi  $P_1$ ,  $P_2$  e  $P_3$ .  $P_1$  è eseguito in 5 minuti,  $P_2$  in 40 minuti e  $P_3$  in 20 minuti. Calcolare il tempo di attesa medio degli utenti dei tre programmi nel caso che i programmi siano eseguiti nell'ordine  $P_1, P_2, P_3$ .
2. Si considerino i tre programmi dell'esercizio 1. Verificare che, tra le 6 esecuzioni possibili, il minor tempo medio di attesa degli utenti si presenta nel caso dell'ordine di esecuzione  $P_1, P_3, P_2$ .