

# **SISTEMI OPERATIVI**

Gestione del Processore  
Schedulazione del Processore

## **Lezione 4 – Schedulazione per sistemi in tempo reale**

**Vincenzo Piuri**

---

Università degli Studi di Milano

# Sommario

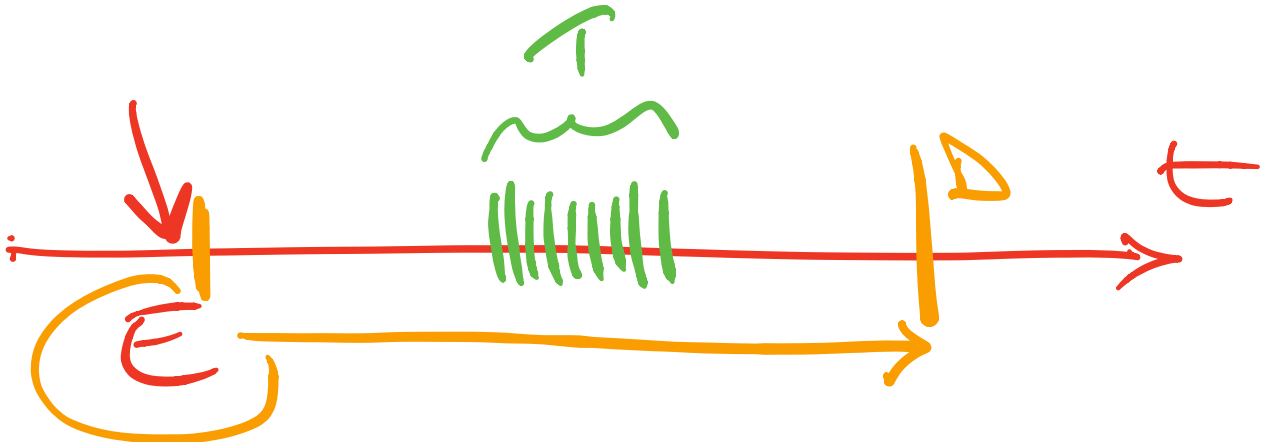
- Sistemi in tempo reale
  - stretto
  - lasco
- Schedulazione con tempo di completamento garantito
- Schedulazione di processi periodici
- Schedulazione a frequenza monotona
- Schedulazione a scadenza più urgente

# Sistemi in tempo reale stretto

## Hard Real-Time System

Per la correttezza dell'applicazione  
è obbligatorio

che un processo termini la sua computazione  
entro un tempo massimo garantito  
dalla sua attivazione



# **Schedulazione in sistemi in tempo reale stretto**

- Schedulazione con tempo massimo di completamento dei processi garantito
- Schedulazione di processi periodici
- Schedulazione a frequenza monotona
- Schedulazione a scadenza più urgente

# **Tempo massimo di completamento garantito**

Lo schedulatore può:

- accettare il processo garantendone il completamento entro il tempo massimo consentito
- rifiutare il processo

L'accettazione del processo è basata su:

- stima del tempo di completamento del processo
- prenotazione delle risorse necessarie al processo

Politica di schedulazione tradizionale

Problema: predicibilità del tempo di completamento

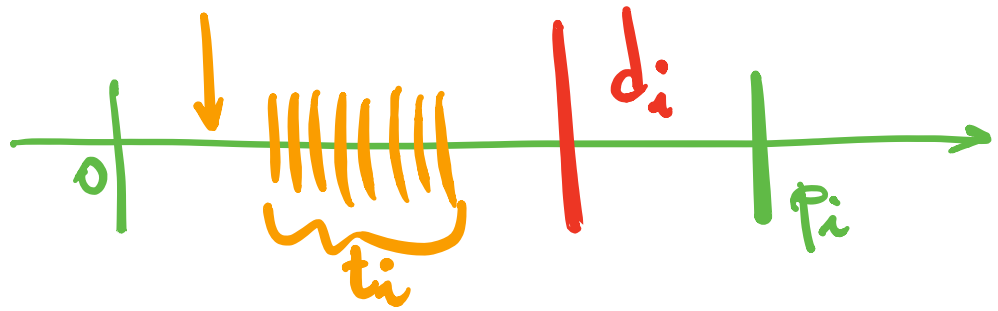
# Processi periodici (1)

## Processi eseguiti periodicamente

### Caratteristiche del processo $P_i$ :

- tempo (fisso) di elaborazione  $t_i$
- scadenza  $d_i$
- periodo  $p_i$

$$0 \leq t_i \leq d_i \leq p_i$$



# Processi periodici (2)

## Politica di schedulazione:

- Round robin
- Priorità assegnata in base a scadenza  $d_i$  o frequenza  $1/p_i$

## Controllo dell'ammissione

- Verifica della possibilità di completamento entro la scadenza dichiarata, con la politica di schedulazione adottata

# **Schedulazione a frequenza monotona**

**Algoritmo per processi periodici  
con priorità e pre-emption**

**Tempo di elaborazione omogeneo  
per ogni iterazione del processo  $P_i$**

**Priorità:**

- statiche
- proporzionale alla frequenza  $1/p_i$

**Pre-emption:**

- se un processo a più bassa priorità è in esecuzione e un processo a più alta priorità diventa pronto, il primo processo viene sospeso



# Schedulazione a scadenza più urgente

## Earliest-Deadline First - EDF

### Computazione dei processi:

- Processi periodici e non-periodici
- Processi con tempo di elaborazione variabile

### Priorità:

- inversamente proporzionale alla scadenza  $d_i$
- dinamica, in funzione dei processi che diventano pronti

# **Sistemi in tempo reale lasco (1)**

## **Soft Real-Time System**

**Solo i processi critici diventano prioritari**

### **Schedulazione a priorità**

- Processi critici
- Processi non critici

# **Sistemi in tempo reale lasco (2)**

## **Priorità:**

- statica per processi critici
- eventualmente dinamica per processi non critici

## **Bassa latenza di dispatch:**

- Interrompibilità delle chiamate di sistema lunghe (pre-emption point)
- Kernel interrompibile

# In sintesi

**Nei sistemi in tempo reale le operazioni critiche devono essere eseguite entro un tempo massimo stabilito**

**I sistemi in tempo reale possono essere:**

- hard real-time
- soft real-time

**Algoritmi di schedulazione per sistemi in tempo reale:**

- Schedulazione con tempo di completamento garantito
- Schedulazione di processi periodici
- Schedulazione a frequenza monotona
- Schedulazione a scadenza più urgente