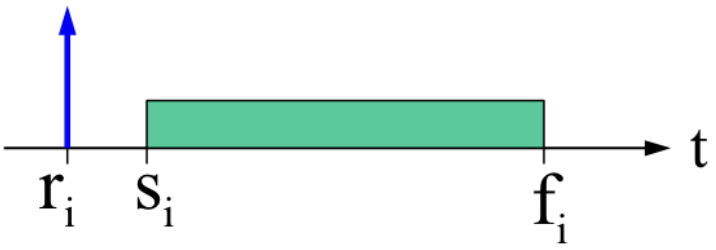
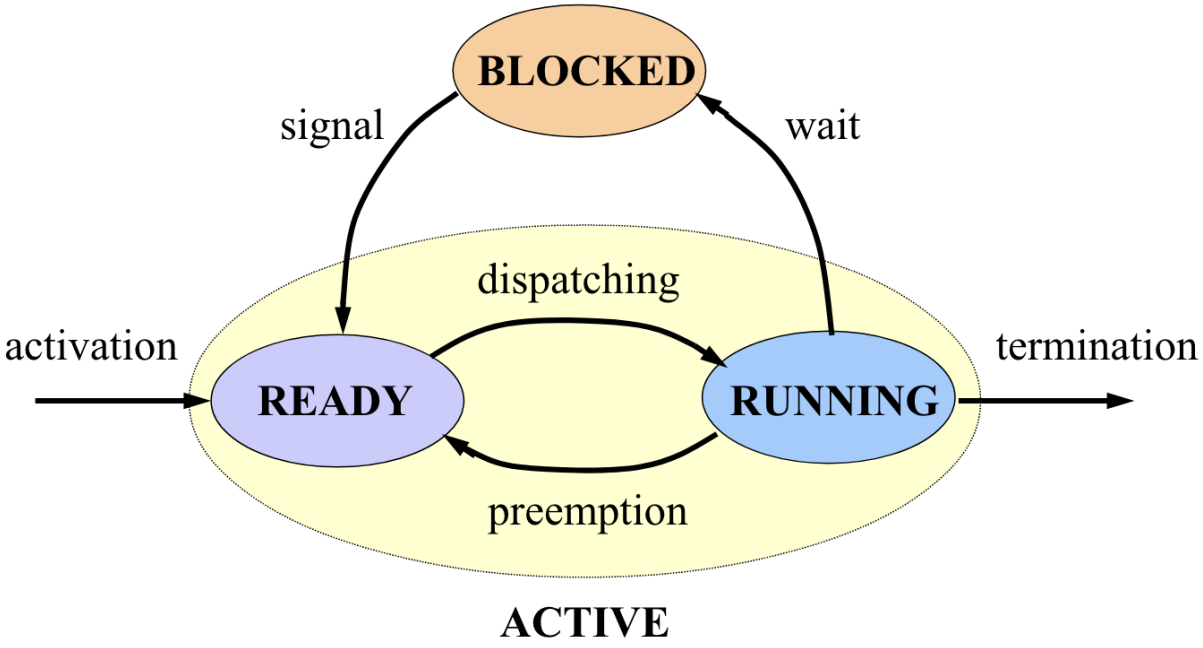
Introduction to real-time scheduling

Task

Sequenza di istruzioni che sono eseguite da un processore dall'inizio alla fine.



- r_i → quando il task mi arriva, indica lo stato ready
- s_i → quando inizia
- f_i → quando finisce



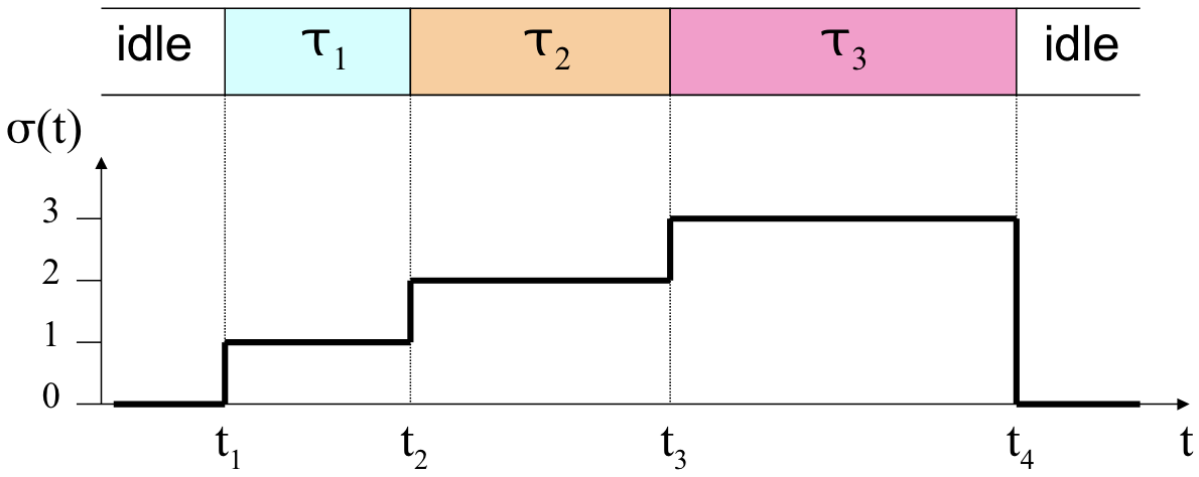
I task pronti vengono tenuti in una coda → **READY QUEUE**

Schedule → Particolare assegnamento dei task ai processori, chi va in esecuzione istante per istante.

Mapping che chiamiamo σ tale per cui:

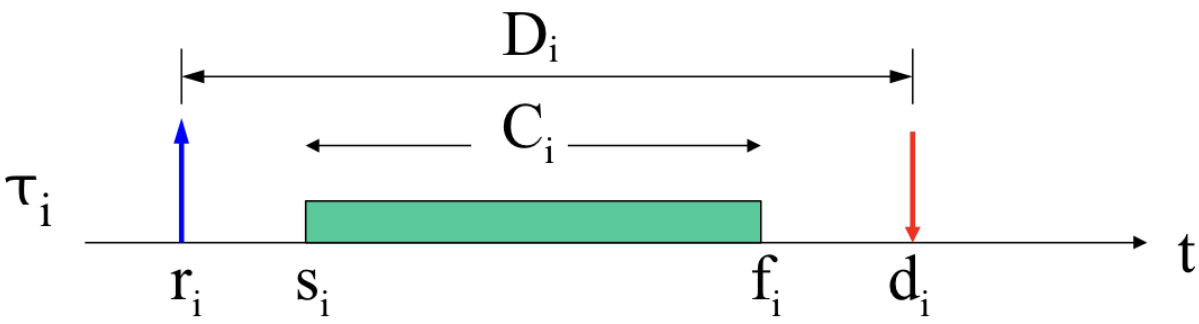
$$\sigma(t) \begin{cases} k > 0 & if\ \tau_k\ is\ running \\ 0 & if\ the\ processor\ is\ idle \end{cases}$$

Idle = non sto eseguendo nessuno



- t_1, t_2, t_3 sono detti **CONTEXT SWITCH**
- Ogni intervallo dove viene eseguito un processo viene detto **time slice**

Real-time tasks



- d_i → deadline assoluta, tempo fisso.
- D_i → deadline relativa, delta di tempo.
- C_i → **Worst Case Execution Time - WCET** → tempo di esecuzione di caso peggiore, se qualcosa andrà male dobbiamo considerare la configurazione che causa il ritardo maggiore

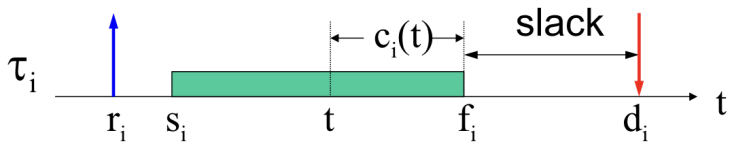
  Come di ricava?

  - **WCET tool** → cercano per via sperimentale o analitica di capire quanto al peggio piò durare il tempo di esecuzione di un vostro task.

    Analitica → creano un grafo con l'insieme dei Basic Block (insieme di istruzioni che sono sicuro avvengano una di fila all'altra) e valutano la peggiore

    Sperimentale → Non è safe, viene molto utilizzata in industria, non si presta a safety levels più critici. Sono necessari un mare di simulazioni 10^{20}

Ci interessa il concetto di deadline → istante entro il quale devo assolutamente terminare prima che succedano cose più o meno disastrose



- **Lateness** = $f_i - d_i$, quando è arrivato tardi il tuo task? Se la lateness è negativa sono in anticipo

- **Tardiness** = $max(0, L_i)$ → così che se il task finisce prima va comunque a 0
- **Tempo di esecuzione residuo - Residual WCET** → $c(t)$, quanto mi rimane da eseguire ad un istante t
- **Laxity o slack** → quanto tempo ho ancora a disposizione prima di incorrere in un deadline miss → $d_i - t - c_i(t)$,

Differenza tra task e job? Un job è un esecuzione, un task è una sequenza infinita di jobs che si ripetono

La criticalità del task dipende da quali sono le conseguenze nel caso ho un deadline miss → HARD tasks (gravi conseguenze), SOFT task (può missare la deadline, ma cerchiamo di limitarlo), FIRM task lasciare che il task "missi" k ogni m deadline, ogni 10 periodi ne perde al massimo 2.

Un sistema operativo real-time è quello richiesto per task hard, perchè a differenza di SO tipo linux ho più predicibilità

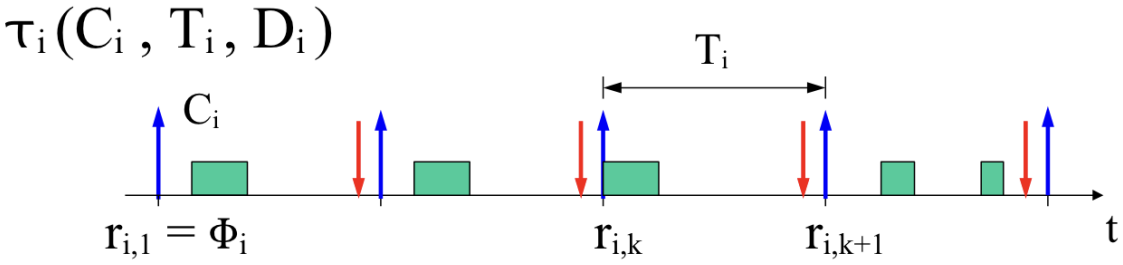
Hard tasks → controllo low level, sensory-motor planning

SOFT tasks → leggere la tastiere, mostrare messaggi

Modalità di attivazione

- **Time driven (Task periodico)→** un timer o un kernel che attiva ad intervalli regolari il task
  - **Task periodico**

$$\begin{cases} r_{i1} = \Phi_i \\ r_{i,k+1} = r_{i,k} + T_i \end{cases}$$



$$\begin{cases} r_{i,k} = \Phi_i + (k\text{-}1)\, T_i \\ d_{i,k} = r_{i,k} + D_i \end{cases} \qquad \begin{cases} \text{often} \\ D_i = T_i \end{cases}$$

    Ogni job si attiva regolarmente ogni T_i dopo quello prima.

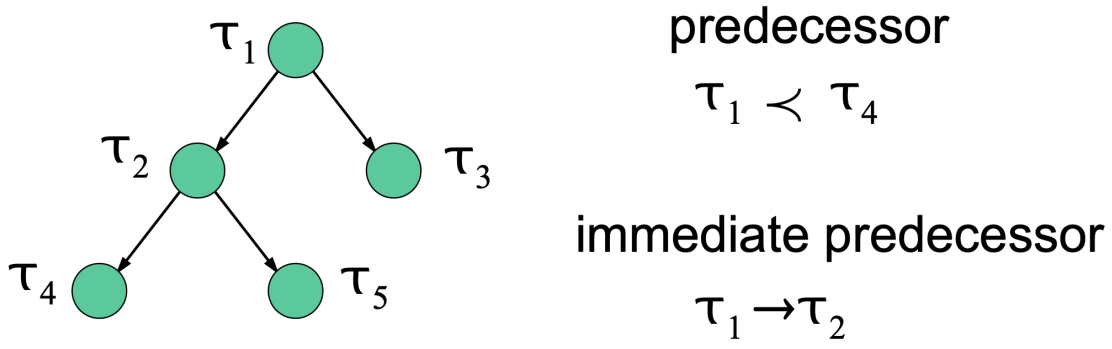
  - **Task Aperiodico**
    - **Aperiodico →** La prossima istanza mi può arrivare quando vuole (gestire allarmi)
    - **Sporadico →** I task arrivano sempre con una stessa periodicità, ma a volte con una maggiore
- **Event driven →** quando il task è attivato da qualcosa di asincrono, o ad esempio un input utente

Tipi di vincoli

- **Vincoli temporali →** deadline, attivazione, completion, jitter (quanto cambia il tempo di risposta del mio task, lo voglio più basso possibile)
  - **Espliciti →** inclusi nelle specifiche di sistema → aprimi una valvola ogni 10 secondi

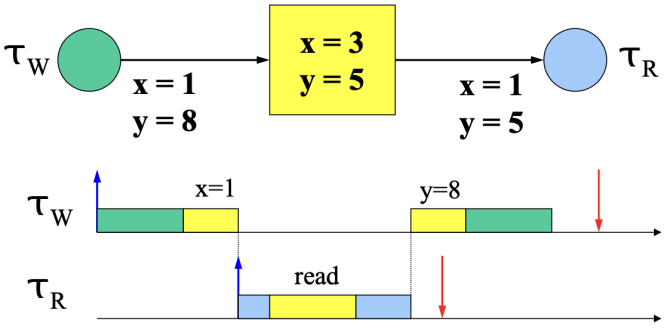
- **Impliciti →** non sono inclusi nelle specifiche del sistema, ma devono essere rispettati → evita gli ostacoli mentre vai ad una certa velocità

- **Vincoli di precedenza →** prima che un task possa eseguire devo aver finito il task precedente
  - Vado ad imporre un **Directed Acyclic Graph - DAG**

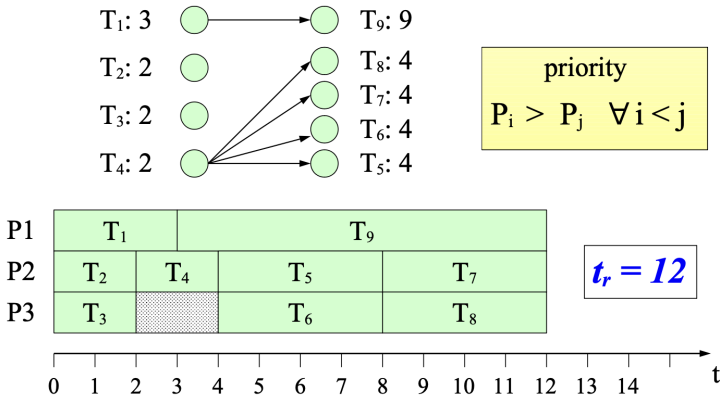


  τ indica dei job con priorità diverse.

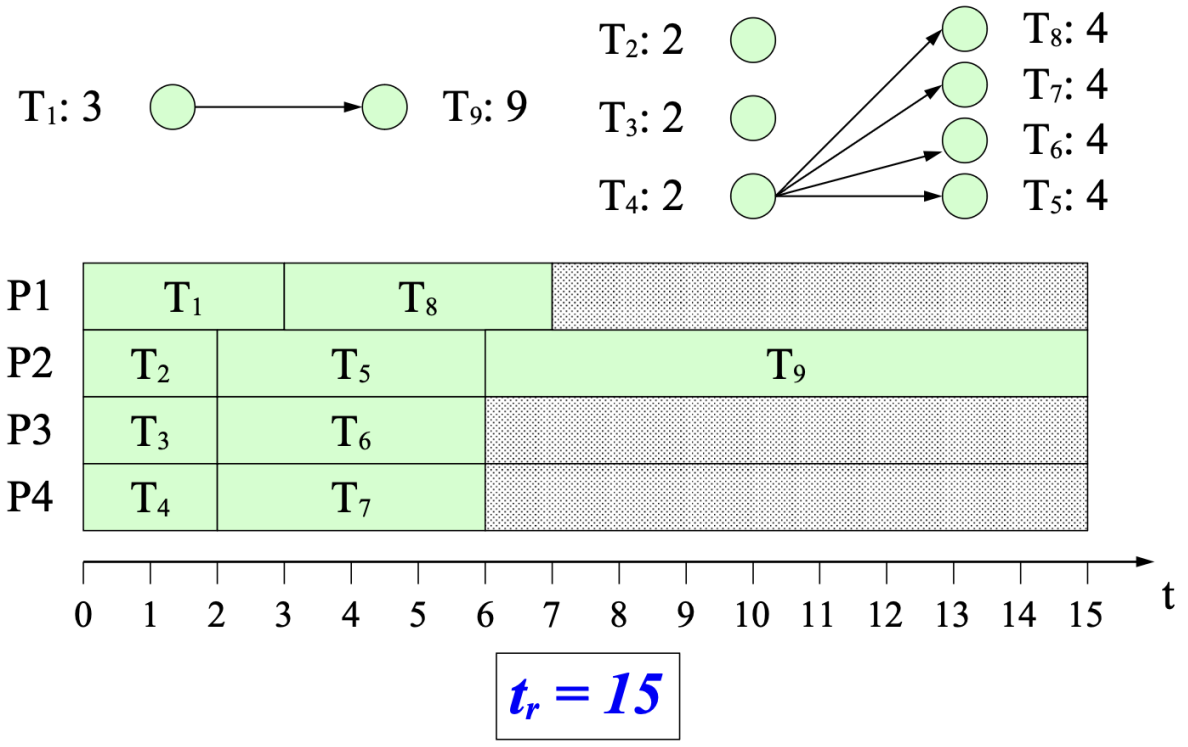
- **Vincoli sulle risorse →** ad esempio mutue esclusioni scaturite da wait e post che proteggono delle sezioni critiche
  - Prima di leggere fai una wait, finito fai una signal → questa mutua esclusione introduce ritardi.



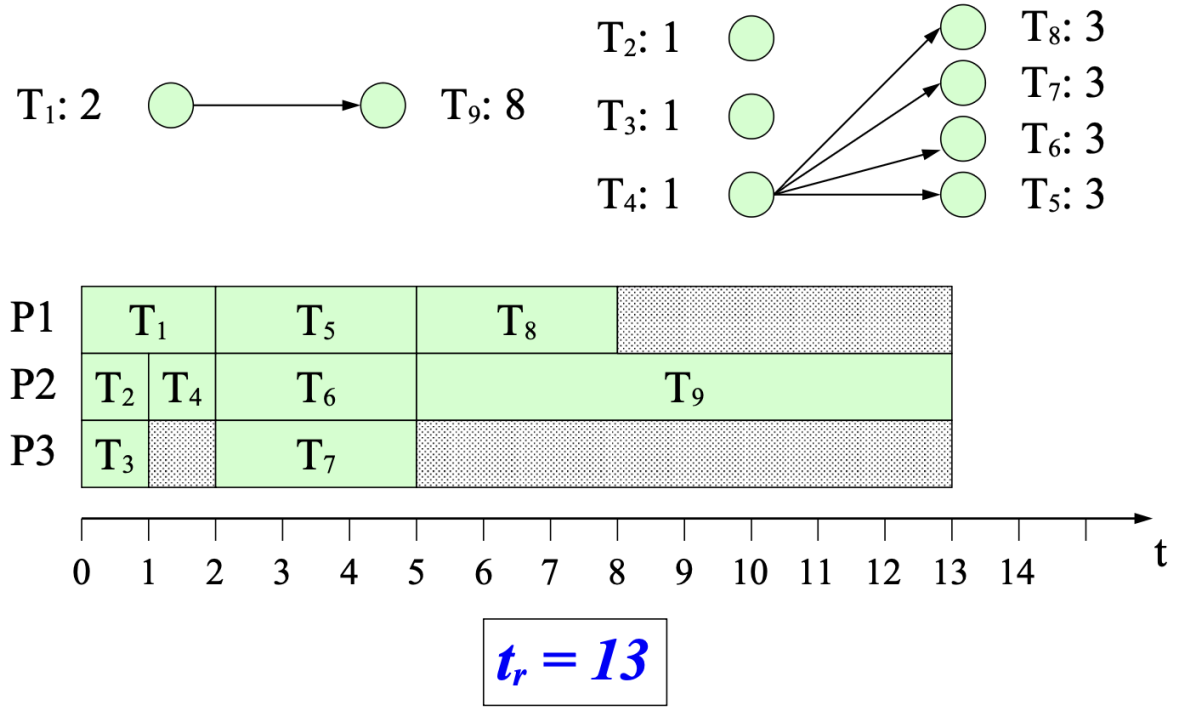
Anomalie di scheduling



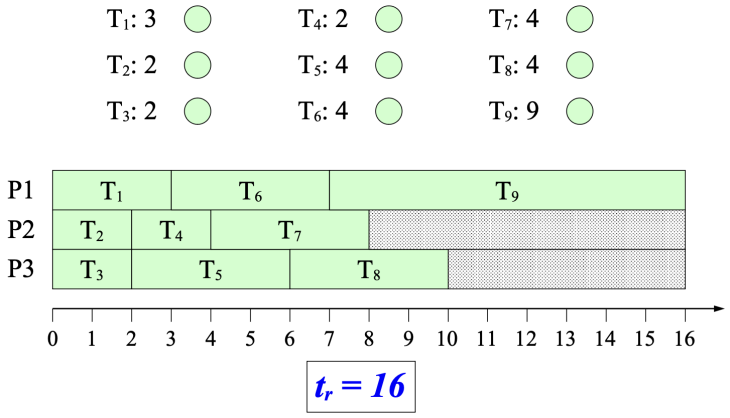
- La priorità va data a chi ha indice più basso
- Scheduler non preemptive → T_9 non viene deschedulato al termine di T_4



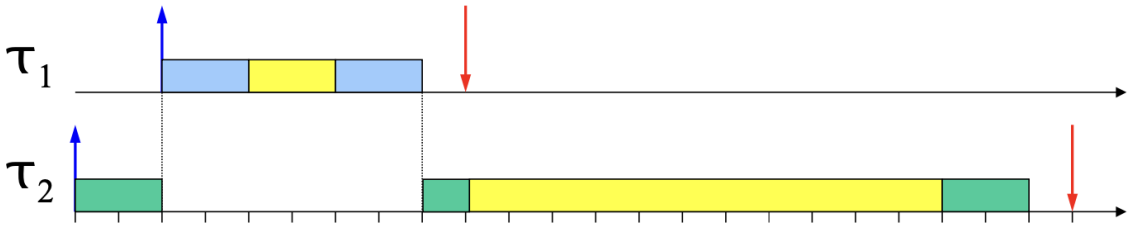
- **Bin packing** → mi causa un impacchettamento dei vari task sfortunato, invece di andare meglio aumentando i task essi rallentano lo svolgimento, al posto di 12 impiego 15

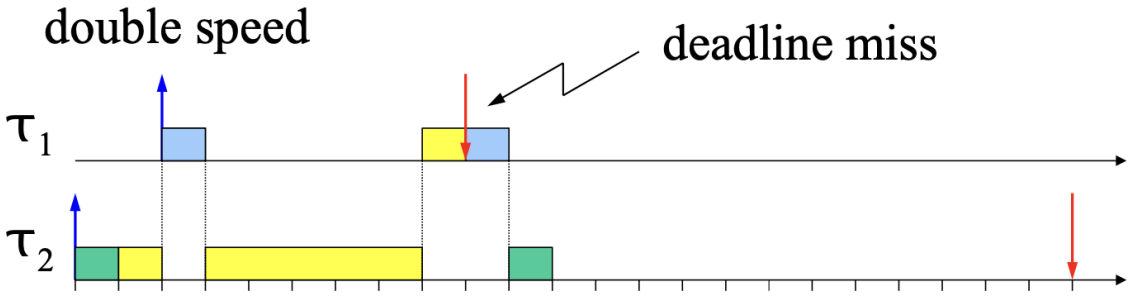


- Anche diminuendo la durata dei task peggiora, invece di usare 3 processori a 2Ghrz ne uso 3 a 3 Ghrz

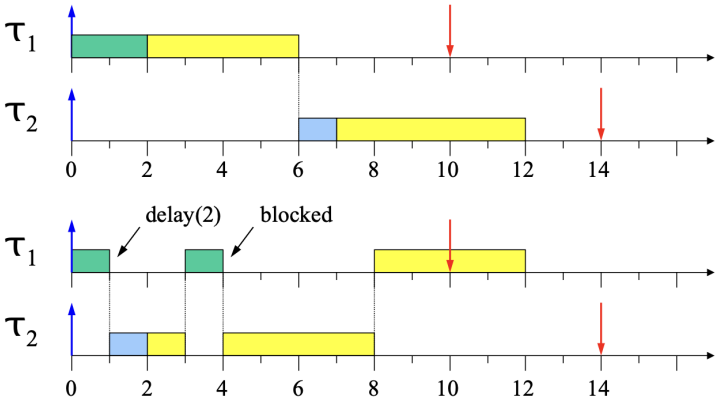


- Senza vincoli di precedenza addirittura il tempo aumenta più degli altri esempi





- Passare da 1 a 2 GHz → Locko prima la risorsa gialla, ma quella azzurrina parte lo stesso, questo blocca la gialla e fa si di missare la deadline.



- Inserire dei ritardi → anche solo due istanti di tempo fanno la differenza, 6 istanze di tempo di ritardo

Per tutto questo il sistema operativo deve essere più predicibile possibile.