

Prestazioni dei Computer

Tempo di risposta e produttività

- **Tempo di risposta:** latenza, quanto ci vuole per eseguire una operazione.
- **Produttività:** Lavoro totale svolto per unità di tempo.
In che modo sono influenzati?
- Sostituire il processore con una versione più veloce?
- Aggiungere più processori?

Tempo di risposta

Cosa determina le prestazioni di un programma?

- **Algoritmi**
 - Determina il numero di **operazioni** eseguite.
- **Linguaggio di programmazione, compilatore, architettura**
 - Determina il numero di **istruzioni macchina** eseguite per operazione.
- **Processore e memoria di sistema**
 - Determinano quanto **veloce** le istruzioni vengono eseguite.
- **Sistemi di I/O** (OS incluso)
 - Determina quanto velocemente le operazioni di I/O sono eseguite.

Misuriamo il tempo di risposta

Tempo trascorso:

- Tempo di risposta totale
 - Elaborazione, I/O, overhead del SO, tempo di inattività.
- **Tempo di CPU** (Clock):
 - Tempo speso elaborando un dato lavoro:
 - Sconti sul tempo di I/O, quote di altri lavori
 - Comprende il tempo CPU dell'utente + tempo CPU del sistema
 - I programmi sono influenzati dalle prestazioni della CPU e del sistema

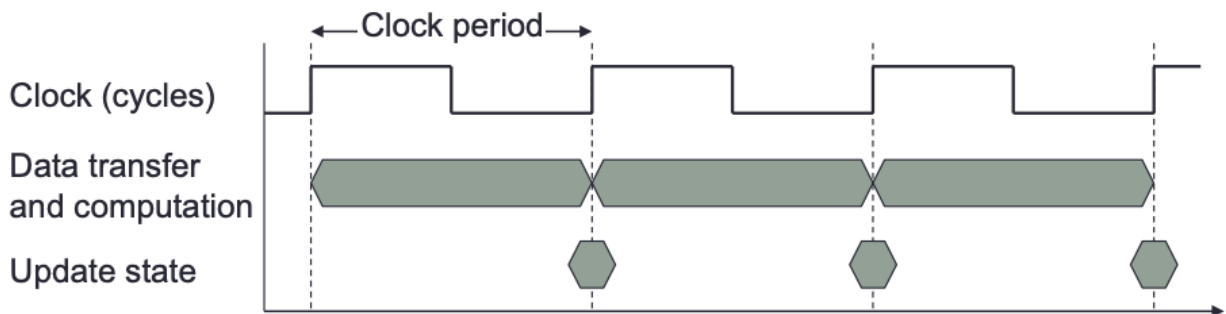
CPU Clock

È la frequenza operativa di un processore, cioè la velocità con cui la CPU può eseguire le istruzioni.

$$T = \frac{1}{f}$$

Dove:

- T è il **periodo di clock** (misurato in secondi)
- f è la **frequenza del clock** (misurata in hertz, Hz)



Esempio:

Se la frequenza del clock della CPU è **2 GHz** (2 miliardi di cicli al secondo), il periodo di clock sarà:

$$T = \frac{1}{2 \times 10^9} = 0,5 \times 10^{-9} = 0,5 \text{ nanosecondi}(ns)$$

Ogni ciclo di clock dura **0,5 nanosecondi**.

$$\text{Clock Rate} = \frac{\text{Clock Cycles}}{\text{CPU Time}}$$

GHz:

$$1GHz = 10^9 Hz$$

ISA: Instruction Set Architecture.

Il **conteggio delle istruzioni** per un programma sono determinati dal programma, ISA e compilatore.

Il numero medio di **cicli per istruzione** (CPI), sono determinati dall'hardware della CPU. Se istruzioni differenti hanno CPI differenti, il CPI medio è influenzato dal mix di istruzioni.

Esempio:

- Computer A: Cycle Time = $250ps$, $CPI = 2.0$
- Computer B: Cycle Time = $500ps$, $CPI = 1.2$
- ISA identico

Quale è più veloce? Di quanto?

$$\begin{aligned} \text{CPU Time}_A &= \text{Instruction Count} \times \text{CPI}_A \times \text{Cycle Time}_A \\ &= 1 \times 2.0 \times 250ps = 1 \times 500ps \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{CPU Time}_B &= \text{Instruction Count} \times \text{CPI}_B \times \text{Cycle Time}_B \\ &= 1 \times 1.2 \times 500ps = 1 \times 600ps \end{aligned}$$

A è più veloce, di quanto?

$$\frac{\text{CPU Time}_B}{\text{CPU Time}_A} = \frac{1 \times 600ps}{1 \times 500ps} = 1.2$$

A è 1.2 volte più veloce di B .

Se classi di istruzione diverse richiedono un numero diverso di cicli:

$$\text{Clock Cycles} = \sum_{i=1}^n (\text{CPI}_i \times \text{Instruction Count}_i)$$

Media pesata dei CPI:

$$\text{CPI} = \frac{\text{Clock Cycles}}{\text{Instruction Count}} = \sum_{i=1}^n \left(\text{CPI}_i \times \underbrace{\frac{\text{Instruction Count}_i}{\text{Instruction Count}}}_{\text{Relative frequency}} \right)$$

Class	A	B	C
CPI for class	1	2	3
IC in sequence 1	2	1	2
IC in sequence 2	4	1	1

■ Sequence 1: IC = 5

- Clock Cycles
 $= 2 \times 1 + 1 \times 2 + 2 \times 3$
 $= 10$

- Avg. CPI = $10/5 = 2.0$

■ Sequence 2: IC = 6

- Clock Cycles
 $= 4 \times 1 + 1 \times 2 + 1 \times 3$
 $= 9$

- Avg. CPI = $9/6 = 1.5$

IPC: Istruzioni per ciclo:

$$\text{IPC} = \frac{\text{Instruction Count}}{\text{Clock Cycle}} = \frac{1}{\text{CPI}}$$

RIASSUMENDO:

$$\text{CPU Time} = \frac{\text{Instructions}}{\text{Program}} \times \frac{\text{Clock Cycles}}{\text{Instruction}} \times \frac{\text{Seconds}}{\text{Clock Cycle}}$$

Power Trends

Nella tecnologia **CMOS IC**:

$$\text{Power} = \text{Capacitive load} \times \text{Voltage}^2 \times \text{Frequency}$$