**Parte I - Capitolo 1 - Il Calcolatore: Astrazioni E Tecnologia**

In questa prima parte, si vuole presentare il funzionamento dei calcolatori, in particolare si vuole focalizzare l'attenzione sul come i programmi sono tradotti in linguaggio macchina, l'interazione tra hardware e software e cosa incide sulle performance dei programmi in esecuzione.

I calcolatori sono alla base di qualsiasi dispositivo che utilizziamo, dalle auto ai cellulari, dai computer ai robot. Una prima suddivisione può essere fatta in classi di applicazioni: abbiamo i ***calcolatori desktop*** che offrono buone prestazioni a un costo limitato (es. personal computer), i ***calcolatori server*** orientati all'elaborazione di grandi carichi di lavoro, che offrono una maggiore affidabilità e potenza di calcolo e i ***calcolatori di tipo embedded*** comprendono tutti i microprocessori che si possono trovare nelle auto, nei telefoni, nei videogiochi, nei televisori e sono progettati per eseguire poche applicazioni correlate tra loro (richiedono basse prestazioni con limitazioni sul costo e sulla potenza dissipata dal dispositivo).

Le prestazioni di un programma dipendono dal programma originale, dalla traduzione del programma scritto in linguaggio ad alto livello nel linguaggio macchina e dall'efficienza dell'hardware. Un programma quindi viene eseguito attraverso l'interazione tra l'applicazione software, il software di sistema (che comprende i sistemi operativi, i compilatori e gli assemblatori) e l'hardware. In particolare il software di sistema ha due componenti essenziali: il ***sistema operativo*** che permette di interfacciare i programmi utente con l'hardware del calcolatore e il ***compilatore*** che traduce le istruzioni scritte in linguaggio ad alto livello in istruzioni assembler. Le istruzioni sono impulsi elettrici inviati al calcolatore (on o off) che vengono tradotte da un assemblatore. Un ***assembler*** converte una versione simbolica delle istruzioni in una versione binaria del codice comprensibile alla macchina.

Un calcolatore può essere sintetizzato in cinque componenti di primaria importanza: ***input***, ***output***, ***memoria***, ***unità di elaborazione dei dati*** *(****datapath****)*, ***unità di controllo del flusso di elaborazione***. Le ultime due componenti elencate formano il ***processore*** (o ***CPU*** - Central Processing Unit). Il processore è la parte attiva della motherboard che esegue fedelmente le istruzioni di un programma e attiva i dispositivi di I/O. Le funzioni principali del processore sono svolte dal datapath, che esegue le operazioni aritmetiche, e l'unità di controllo, che indica al datapath, alla memoria e ai dispositivi di I/O cosa fare a seconda di quello che viene specificato nelle istruzioni del programma. Il processore contiene un tipo di memoria detta ***memoria cache*** che affianca la sua funzione alla memoria vera e propria del calcolatore. La *memoria* è il luogo dove sono contenuti i programmi quando sono in esecuzione e i dati richiesti dai programmi stessi. E' costituita da un chip di DRAM, una memoria ad accesso casuale dinamica che ha il vantaggio di essere più veloce rispetto alle memorie ad accesso sequenziale. La memoria cache del processore è una memoria piccola ma veloce che agisce come buffer per la memoria principale. E' costituita da SRAM che sono tipi di memoria più veloci e più costose.

Un appunto importante va fatto per le memorie. Possiamo dividere le memorie utilizzate in ***memoria principale*** *(o* ***memoria primaria****)* che viene utilizzata per memorizzare i programmi mentre questi vengono eseguiti, e ***memoria di massa*** *(o* ***memoria secondaria****)* che viene utilizzata per salvare i programmi tra un'esecuzione e l'altra (detta anche memoria non volatile). Un tipo di memoria di massa largamente utilizzata al giorno d'oggi è il ***disco rigido*** che è formato da un insieme di dischi che ruotano in maniera solidale intorno a un asse con velocità elevata. I dischi di metallo sono ricoperti da materiale magnetico in grado di memorizzare le informazioni; al di sopra dei dischi è posizionata una bobina elettromagnetica detta testina di lettura-scrittura che permette l'utilizzo del disco. Un'alternativa al disco rigido è rappresentata dalle memorie flash. Le ***memorie flash*** sono memorie a semiconduttore, non volatili che hanno un costo maggiore dei dischi rigidi, ma risultano più robuste e consumano meno energia. Oltre alle memorie fin qui elencate, abbiamo diverse tecnologie di memoria di massa rimovibili tra cui i dischi ottici (CD, DVD e Blu Ray), le schede rimovibili di memoria flash (tipicamente inserite nelle chiavette USB) e i nastri magnetici (che permettono un lento accesso seriale e vengono utilizzati per il backup).

Un'altra importante funzione dei moderni calcolatori è lo scambio di dati tramite il collegamento alla rete che permette la comunicazione a lunghe distanze, la condivisione delle risorse e l'accesso non locale. Il collegamento in rete più diffuso è *Ethernet* che prevede una distanza massima tra due nodi di un km. Questo è un esempio di rete locale (***LAN, Local Area Network***) che si contrappone alle reti geografiche (***WAN, Wide Area Network***) che sono l'ossatura di Internet e del World Wide Web. Sempre più diffuse sono le ***tecnologie wireless*** *(radio)* che permette la realizzazione di una radio con frequenze di trasmissione da 1 a 100 MB/s.

Valutare le prestazioni di un calcolatore è molto importante in quanto, con uno studio ben fatto, si possono ridurre i tempi di esecuzione e la dissipazione di energia. Questo studio può essere svolto definendo due grandezze importanti. Il ***tempo di risposta***o ***tempo di esecuzione*** è il tempo totale richiesto da un calcolatore per completare un task. Il ***throughput*** o ***bandwith*** rappresenta il numero di programmi completi per unità di tempo. Le performance relative di un calcolatore A rispetto a un calcolatore B sono espresse dalla formula:

Quindi il calcolatore A sarà n volte più veloce del processore B.

Un altro metodo per la misura delle prestazioni di un calcolatore è indicata dalla formula seguente:

Oppure dalla formula:

La CPI è il rapporto tra il ciclo di clock e il numero di istruzioni.

Il limite dell'assorbimento della potenza di un processore ha obbligato i progettisti a cambiare il modo di disegnare i microprocessori, quindi al posto di continuare a ridurre il tempo di esecuzione del singolo programma, dal 2006 tutti i produttori hanno iniziato a distribuire i microprocessori contenenti più processori su singolo chip. Sono apparsi sul mercato i ***multicore*** o ***multiprocessori***. Il problema principale risiede nella sincronizzazione e nella divisione del lavoro per ottenere miglioramenti significativi riguardanti le prestazioni, quindi i tempi di esecuzione e la dissipazione di potenza. Un altro metodo per misurare il miglioramento delle prestazioni è la ***legge di Amdahl***che afferma che il miglioramento delle prestazioni è reso possibile da una data modifica è limitato dalla quantità di tempo in cui quella modifica è effettivamente strutturata, cioè bisogna fare in modo di rendere più veloce il caso più comune.