# Appunti di sistemi e reti

Sommario

[Appunti di sistemi e reti 1](#_Toc148251076)

[CPU 2](#_Toc148251077)

[Ciclo macchina 3](#_Toc148251078)

[Data path 4](#_Toc148251079)

[Registri della CPU 5](#_Toc148251080)

[Architettura CISC e RISC 6](#_Toc148251081)

[Core del processore 7](#_Toc148251082)

[Motherboard 8](#_Toc148251083)

[Northbridge e Southbridge 9](#_Toc148251084)

[Calcolo della banda passante 10](#_Toc148251085)

## CPU

La CPU è il cervello del computer, responsabile dell'elaborazione delle istruzioni e dei dati. È composta da tre componenti principali:

* + **Unità di Controllo**: Questa parte è incaricata di gestire il flusso di dati e istruzioni all'interno della CPU. Preleva istruzioni e dati dalla memoria centrale, le interpreta e le instrada all'ALU per l'elaborazione. Controlla anche il corretto svolgimento delle operazioni.
  + **Unità Logico-Aritmetica (ALU)**: L'ALU svolge operazioni logiche e aritmetiche sui dati, eseguendo calcoli e operazioni matematiche come somme e confronti. È responsabile della trasformazione dei dati in informazioni utili.
  + **Registri**: I registri sono una forma di memoria a capacità limitata all'interno della CPU. Vengono utilizzati per memorizzare temporaneamente i dati e le istruzioni che devono essere immediatamente elaborati o appena prodotti.

1. **Memoria Centrale**: La memoria centrale (RAM) è un'area di memoria ad accesso casuale in cui i dati e le istruzioni vengono temporaneamente archiviati per l'elaborazione da parte della CPU.

**Struttura Fisica della CPU** Dal punto di vista fisico, la CPU è costituita da sottili strati di silicio sovrapposti. Ogni strato contiene componenti elettriche chiamate CIP (Componenti Integrati Personalizzati). Su ciascun CIP, sono presenti milioni di transistor, che sono elementi sensibili agli impulsi elettrici e possono assumere solo due stati alternativi e contrapposti. Questo insieme di componenti costituisce il processore. È importante notare che il processore rappresenta solo la forma fisica della CPU.

**Misura delle Prestazioni della CPU** Le prestazioni di una CPU possono essere misurate in diversi modi:

* **MIPS (Milioni di Istruzioni al Secondo)**: Questa misura indica il numero di istruzioni che una CPU può eseguire in un secondo. Maggiore è il valore MIPS, maggiore è la capacità di elaborazione.
* **Megahertz (MHz) o Gigahertz (GHz)**: Queste unità di misura rappresentano la frequenza di ripetizione dei cicli del processore. Un processore con una frequenza di 1 GHz esegue un miliardo di cicli al secondo. Maggiore è la frequenza, maggiore è la velocità del processore.

È importante notare che le prestazioni di una CPU dipendono da vari fattori, tra cui l'architettura, il numero di core, la cache e altri elementi del sistema.

## Ciclo macchina

Il ciclo macchina è il processo di esecuzione delle istruzioni all'interno di una CPU (Central Processing Unit). Si compone di diverse fasi che definiscono come un'istruzione viene prelevata, interpretata ed eseguita dalla CPU. Ecco una spiegazione dettagliata delle fasi del ciclo macchina:

1. **Fetch (Recupero)**:
   * Durante questa fase, la CPU preleva l'istruzione successiva dalla memoria principale (RAM) o dalla cache di istruzioni. Per fare ciò, utilizza il Program Counter (PC), un registro speciale che contiene l'indirizzo della prossima istruzione.
   * L'istruzione viene caricata nell'Instruction Register (IR), un altro registro speciale.
2. **Decode (Decodifica)**:
   * Nella fase di decodifica, la CPU interpreta l'istruzione presente nell'IR. Questa interpretazione coinvolge la determinazione del tipo di operazione richiesta e dei registri coinvolti.
   * La CPU determina quale circuito o percorso all'interno della CPU sarà coinvolto nell'esecuzione dell'istruzione.
3. **Execute (Esecuzione)**:
   * Una volta che l'istruzione è stata decodificata, passiamo alla fase di esecuzione. Durante questa fase, l'unità di esecuzione della CPU (spesso chiamata ALU, Arithmetic Logic Unit) svolge l'operazione richiesta.
   * Ad esempio, se l'istruzione richiede una somma tra due valori, l'ALU somma i dati dai registri specificati.
4. **Write-back (Scrittura)**:
   * Nella fase finale del ciclo macchina, i risultati dell'operazione vengono scritti nei registri appropriati. Questi registri possono includere il registro dell'accumulatore, i registri generali o registri specializzati a seconda dell'architettura della CPU.
   * L'operazione è ora completata, e il controllo passa alla prossima istruzione.

## Data path

Il data path è una parte cruciale dell'architettura di una CPU (Central Processing Unit). È il percorso fisico all'interno della CPU attraverso il quale i dati e le istruzioni viaggiano mentre vengono elaborate. Approfondiamo i dettagli del data path:

1. **Registri**:
   * All'interno del data path, ci sono diversi registri speciali che fungono da luoghi di immagazzinamento temporaneo per dati e istruzioni. Questi possono includere il registro IR (Instruction Register) per l'istruzione corrente, registri general-purpose per i dati e registri specializzati per scopi specifici.
   * I registri svolgono un ruolo chiave nella gestione e nell'elaborazione dei dati. Ad esempio, i dati possono essere temporaneamente memorizzati nei registri prima di essere elaborati dall'ALU (Arithmetic Logic Unit).
2. **Bus**:
   * Il data path è collegato a un bus, un sistema di connessione che consente il trasferimento dei dati tra i vari componenti della CPU. Ci sono generalmente due tipi di bus: il bus di dati e il bus di indirizzi.
   * Il bus di dati trasporta dati binari (0 e 1) tra i registri e l'ALU o la memoria. Il bus di indirizzi trasporta gli indirizzi di memoria da e verso la memoria centrale.
3. **Unità di Controllo (UC)**:
   * L'Unità di Controllo è responsabile del coordinamento di tutte le operazioni all'interno del data path. Determina quali segnali devono essere attivi in un dato momento e controlla il flusso di dati e istruzioni.
   * L'UC interpreta le istruzioni e genera i segnali appropriati per indicare ai componenti del data path cosa fare.
4. **Arithmetic Logic Unit (ALU)**:
   * L'ALU è una parte fondamentale del data path. È responsabile dell'esecuzione delle operazioni aritmetiche (come l'addizione e la sottrazione) e delle operazioni logiche (come il confronto).
   * I dati dai registri vengono inviati all'ALU, dove vengono elaborati in base all'istruzione in corso.
5. **Multiplexers e Demultiplexers**:
   * Questi componenti sono utilizzati per indirizzare i dati e le istruzioni ai componenti appropriati del data path. Un multiplexer seleziona uno dei molti input per il passaggio a un'unica uscita, mentre un demultiplexer fa l'opposto, indirizzando un'uscita a uno dei molti dispositivi di input.
6. **Memoria Cache**:
   * Talvolta, un data path include anche una memoria cache ad alta velocità. Questa memoria serve a immagazzinare temporaneamente i dati frequentemente utilizzati, riducendo i tempi di accesso alla memoria principale (RAM).

Il data path è progettato in modo da eseguire le istruzioni in modo efficiente, consentendo al processore di elaborare dati in maniera coerente e veloce. La progettazione del data path può variare considerevolmente tra diverse architetture di CPU, come CISC (Complex Instruction Set Computer) e RISC (Reduced Instruction Set Computer), ma il concetto di base rimane lo stesso: guidare i dati attraverso i vari componenti per eseguire istruzioni complesse.

## Registri della CPU

I registri MAR, MDR, IR e PC sono componenti fondamentali all'interno di una CPU (Central Processing Unit) e svolgono ruoli specifici nel processo di esecuzione delle istruzioni. Ecco una descrizione dettagliata di ognuno di essi:

1. **MAR (Memory Address Register - Registro dell'Indirizzo di Memoria)**:
   * Il registro MAR è utilizzato per memorizzare l'indirizzo di memoria della locazione da cui si intende leggere o scrivere dati. Quando la CPU deve accedere alla memoria principale per recuperare un'istruzione o dati, l'indirizzo di destinazione viene caricato nel MAR.
   * Durante la fase di fetch del ciclo macchina, l'indirizzo nell'MAR viene utilizzato per selezionare la locazione di memoria dalla quale prelevare l'istruzione successiva.
2. **MDR (Memory Data Register - Registro dei Dati di Memoria)**:
   * Il registro MDR è responsabile della memorizzazione temporanea dei dati che vengono letti o scritti in memoria. Quando la CPU accede alla memoria per leggere o scrivere dati, i dati stessi vengono temporaneamente memorizzati nel MDR.
   * Durante il ciclo macchina, il MDR è utilizzato per conservare temporaneamente i dati che devono essere processati o scritti in memoria. Ad esempio, quando si legge un dato dalla memoria, viene memorizzato nel MDR prima di essere elaborato dalla CPU.
3. **IR (Instruction Register - Registro delle Istruzioni)**:
   * Il registro IR è utilizzato per memorizzare l'istruzione corrente che la CPU sta eseguendo. Durante la fase di fetch del ciclo macchina, l'istruzione prelevata dalla memoria viene caricata nell'IR.
   * La CPU decodifica l'istruzione memorizzata nell'IR per comprendere quale operazione deve eseguire, quali registri utilizzare e altri dettagli relativi all'istruzione corrente.
4. **PC (Program Counter - Contatore di Programma)**:
   * Il registro PC è un registro speciale che tiene traccia dell'indirizzo di memoria dell'istruzione successiva da eseguire. Durante la fase di fetch, il PC viene incrementato in modo da puntare all'indirizzo successivo nell'ordine di esecuzione del programma.
   * Il PC è essenziale per il flusso del programma, in quanto determina quale istruzione sarà eseguita dopo l'istruzione corrente. Quando il PC viene aggiornato, il controllo passa all'indirizzo successivo, e il ciclo macchina continua con la nuova istruzione.

## Architettura CISC e RISC

Le architetture CISC (Complex Instruction Set Computer) e RISC (Reduced Instruction Set Computer) sono due approcci distinti per progettare processori e set di istruzioni per le CPU. Ecco una descrizione dettagliata di entrambe le architetture:

**Architettura CISC (Complex Instruction Set Computer):** Le CPU di architettura CISC si caratterizzano per un set di istruzioni complesso e variegato. Alcune caratteristiche principali delle architetture CISC includono:

1. **Set di Istruzioni Complesso**: Le CPU CISC offrono un'ampia gamma di istruzioni complesse, molte delle quali possono eseguire più operazioni in un'unica istruzione. Ad esempio, un'istruzione CISC potrebbe caricare dati dalla memoria, effettuare operazioni aritmetiche su di essi e quindi memorizzare i risultati in un registro, il tutto in un'unica istruzione.
2. **Indirizzamento Flessibile**: Le CPU CISC supportano vari modi per accedere alla memoria e ai dati, consentendo di specificare gli operandi in modi diversi, come registri diretti, indirizzi di memoria diretti o indiretti e altro.
3. **Set di Istruzioni Voluminoso**: Le CPU CISC possono avere un set di istruzioni molto ampio, che può includere centinaia di istruzioni diverse. Questa varietà di istruzioni offre una maggiore flessibilità per i programmatori, ma può rendere più complesso il decodificare e l'eseguire le istruzioni da parte della CPU.
4. **Microprogrammazione**: Le CPU CISC spesso utilizzano una microprogrammazione complessa per implementare le istruzioni. Ciò significa che le istruzioni CISC sono decomposte in sequenze di microistruzioni più semplici, che vengono eseguite dalla CPU.
5. **Prestazioni Relativamente Basse**: Nonostante la flessibilità offerta dalle istruzioni complesse, le CPU CISC possono avere prestazioni relativamente basse in confronto alle CPU RISC. Questo è dovuto al fatto che l'esecuzione di istruzioni complesse richiede più cicli di clock.

**Architettura RISC (Reduced Instruction Set Computer):** Le CPU RISC sono caratterizzate da un set di istruzioni semplificato e da una progettazione che mira a ottimizzare le prestazioni. Le principali caratteristiche delle CPU RISC includono:

1. **Set di Istruzioni Ridotto**: Le CPU RISC hanno un set di istruzioni molto limitato, composto principalmente da istruzioni elementari e semplici. Questo rende l'esecuzione delle istruzioni più rapida.
2. **Pipeline di Istruzioni**: Le CPU RISC spesso utilizzano una pipeline di istruzioni, che consente di eseguire più istruzioni contemporaneamente, aumentando l'efficienza.
3. **Decodifica Semplice**: Le istruzioni RISC sono progettate in modo da essere facilmente decodificate e eseguite dalla CPU. Ciò semplifica il controllo delle unità di esecuzione e migliora l'efficienza complessiva.
4. **Prestazioni Migliorate**: Le CPU RISC tendono a offrire prestazioni più elevate per istruzione rispetto alle CPU CISC. Anche se le istruzioni sono più semplici, la maggiore efficienza e l'ottimizzazione del ciclo di clock le rendono competitive.
5. **Caricamento da Memoria Separato**: Nelle CPU RISC, il caricamento di dati dalla memoria richiede istruzioni separate, il che significa che le operazioni di memoria sono più trasparenti.

## Core del processore

Il "core del processore" si riferisce a un'unità di esecuzione indipendente all'interno di una CPU (Central Processing Unit). Un processore può avere uno o più di questi core, ognuno dei quali funziona come un'unità autonoma di elaborazione. Approfondiamo i dettagli relativi ai core del processore:

1. **Definizione di Core**:
   * Un core del processore rappresenta un'unità di calcolo completa all'interno di una CPU. Ogni core è capace di eseguire istruzioni in modo indipendente e simultaneo, consentendo la parallelizzazione delle operazioni.
   * Un processore multi-core è dotato di due o più di questi core, ciascuno dei quali può eseguire istruzioni in modo indipendente, migliorando le prestazioni complessive del processore.
2. **Parallelismo e Multitasking**:
   * L'uso di più core in un processore consente di eseguire più attività contemporaneamente, migliorando le prestazioni e la capacità di multitasking. Ad esempio, in un computer desktop, un core potrebbe gestire il rendering di grafica 3D mentre un altro core esegue calcoli complessi in background.
   * Il parallelismo intrinseco dei core è utile per migliorare le prestazioni in applicazioni che sfruttano la parallelizzazione, come il rendering video, la simulazione scientifica e altro.
3. **Architettura dei Core**:
   * Ogni core è progettato secondo un'architettura specifica che determina le sue capacità e le istruzioni che può eseguire. Ad esempio, un core può appartenere a un'architettura x86, ARM o MIPS, a seconda del tipo di processore.
   * Gli sviluppatori di processori cercano costantemente di migliorare l'architettura dei core per ottenere prestazioni migliori, un consumo energetico ridotto e funzionalità avanzate.
4. **Coerenza della Cache**:
   * Nei processori multi-core, è importante gestire la coerenza della cache. Poiché più core condividono la stessa memoria cache, è necessario coordinare l'accesso ai dati in modo da evitare problemi di consistenza dei dati.
   * Tecniche come il protocollo MESI (Modified, Exclusive, Shared, Invalid) vengono utilizzate per gestire la coerenza della cache nei sistemi multi-core.
5. **Hyper-Threading**:
   * Alcuni processori implementano l'hyper-threading, una tecnologia che simula core logici aggiuntivi su ciascun core fisico. Ciò consente di migliorare ulteriormente le prestazioni nelle situazioni in cui il carico di lavoro può essere parallelizzato.
6. **Prestazioni Globali**:
   * Il numero di core di un processore non è l'unico fattore determinante delle prestazioni. Anche la frequenza del clock, la cache, l'architettura e l'ottimizzazione svolgono un ruolo chiave nelle prestazioni complessive.

In sintesi, i core del processore rappresentano le unità di elaborazione indipendenti all'interno di una CPU. L'uso di processori multi-core ha rivoluzionato le prestazioni dei computer, consentendo loro di gestire carichi di lavoro complessi e multitasking in modo più efficiente. La progettazione di core avanzati continua a essere un campo di ricerca in rapida evoluzione nell'informatica.

## Motherboard

Una motherboard (scheda madre) è il componente principale di un computer e svolge un ruolo fondamentale nel collegamento e nella comunicazione tra tutti gli altri componenti hardware del sistema. Ecco una descrizione dettagliata di una motherboard:

1. **Base per l'Assemblaggio**: La motherboard fornisce una base fisica su cui tutti gli altri componenti hardware del computer sono montati. I componenti come la CPU, la RAM, le schede di espansione, il disco rigido, l'alimentatore e altro ancora vengono collegati direttamente alla scheda madre.
2. **Connettività**: La motherboard contiene numerosi connettori, porte e slot che consentono di collegare periferiche e componenti hardware esterni. Questi includono porte USB, connettori audio, porte video, slot per schede di espansione, porte Ethernet e altro.
3. **CPU Socket**: La CPU (Central Processing Unit) è montata sulla scheda madre utilizzando un socket specifico. Questo socket collega la CPU al bus del sistema e permette alla CPU di comunicare con gli altri componenti del sistema.
4. **Slot di RAM**: La memoria RAM (Random Access Memory) è installata sulla motherboard utilizzando gli slot di memoria. La quantità di RAM supportata e il tipo di RAM compatibile sono specifici per ciascuna scheda madre.
5. **Chipset**: Il chipset è un insieme di circuiti integrati sulla scheda madre che coordina la comunicazione tra la CPU, la memoria, le schede di espansione e altri componenti. Il chipset comprende il Northbridge e il Southbridge, ciascuno con funzioni specifiche.
   * Il **Northbridge** gestisce la comunicazione ad alta velocità tra la CPU, la RAM e le schede di espansione. Ad esempio, gestisce l'interfaccia tra la CPU e la scheda grafica.
   * Il **Southbridge** gestisce le funzioni di I/O (Input/Output) a velocità inferiore, inclusi i dispositivi di archiviazione, le porte USB, le porte audio e altro.
6. **Slot di Espansione**: Le motherboard includono slot di espansione che consentono di installare schede aggiuntive, come schede grafiche, schede audio, schede di rete e altro. I tipi di slot variano a seconda della scheda madre, ma i più comuni sono gli slot PCI Express e gli slot PCI.
7. **Connettore dell'Alimentazione**: La scheda madre ha un connettore specifico per l'alimentazione elettrica proveniente dall'alimentatore del computer. Questo connettore fornisce energia alla scheda madre e ai suoi componenti.
8. **BIOS/UEFI**: La motherboard contiene il firmware del sistema, noto come BIOS (Basic Input/Output System) o UEFI (Unified Extensible Firmware Interface). Questo firmware avvia il sistema e gestisce le operazioni di inizializzazione, inclusa la configurazione dell'hardware e il caricamento del sistema operativo.
9. **Porta CMOS**: La scheda madre include una batteria CMOS e un connettore per mantenere l'orologio del sistema e le impostazioni del BIOS. Questo è utile per mantenere l'orario e la configurazione del BIOS anche quando il computer è spento.
10. **Connessioni di Rete**: Le motherboard possono includere connettori Ethernet integrati per la connessione di rete cablata.
11. **Audio Integrato**: Molte motherboard includono audio integrato con connettori per altoparlanti, microfoni e cuffie.

La scelta di una motherboard è importante, poiché influenza la compatibilità e le prestazioni del sistema. È necessario selezionare una scheda madre che supporti il tipo di CPU desiderato, la quantità di RAM, le porte e gli slot necessari per le esigenze specifiche del sistema. La motherboard è fondamentale per l'assemblaggio di un computer funzionante e deve essere compatibile con gli altri componenti selezionati.

## Northbridge e Southbridge

I chipset Northbridge e Southbridge sono due componenti importanti di una scheda madre (motherboard) che svolgono ruoli specifici nella gestione delle comunicazioni e delle operazioni tra i vari componenti hardware di un computer. Ecco una spiegazione dettagliata di entrambi i chipset:

**Northbridge**:

1. **Funzioni Principali**:
   * Il Northbridge è responsabile di gestire la comunicazione ad alta velocità tra la CPU (Central Processing Unit), la memoria RAM e altre componenti ad alta velocità come la scheda grafica (GPU) se è integrata nel chipset.
   * Questo chipset gestisce il traffico dei dati tra la CPU e la RAM, il che lo rende una parte cruciale dell'architettura del sistema.
2. **Interfaccia CPU-RAM**:
   * Il Northbridge è l'interfaccia principale tra la CPU e la RAM. Controlla l'accesso della CPU alla RAM, inclusi letture e scritture, e ottimizza il flusso dei dati tra questi due componenti.
3. **Scheda Grafica Integrata**:
   * Alcune schede madri hanno una scheda grafica integrata nel Northbridge. In tal caso, il Northbridge gestisce anche la comunicazione tra la CPU e la GPU integrata.
4. **Porte di Espansione PCIe**:
   * Il Northbridge gestisce gli slot PCIe (Peripheral Component Interconnect Express), che consentono l'installazione di schede di espansione come schede grafiche discrete. Coordina la comunicazione tra queste schede e la CPU.

**Southbridge**:

1. **Funzioni Principali**:
   * Il Southbridge è responsabile di gestire le funzioni di I/O (Input/Output) a velocità inferiore. Queste funzioni includono le comunicazioni tra la CPU e i dispositivi di archiviazione, le porte USB, le porte audio, le porte di rete, la gestione dell'energia, la gestione del BIOS e altro.
2. **I/O e Periferiche di Archiviazione**:
   * Il Southbridge gestisce i controller di dispositivi di archiviazione come dischi rigidi, unità ottiche e unità SSD. Controlla anche le porte USB, le porte audio e le porte Ethernet.
3. **Gestione dell'Energia**:
   * Gestisce le funzioni di risparmio energetico e la gestione dell'alimentazione del sistema, come la sospensione e l'ibernazione.
4. **BIOS e CMOS**:
   * Contiene l'interfaccia del BIOS e i dati di configurazione CMOS (Complementary Metal-Oxide-Semiconductor) che conservano le impostazioni del sistema, come data e ora, all'atto dello spegnimento del computer.
5. **Interfaccia Periferica-PCI**:
   * Il Southbridge è coinvolto nella comunicazione tra la CPU e i dispositivi di espansione collegati tramite bus PCI (Peripheral Component Interconnect), che possono includere schede di rete, schede audio e altre schede di espansione.

È importante notare che con l'evoluzione delle architetture dei computer, l'importanza del Northbridge è diminuita, specialmente nelle moderne CPU integrate con controller di memoria e grafica integrata, riducendo la necessità di un Northbridge separato. Tuttavia, il Southbridge rimane fondamentale per gestire l'I/O e le funzionalità di base del sistema. Nelle schede madri più recenti, molte delle funzioni tradizionalmente associate al Southbridge sono state integrate direttamente nella CPU o in chipsets più avanzati, riducendo la necessità di un Southbridge distinto.

## Calcolo della banda passante

Il calcolo della banda passante, spesso abbreviato come "bandwidth" in inglese, si riferisce alla quantità di dati che può essere trasmessa da un dispositivo o attraverso un canale di comunicazione in un dato periodo di tempo. La banda passante è una misura chiave nelle telecomunicazioni, nella rete informatica e nell'elettronica. Il calcolo della banda passante può essere fatto utilizzando diverse formule a seconda del contesto specifico. Ecco come calcolare la banda passante in vari contesti:

1. **Banda Passante in Reti Informatiche**:
   * La banda passante di una connessione di rete, solitamente misurata in bit al secondo (bps), può essere calcolata dividendo il volume totale dei dati trasferiti per il tempo impiegato. La formula è la seguente:
2. **Banda Passante in Elettronica**:
   * In elettronica, la banda passante è spesso associata ai filtri elettronici o ai circuiti che consentono il passaggio di determinate frequenze. La banda passante è definita come la differenza tra la frequenza di taglio superiore e quella di taglio inferiore. La formula è:
3. **Banda Passante in Segnali Analogici**:
   * In ingegneria delle telecomunicazioni, la banda passante di un segnale analogico si riferisce alla gamma di frequenze contenute nel segnale. Può essere calcolata come la differenza tra la frequenza massima e quella minima. La formula è:
4. **Banda Passante in Sistemi di Trasmissione Digitale**:
   * In sistemi di trasmissione digitale, la banda passante è spesso misurata in termini di velocità di trasmissione, come i kbps (kilobit al secondo) o i Mbps (megabit al secondo). Questa è la quantità di dati che può essere trasmessa in un secondo.
5. **Banda Passante in Audio e Video**:
   * In audio e video digitale, la banda passante è misurata in termini di frequenza di campionamento (per l'audio) o risoluzione (per il video). Ad esempio, un CD audio ha una banda passante di 44.1 kHz, il che significa che può riprodurre frequenze audio fino a 22.05 kHz.