

L'hardware è ciò che puoi prendere a calci quando qualcosa non funziona, il software invece è quello contro cui puoi solo imprecare.

IL COMPUTER (l'unità centrale)

Un *computer* è una macchina programmabile che può eseguire automaticamente sequenze di operazioni logico-aritmetiche sui dati in ingresso (*input*) e di restituire i risultati di tali operazioni in uscita (*output*). È pertanto un *sistema di elaborazione* di dati. La caratteristica principale che lo differenzia da altri sistemi di elaborazione è la *programmabilità*, cioè può essere istruito (programmato) per eseguire qualsiasi tipo di algoritmo.

Il termine *computer* deriva dall'inglese e significa *calcolatore*. In inglese il termine indicava originariamente un essere umano incaricato di eseguire dei calcoli. Il primo utilizzo nel senso moderno del termine è attestato nel 1897 ma bisognerà attendere la metà degli anni '50 perché questa accezione diventi di uso comune.

Al giorno d'oggi, ci si riferisce comunemente al computer come a un dispositivo *elettronico, digitale, programmabile* e a scopo generico costruito secondo la cosiddetta *architettura di von Neumann*.

Al pari della televisione, il computer rappresenta il mezzo tecnologico simbolo che più ha modificato le abitudini umane dal secondo dopoguerra a oggi: la sua invenzione ha contribuito alla nascita e allo sviluppo dell'informatica moderna, uno dei pilastri su cui si basa la cosiddetta [terza rivoluzione industriale](#).

TIPI DI COMPUTER

Esistono molti termini nel mondo dell'informatica per indicare i vari tipi di computer. Una volta queste distinzioni erano basate sostanzialmente sulla potenza del computer. Attualmente invece, data la potenza dei computer odierni, si tende a catalogare i computer, non solo in base alla loro potenza, ma anche, e forse soprattutto, in base alla loro destinazione d'uso.

I *mainframe* o *sistemi centrali* sono computer utilizzati per applicazioni critiche soprattutto da grandi aziende e istituzioni, tipicamente per elaborare con alte prestazioni e alta affidabilità grandi moli di dati: transazioni finanziarie, censimenti, statistiche di industrie e clienti, ecc.

I *personal computer* sono dei computer pensati soprattutto per essere acquistati e usati da una singola persona. In questa categoria possiamo quindi far rientrare il classico computer da tavolo (desktop computer), i computer portatili (laptop computer), i tablet e anche gli smartphone.

Ricordiamo anche i *supercomputer*, dei computer costruiti per avere la massima potenza di calcolo possibile. Sono pezzi unici e servono sostanzialmente per la ricerca scientifica.

I computer sanno lavorare solo con i numeri!

È importante dire fin da subito che i computer possono lavorare solo con dei numeri. Per esempio quando guardate un video con il vostro computer, ciò che accade è che delle lunghissime sequenze di numeri vengono elaborate e inviate alla scheda video la quale è in grado di trasformarli in segnali adatti per il vostro monitor. Alcuni di questi numeri sono le coordinate cartesiane dei punti dello schermo mentre altri numeri rappresentano il colore di questi punti.

In particolare, per motivi costruttivi, è molto più facile creare dei computer che usano dei numeri in forma binaria. Infatti è molto più semplice realizzare dispositivi che abbiano solo due “simboli” anziché, per esempio, 10 simboli. Immaginate infatti di avere un circuito elettrico. Il passaggio di corrente indicherà un simbolo, il non passaggio di corrente indicherà un altro simbolo. Come vedete abbiamo due *stati* a disposizione che potremmo chiamare per comodità 1 e 0. Se avessimo voluto avere 10 simboli come nel sistema decimale (che poi avremmo chiamato 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9), saremmo stati in difficoltà perché avremmo dovuto avere 10 livelli di corrente diversi! Questo è in teoria possibile ma in pratica può generare molte difficoltà perché la presenza di disturbi potrebbe confondere uno stato con un altro!

I fenomeni periodici

Un fenomeno *periodico* è un fenomeno che si ripete uguale a sé stesso a intervalli uguali di tempo. L'intervallo di tempo che impiega il sistema a compiere un ciclo si chiama *periodo*. Facciamo un esempio: in un orologio analogico, la lancetta dei secondi compie un moto circolare periodico. Il tempo che impiega a ritornare nella posizione di partenza, cioè il tempo per fare un giro completo, è il periodo di rotazione ed è pari a 60 secondi (60s in forma abbreviata). La *frequenza* indica invece quante volte un fenomeno si ripete in un certo intervallo di tempo. Facciamo degli esempi. Il battito cardiaco di una persona a riposo è di circa 1 battito al secondo. Invece di scrivere “al secondo” si usa il termine hertz, abbreviato Hz. Facciamo un altro esempio. L'albero motore di una autovettura accesa, senza spingere l'acceleratore, compie circa 1800 giri al minuto. Con un semplice calcolo (provateci da soli!) si ottiene che i giri al secondo sono 300. Pertanto possiamo affermare che la frequenza di rotazione dell'albero motore è di 300Hz. Un ultimo esempio. La lancetta dei secondi, come avevamo visto, ha un periodo di 60s. Quant'è la frequenza del suo moto? Cioè quanti giri fa in un secondo. In un secondo la lancetta fa solo $1/60$ di giro! Quindi diremo che la frequenza è $1/60$ Hz oppure, in forma decimale, 0.0166... Hz. Da questi esempi si intuisce che la frequenza è l'inverso del periodo. Vedremo che la frequenza è una grandezza fisica importantissima per comprendere il funzionamento di un computer. Infatti tutte le operazioni di un computer sono temporizzate, cioè ogni parte del computer esegue un'operazione ogni volta che riceve un impulso elettrico particolare, chiamato *clock*. Questo segnale è periodico ed è composto di svariati milioni o miliardi di impulsi al secondo!

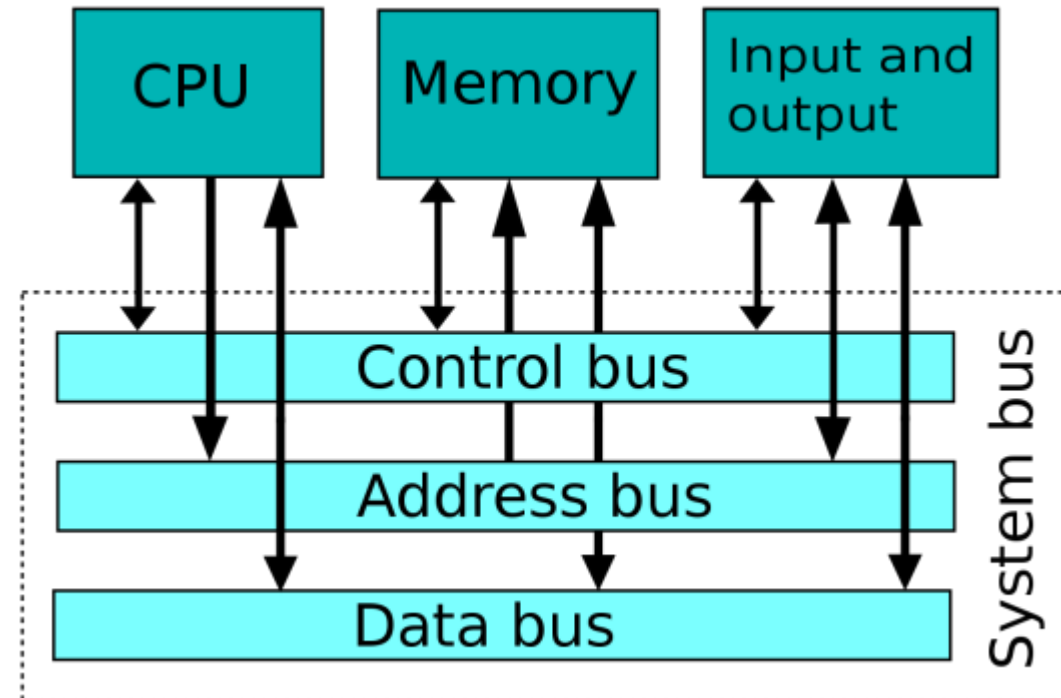
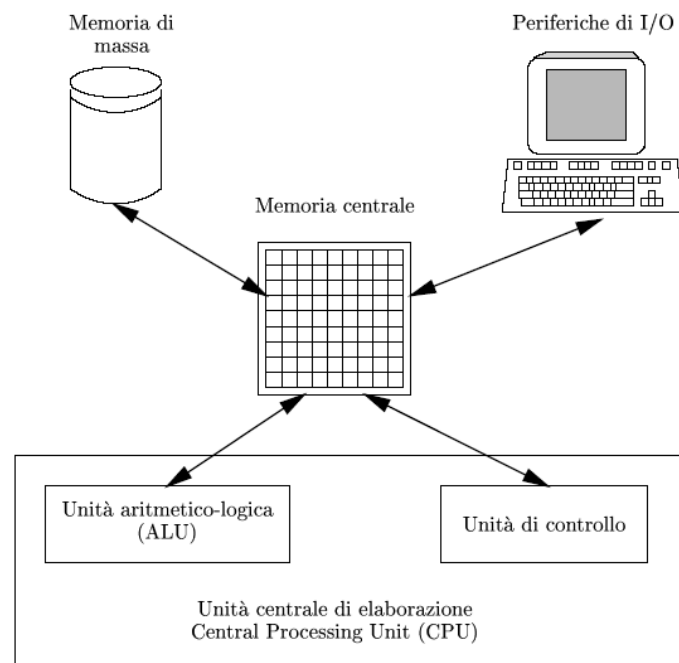
Architettura di Von Neumann

Passiamo ora a spiegare come è fatto un computer e di quali parti si compone. Praticamente tutti i moderni computer di uso comune sono progettati secondo uno schema (architettura) detto *architettura di Von Neumann* inventata nel 1945 dal matematico [John von Neumann](#) e dal suo gruppo, che si basa su cinque componenti fondamentali:

- La CPU, che si divide a sua volta in
 - Unità di controllo
 - Unità operativa, nella quale uno dei sottosistemi più rilevanti è l'ALU (Arithmetic Logic Unit)
 - Registri della CPU
- La memoria centrale, intesa come memoria di lavoro o memoria principale contenente sia i dati che i programmi attualmente in uso
- Unità di input, tramite la quale i dati e/o i programmi vengono inseriti nel calcolatore per essere elaborati
- Unità di output, necessaria affinché i dati elaborati possano essere restituiti all'operatore
- Bus, uno o più canali di comunicazione che collegano i componenti fra loro

È importante sottolineare che tale architettura, a differenza di altre, si distingue per la caratteristica di immagazzinare all'interno dell'unità di memoria, sia i dati che i programmi in esecuzione. In poche parole si dice che le istruzioni dei programmi sono a loro volta dei dati.

Un'ultima nota: quando si parla di memoria centrale si usa l'aggettivo *centrale* per distinguere questa memoria (che di solito è una RAM) da altri tipi di memoria, come per esempio gli hard disk che invece sono dei componenti opzionali e pertanto rientrano nella categoria dei dispositivi di I/O.



La CPU

La CPU (dall'inglese *Central Processing Unit*, Unità centrale di elaborazione) è uno dei componenti fondamentali di un computer. Viene spesso chiamata anche processore o microprocessore. È il componente che esegue le istruzioni del programma. Possiamo immaginarlo come il “cervello” del computer.

È composta di varie parti al suo interno. C'è l'*unità di controllo*, che legge e scrive i dati dalla memoria (dove con dati si intende anche il programma da eseguire), interpreta le istruzioni da eseguire e le esegue, facendosi “aiutare” da un altro componente della CPU, l'*ALU* (in inglese Arithmetic Logic Unit) che si occupa di eseguire tutte le operazioni logiche e matematiche. Infine ci sono i registri che non sono nient'altro che una minuscola memoria per immagazzinare i dati temporanei o gli indirizzi di memoria su cui si dovrà operare.

Ogni operazione eseguita dalla CPU si divide in un certo numero di passi elementari. Viene fatto un passo ogni volta che la CPU riceve un “impulso dall'esterno”. Questo “impulso dall'esterno” è chiamato *segnale di clock* o semplicemente *clock* e arriva a intervalli di tempo regolari. Pertanto più alta sarà la frequenza del segnale di clock, cioè più alto sarà il numero di impulsi di clock che arrivano alla CPU, più veloce sarà l'esecuzione di un programma. Oggigiorno le migliori CPU possono funzionare a frequenze di clock di circa 3 GHz, cioè 3 miliardi di impulsi al secondo!

Il segnale di clock viene generato da un componente apposito che si trova sulla scheda madre.

Facciamo un piccolo esempio di operazione elementare della CPU. L'unità di controllo della CPU legge in uno dei registri l'indirizzo dell'istruzione da eseguire e la memorizza in un altro registro. Supponiamo che tale istruzione sia (scritta in forma più chiara e non in binario!)

ADD 7A3, 8A7, B92

L'unità di controllo della CPU capisce che deve fare una somma tra due numeri che sono memorizzati negli indirizzi 7A3 e 8A7 della RAM. L'ultimo indirizzo, B92, sarà invece l'indirizzo della RAM dove bisogna mettere il risultato.

L'unità di controllo prende allora i due numeri contenuti nelle celle di memoria RAM 7A3 e 8A7 e li memorizza in due registri liberi della CPU, facciamo finta siano il registro 3 e 4. Poi ordina alla ALU della CPU di eseguire la somma dei due numeri contenuti nei registri 3 e 4, e che il risultato sia memorizzato in un registro libero, per esempio il 5.

Appena l'ALU avrà finito di fare ciò che gli è stato chiesto, l'unità di controllo della CPU terminerà il suo lavoro copiando il contenuto del registro 5, quello contenente il risultato della somma, nell'indirizzo di memoria RAM B92. Fatto questo, l'istruzione è stata completata e si potrà passare all'istruzione successiva.

La maniera in cui viene effettivamente costruita la CPU affinché possa eseguire le varie istruzioni viene detta *microarchitettura*. Una certa microarchitettura è caratterizzata da un determinato *insieme di istruzioni* (*instruction set*) che la CPU può eseguire. Tra le caratteristiche di una microarchitettura c'è anche la dimensione naturale di dati che viene normalmente usata per varie attività. Questa dimensione si chiama *word* (parola) e nelle CPU attuali è solitamente di 32 bit o 64 bit.

Facciamo degli esempi per capire l'importanza della word. Ogni istruzione che riceve la CPU è composta da una o più word. La quantità di dati contenuta nei registri corrisponde a una word. La quantità di dati trasferiti dalla memoria centrale alla CPU è di una word per ogni trasferimento. Il numero di bit usati per rappresentare i numeri, interi o con la virgola, è di una word o di un multiplo di essa. Ma la cosa più importante è dire che gli indirizzi della memoria centrale sono numerati con un numero di bit pari a una word. Se la word è quindi di 32 bit, al massimo la CPU potrà “vedere” 2^{32} caselle di memoria (ricordate che una casella di memoria corrisponde a un byte). Pertanto un sistema a 32 bit potrà montare al massimo 2^{32} byte di memoria, cioè circa 4 GB. Questo è uno dei principali motivi per cui negli ultimi anni si sta passando a CPU a 64 bit. Una CPU a 64 bit può infatti indirizzare fino a 2^{64} caselle di memoria, quindi per un massimo di ben 16 miliardi di GB!!!

La memoria centrale

La memoria centrale è un altro componente fondamentale del computer. Secondo l'architettura di Von Neumann, la memoria centrale gioca un doppio ruolo. Contiene sia i dati che servono alla CPU, sia il programma che si sta eseguendo. In altri tipi di architetture particolari esiste invece una memoria per contenere il programma e una memoria per contenere i dati.

In generale le memorie sono composte da tante minuscole cellette, ognuna delle quali può trovarsi in due stati, carico e scarico. Avete già capito che questi due stati verranno usati per rappresentare le cifre 0 e 1.

Attualmente la memoria centrale di ogni computer è una memoria di tipo RAM.

La RAM

La tipica memoria centrale usata nei computer è una RAM (dall'inglese Random Access Memory, memoria ad accesso casuale). Il termine random (casuale) è dovuto al fatto che accedere a un'area o a un'altra di questa memoria non comporta differenze di velocità. La RAM può essere sia letta che scritta. Quando si spegne il computer o in generale si stacca la corrente, tutto il contenuto della RAM viene perso. Una memoria che si comporta in questo modo viene detta *volatile*.

Le RAM si dividono a sua volta in *statiche* e *dinamiche*. Praticamente tutte le RAM usate nei computer comuni sono dinamiche. Questo tipo di RAM è meno costoso delle RAM statiche ma le cellette di cui è composta la RAM dinamica tendono a scaricarsi con il tempo. Pertanto, per evitare che il computer perda le informazioni durante il suo funzionamento e quindi si blocchi, la memoria RAM dinamica deve essere “rinfrescata” a intervalli di tempo regolari (circa ogni 64 ms, cioè con una frequenza di 15 Hz).

Per accedere ai dati contenuti nella RAM, la CPU assegna a ogni celletta un indirizzo, proprio come i numeri civici delle strade che vengono usati per identificare le varie case. In realtà le cellette non sono numerate una per una ma sono numerate a gruppi di 8: un indirizzo ogni 8 cellette, cioè ogni 8 bit (1 byte).

La quantità di dati che può contenere la RAM si misura in byte e nei computer moderni questa quantità varia solitamente da 1 fino a nGB.

La scheda madre e i BUS

La CPU, la memoria e tutte le periferiche di input/output sono connesse tra loro attraverso la *scheda madre*. Le connessioni fisica tra la scheda madre e gli altri componenti avviene in vari modi: tramite degli zoccoli, detti *socket* (CPU), tramite delle apposite fessure, dette *slot*, (memoria, schede varie), tramite dei cavi (hard disk, drive ottico, ecc.) o tramite delle porte esterne (tastiera, mouse, chiavette USB, ecc.) La scheda madre contiene i BUS, cioè i canali di comunicazione tra le varie parti del computer e ne regola le comunicazioni. Ricordiamo che i BUS sono uno degli elementi fondamentali dell'architettura di von Neumann. La scheda madre contiene anche uno o più generatori di clock, la ROM contenente il BIOS e un orologio sempre in funzione, alimentato da una batteria interna. Fino alla fine degli anni '80 il BUS del computer era solamente uno e tutti i componenti funzionavano alla stessa frequenza di clock. Con il tempo le CPU e le memorie diventavano sempre più veloci, cioè potevano funzionare a frequenze di clock sempre maggiori, al contrario degli altri componenti del computer. Per questo motivo si cominciò a suddividere il computer in diverse "zone", che funzionavano a frequenze di clock diverse. In un computer attuale noteremo tre zone: la zona della memoria e della scheda video che hanno delle velocità di trasferimento di dati molto elevate e funzionano con una frequenza di clock simile a quella del generatore del clock; la zona della CPU e dei suoi componenti interni che funzionano a velocità molto più elevate e con una frequenza di clock aumentata di circa 10 volte; infine la zona che gestisce l'input/output che funziona più lentamente delle altre due. Il colore grigio rappresenta i vari BUS, il colore verde la CPU e la memoria e il colore blu le periferiche di input e di output. Si può vedere che nei computer odierni si usano molti BUS diversi.

Il passaggio di dati nella scheda madre da un componente all'altro è comandato dalla CPU ma è messo in pratica da un particolare circuito integrato, chiamato *chip-set*, che possiamo immaginare come un ufficio postale velocissimo. Come si vede dalla figura è solitamente diviso in due zone, MCH e ICH. Quando, per esempio, la CPU vuole mandare dei dati alla RAM, li invia prima al chipset che poi li gira alla RAM facendoli passare per il BUS giusto.

Il parametro fondamentale che distingue un BUS da un altro è la velocità di trasferimento dati. Più è alta meglio è. Questa grandezza si misura in byte al secondo, abbreviato B/s. Le velocità in gioco possono essere molto diverse a seconda del BUS. Nella tabella [2.2](#) una semplice lista dei BUS più usati. Una importante caratteristica di un BUS è l'essere o meno Plug&Play. Il Plug&Play (dall'inglese *collega e usa*) è un termine usato per descrivere la capacità di un BUS di facilitare il riconoscimento e il corretto indirizzamento di una periferica, senza dover agire manualmente. In pratica significa che basta collegare la periferica al computer e questa sarà configurata automaticamente e pronta all'uso senza l'intervento dell'utente. PCI Express, PCI, USB sono tutti BUS Plug&Play.

Tra le porte esterne del computer ricordiamo la porta USB usata per connettere una moltitudine di periferiche e l'uscita video (VGA o DVI) che serve a collegare il monitor. Esistono molte altre porte, alcune quasi non più usate come la porta seriale o altre meno usate come la porta firewire o e-sata.

Tra gli slot interni avremo sicuramente il socket per alloggiare la CPU, varie slot per alloggiare la RAM, vari connettori per collegare i cavi dei dati degli hard-disk e dei drive ottici e poi una serie di slot PCIe per connettere schede adibite a compiti specifici. Tra queste schede figura la scheda video e la scheda audio ma esistono migliaia di tipi di schede diverse. Basti pensare alle schede che servono al computer per poter controllare dei macchinari esterni. Per esempio una scheda che controlli il macchinario che fa le radiografie in un ospedale, la scheda che controlla il macchinario per il test delle centraline delle autovetture di un meccanico, la scheda che controlla un qualsiasi macchinario industriale e così via. Per completezza va detto che le schede di espansione di un computer, come per esempio la scheda audio e la scheda video, sono degli adattatori (adapter). La loro funzione è quella di tradurre i dati da una forma a un'altra. Per esempio un "adattatore grafico" non è nient'altro che un modo per passare dai dati che rappresentano delle immagini ai segnali elettrici necessari a un monitor per rappresentare quelle immagini. In realtà le schede video, audio e anche altre non sono solo dei traduttori di segnali da una forma a un'altra. Molti di queste schede sono dotate di un co-processore che viene sfruttato dalla CPU per demandare dei calcoli specifici. Per esempio tutti sanno che le schede grafiche sono dotate di una o più GPU (Graphic Processing Unit), cioè dei processori studiati appositamente per fare calcoli di grafica.

Il firmware, le ROM e il BIOS

Con il termine *firmware* si indica un programma che inizializza e prepara un certo dispositivo elettronico per le condizioni di normale funzionamento e lo gestisce secondo gli input esterni. Questo programma fa parte del componente elettronico stesso. Oggigiorno praticamente tutti i dispositivi elettronici sono dotati di un firmware. La lavatrice, la TV, un lettore MP3, una radiosveglia, sono tutti esempi di apparecchi dotati di firmware. I firmware sono contenuti all'interno di memorie *non-volatili*, cioè che mantengono i dati memorizzati anche in assenza di alimentazione, e solitamente sono avviati non appena il dispositivo in cui si trovano viene alimentato. Le memorie che contengono il firmware sono chiamate ROM, cioè memorie di sola lettura (dall'inglese Read Only Memory). Oggigiorno però, sebbene si continui a usare il termine ROM, le memorie usate per contenere il firmware di un dispositivo possono essere riscritte (per esempio per aggiornare il firmware!). Queste ROM riscrivibili sono delle EEPROM o delle memorie FLASH. Le memorie FLASH sono usate anche in molti altri ambiti e infatti ne ripareremo in seguito. Anche i computer hanno bisogno di un firmware. Il firmware dei computer domestici è chiamato BIOS, è contenuto in una ROM sulla scheda madre e viene avviato all'accensione. Si occupa di eseguire tutta una serie di test per verificare il corretto funzionamento dell'hardware, esegue i firmware di tutti i componenti del computer che ne sono provvisti (schede video, ecc...), mostra sullo schermo le informazioni sulla quantità di memoria centrale e su altre caratteristiche del computer, esegue varie configurazioni sulla gestione dell'hardware (che possono essere cambiate anche dall'utente) e infine avvia, se disponibile, il programma che si trova nella prima sezione di un'unità esterna, solitamente l'hard-disk. Questo piccolissimo programma che si trova nella parte iniziale del disco si chiama *bootloader* ed è colui che si occuperà di avviare il sistema operativo (*boot*).

L'involucro (case) e l'alimentazione (Power supply)

L'involucro che contiene i componenti principali di un computer non portatile si chiama *case* (ma a volte si usano anche i termini *cabinet* e *chassis*) e solitamente ha la forma di un parallelepipedo. Quando il parallelepipedo si sviluppa orizzontalmente allora si parla di *case* di tipo *desktop* mentre se si sviluppa verticalmente allora si parla di *case* di tipo *tower*.

Il case contiene la scheda madre e i componenti che sono direttamente connessi ad essa (CPU, memoria centrale, schede varie), contiene anche una o più memorie di massa (hard disk, drive ottici, ecc...) connesse con dei cavi alla scheda madre. All'interno si trova anche l'*alimentatore*, un apparecchio che con degli appositi cavi, fornisce l'energia elettrica a tutti i componenti del computer.

Oltre a quella di involucro, il case svolge anche una funzione di raffreddamento del computer. Tutti i componenti elettronici, quando sono in funzione, consumano energia elettrica che si trasforma in calore (energia termica). Questo calore deve essere eliminato perché, se la temperatura di qualche componente sale troppo, allora si possono avere dei blocchi del computer se non addirittura una vera e propria rottura. Il raffreddamento è tipicamente realizzato tramite delle ventole. In alcuni casi dove il calore sviluppato è poco non si usano ventole ma è sufficiente la quantità di calore trasmessa verso l'esterno dal metallo del case. In altri casi invece dove il calore sviluppato è molto alto, si usa un raffreddamento ad acqua.