

Introduzione

In qualunque attività sono *elaborati* dei *dati* per ottenere specifici obiettivi.

Ad esempio, per superare l'esame d'idoneità in "Informatica Generale" si può stabilire il ritmo di studio in conformità a vari dati: difficoltà della materia, numero di argomenti trattati, pignoleria del docente, numero di pagine dei testi proposti, orari delle lezioni che si seguono, numero e date degli appelli previsti, impegni personali. L'elaborazione di questi dati consente di decidere giorni e orari da dedicare allo studio della materia. Il risultato dell'elaborazione è un dato arricchito (giorni e orari) che è chiamato *informazione*. L'informazione può essere ulteriormente arricchita tramite elaborazioni successive e diventare, dunque, essa stessa un *dato*. Ad esempio, se lo studente decidesse di preparare anche un'altra materia, il piano di lavoro precedentemente stabilito per l'Informatica Generale, che rappresenta l'*informazione* nel precedente esempio, diventa *dato* per adattare l'impegno giornaliero allo studio delle due materie.

Si può definire uno schema generale che rappresenta questo processo, costituito da tre blocchi:



Questo processo spesso coinvolge un numero molto elevato di dati sotto forma di numeri, testi scritti, immagini e suoni, che non possono essere elaborati manualmente.

Per questi motivi l'elaboratore elettronico è oggi uno strumento fondamentale in quasi tutte le attività che processano dati: nella scienza, nella tecnica, nell'industria, nelle attività economiche, sociali, umane e politiche.

L'informatica è la scienza che studia la rappresentazione e l'elaborazione dell'informazione.

Oggetto fondamentale è l'elaboratore, distinguendo l'*hardware* (HW), ossia la parte fisica, dura, che ha una consistenza, dal *software* (SW), la parte soffice, immateriale, ossia i programmi che consentono di utilizzare il calcolatore per risolvere i più svariati problemi.

L'HW è quindi come il cervello, costituito da neuroni e sinapsi che hanno una capacità logica e matematica intrinseca, il SW invece fornisce l'intelligenza e il pensiero, la logica esterna, finalizzata a compiere le elaborazioni.

La storia antica

Nel 1642, Pascal (1623 - 1662) all'età di diciotto anni realizzò una macchina da calcolo che faceva somme e sottrazioni.

Venti anni dopo Leibnitz (Goffredo Guglielmo Leibnitz 1646 - 1716) realizzò una versione più raffinata di quella di Pascal.

Entrambe le macchine calcolatrici sono basate su ruote dentate.

In realtà le macchine di Pascal e di Leibnitz non sono dei veri e propri elaboratori ma delle *macchine a programma prestabilito*, ossia macchine specializzate a riprodurre sempre uno stesso programma. Infatti, il programma in esse è codificato in maniera definitiva e irreversibile nella struttura stessa della macchina (fare solo operazioni numeriche): l'operatore doveva introdurre i dati numerici sui quali lavorare e dopo, muovendo una opportuna leva, provocava l'esecuzione del calcolo, il risultato del calcolo era poi visualizzato su opportune finestrelle; successivamente l'operatore doveva ricopiare su un foglio di carta il risultato per poterlo utilizzare nei calcoli successivi.

Nel 1840 si riunì a Torino il secondo grande congresso dei filosofi italiani (la categoria dei filosofi comprendeva i matematici, i fisici, i chimici, gli astronomi ...).

Gli astronomi erano assillati dal problema dei calcoli matematici.

Usare una macchina di calcolo sarebbe stato più facile e sicuro al fine della correttezza e così invitarono *Charles Babbage* (1792 - 1871), un insigne matematico inglese del quale si iniziavano a diffondere nel mondo scientifico le notizie su una sua macchina da calcolo.

L'idea della ruota dentata viene ripresa da Babbage che introduce una nuova idea basata sull'eliminazione dell'intervento dell'uomo tra una operazione e quella successiva: intervento che limitava di molto la velocità di esecuzione del "calcolatore".

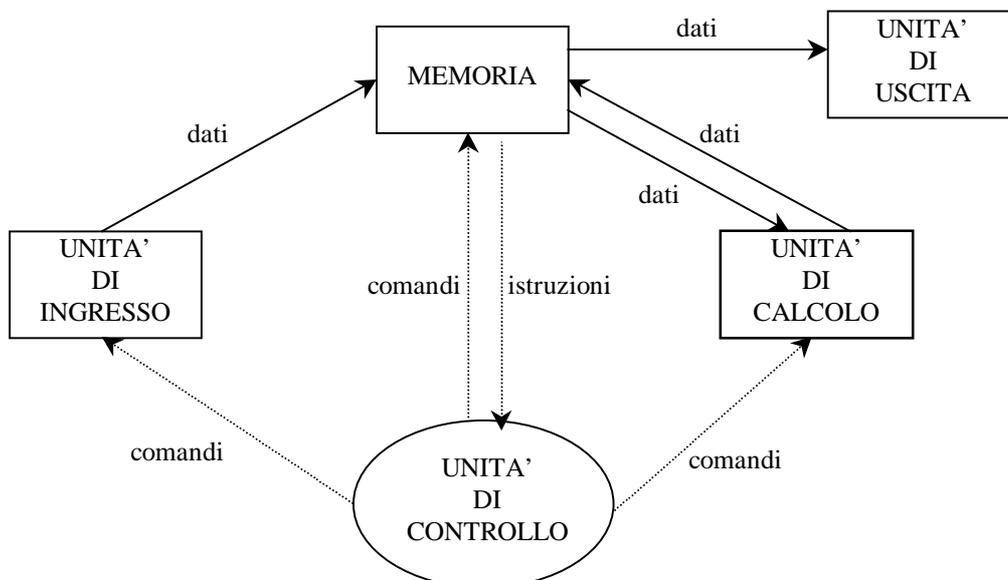
Per la prima volta, con Babbage, nella macchina stessa non si introducono solo i dati numerici sui quali lavorare ma anche la descrizione analitica del programma, istruzione dopo istruzione. È il **programma** il concetto nuovo introdotto da Babbage. Egli fu il primo ad avere pensato ad una *macchina a programma registrato*, dove la macchina fornisce l'ambiente entro cui eseguire programmi differenti per differenti tipi di problemi, basta scrivere e memorizzare un diverso programma.

Per questa prima introduzione del concetto di software, di programma, il congresso di Torino può essere considerato il primo congresso della storia dell'informatica e la macchina di Babbage può essere considerata il primo calcolatore della storia.

Ottaviano Fabrizio Mossotti (1791 - 1863), grande astronomo, fisico, matematico che prese parte al congresso di Torino, avendo compreso a fondo il concetto di programma propose di introdurre la possibilità di effettuare anche operazioni logiche oltre che le operazioni aritmetiche.

Nel linguaggio informatico si parla spesso di *architettura*, non intendendo la struttura fisica di un edificio, ma l'organizzazione minuta del calcolatore, l'indicazione dei suoi blocchi componenti, dei legami esistenti fra questi blocchi, della funzionalità di base dei singoli blocchi e della funzionalità del complesso come frutto delle interazioni fra tali blocchi.

È significativo osservare che l'architettura della macchina di Babbage è anche l'architettura della grande maggioranza dei calcolatori di oggi, anche se tale macchina è di natura meccanica e non elettrica o elettronica come le successive generazioni. Inoltre negli ultimi anni si sono diffusi dei calcolatori ad architettura diversa da quella della macchina di Babbage, ma le idee generali sulla struttura non cambiano eccessivamente.



Architettura della macchina di Babbage

La novità importante della macchina di Babbage consisteva nel fatto che l'*unità di ingresso* era in grado di acquisire non solo i dati numerici ma anche la descrizione analitica delle operazioni da effettuare sui dati numerici.

Babbage risolse il problema dell'introduzione dei dati facendo riferimento come organo di ingresso a *schede perforate*. Ne esistevano di due tipologie diverse, anche se strutturalmente identiche. C'erano delle schede contenenti dati numerici (variabili) chiamate appunto dallo stesso Babbage **schede variabili** ed altre che erano dedicate alla descrizione delle singole istruzioni dette **schede di operazioni**.

Per esempio nelle schede di operazioni ad ogni foro corrispondeva una operazione elementare "ADD", "SOT", "DIV", "MULT". L'operazione da effettuare era indicata dalla mancanza del foro corrispondente: per esempio se in una scheda il buco corrispondente alla divisione era assente, il punzone (una sorta di piccolo cilindro di metallo) che scendeva ortogonalmente alla scheda non trovando il foro, non riusciva a scendere completamente e di conseguenza rimaneva segnalato alla parte restante della meccanica che si doveva operare una divisione.

L'idea della scheda perforata non era un'idea originale di Babbage ma era stata sviluppata da *Jaquard*, per il suo famoso telaio (che ancora oggi si utilizza). La scheda veniva utilizzata per guidare il disegno da realizzare sul tessuto.

La scheda perforata verrà ripresa negli elaboratori elettronici della prima e seconda generazione (molti anni dopo Babbage) pur se molto più complessa. La scheda morì soltanto nel 1975 con l'avvento del *floppy disk* (*disco flessibile*).

La scheda insieme all'equivalente della tastiera ossia di un meccanismo attraverso il quale introdurre i dati numerici e trasmetterli alle singole ruote dentate, rappresentava appunto l'unità di ingresso. Attraverso l'unità di ingresso i *dati* venivano introdotti dentro la *memoria*. A pilotare quel tipo di operazione, che era l'operazione elementare, era l'*unità di controllo* che inviava in giro per la macchina comandi di operazioni elementari (in figura segnali tratteggiati). È l'unità di controllo che ha ordinato il primo trasferimento delle informazioni dall'unità di ingresso alla memoria ed è l'unità di controllo che comanderà le singole operazioni elementari della macchina.

Abbiamo visto che nell'unità di ingresso entrano sia i dati numerici sia le descrizioni del programma. Ebbene, nei calcolatori in uso sino al 1975 avveniva esattamente la medesima cosa: si produceva un pacco di schede delle quali una parte erano schede di operazioni e le altre erano schede relative ai dati. L'unità di controllo leggeva le schede di operazioni, *capiva* le operazioni elementari da fare e le mandava in esecuzione una alla volta.

L'unità di controllo legge dalla memoria le istruzioni e le esegue una alla volta.

Ad esempio, per la somma di due numeri: l'**unità di controllo** ordinava il trasferimento delle informazioni dalla *memoria* all'*unità di calcolo*, blocco indispensabile di un elaboratore che serviva appunto a fare i calcoli; l'unità di calcolo eseguiva l'operazione (il calcolo) sulle due variabili e dopo ordinava il trasferimento del risultato alla memoria, e così via.

Quando alla fine i calcoli sono stati effettuati i risultati vengono trasferiti all'*unità di uscita*.

Riassumendo possiamo affermare che i blocchi sono cinque di cui quattro *operativi* e uno di *controllo*. La funzione di unità di ingresso oggi è svolta dalla *tastiera* e dai *file* sui *dischi*, mentre quella dell'unità di uscita dal *video*, ancora dai *file* e dalla *stampante*. Infine vi sono i due organi centrali: la *memoria centrale* e l'*unità di calcolo*, che oggi sono realizzati mediante sofisticati sistemi elettronici di dimensioni estremamente contenute.

È importante osservare che anche se concettualmente si potrebbe separare la memoria dei dati da quella dei programmi, nella realtà si usa un'unica memoria per immagazzinare dati e programmi.

La ragione è sia concettuale sia pratica. È concettuale perché vi sono tantissimi problemi nei quali i programmi diventano l'equivalente dei dati numerici per altri programmi e poi vi è una ragione di ordine economico: vi sono dei problemi (come tipicamente quelli contabili) nei quali i dati numerici da elaborare sono tanti ed il programma è piccolo e semplice. Per contro nel caso di calcoli scientifici, i dati numerici sono pochi ed il programma è molto complesso e di conseguenza è molto lungo. Con lo stesso tipo di soluzione si raggiungono livelli di flessibilità più elevati trattando allo stesso modo dati e programmi.

Il calcolatore di Babbage trattava numeri di tipo decimale, basandosi su ruote dentate. Tipicamente ogni ruota aveva dieci denti, e quindi aveva dieci posizioni possibili corrispondenti a dieci scatti di 36 gradi ciascuno. Ciascuna di queste 10 diverse posizioni stava ad indicare una cifra decimale e così era possibile rappresentare e memorizzare una cifra decimale compresa fra 0 e 9.

I calcolatori di oggi invece trattano informazioni di tipo *binario*, usano cioè un codice fatto soltanto da 2 entità: 0 ed 1. È una differenza di *implementazione* (ossia di realizzazione) e non concettuale. Babbage non riuscì mai a completare la realizzazione delle sue macchine di calcolo: l'ultima progetto avrebbe previsto una macchina grande quanto un campo di calcio, azionata da un enorme motore, ma non fu mai realizzato.

Il calcolatore meccanico usava un tipo di tecnologia assolutamente inadatta per realizzare le pur giuste rivoluzionarie idee di Babbage.

Bisognava aspettare un altro secolo intero quando per merito dei coniuge Zuse nasce il primo calcolatore elettronico della storia. Il calcolatore elettronico di Zuse era soltanto un prototipo; il primo calcolatore elettronico vero e proprio, l'**Eniac**, nasce qualche anno dopo, ma *Turing* (XX secolo) prima e soprattutto *Von Neumann* (1946) poi avevano ormai realizzato e implementato definitivamente l'idea moderna dei calcolatori.