

L'evoluzione delle macchine da calcolo: dall'abaco ai giorni nostri



Realizzato da Alessandro Rea[®]

INDICE

Capitolo 1

Dall'abaco alla valvola.....4

Capitolo 2

I calcolatori elettromeccanici.....7

Capitolo 3

La prima generazione.....9

Capitolo 4

Il sistema binario.....10

Capitolo 5

La memorizzazione e la elaborazione dei dati.....12

Capitolo 6

I transistor: la seconda generazione.....14

Capitolo 7

I linguaggi per parlare alle macchine.....16

Capitolo 8

La terza generazione: i circuiti integrati.....18

Capitolo 9

L'evoluzione degli anni 70'.....20

Capitolo 10

I microprocessori ed il personal computer.....22

"L'uomo è lento, impreciso ma creativo,
l'elaboratore è soltanto veloce e preciso:
l'insieme uomo - elaboratore
costituisce un binomio di potenza inestimabile"
(Leo Cherne)

Capitolo 1

Dall'abaco alla valvola

La storia delle macchine da calcolo ha origini molto antiche, il primo vero strumento realizzato per eseguire calcoli risale al 2000 A. C., era l'abaco, utilizzato nell' antica Cina, poi anche dai Greci e dai Romani.

La posizione di alcune palline riferite ad una barra orizzontale determinava la rappresentazione numerica.

Di epoca più recente è il "virgulae numeratrices" di Napier, strumento ideato per la costruzione delle tavole dei logaritmi.

Le prime vere macchine compaiono nel XVII° secolo:"macchine" nel senso che non si limitano a fornire un semplice supporto fisico agli operandi, ma sono insiemi di organi meccanici che consentono l'automatizzazione delle perazioni.

Nel 1642 Blaise Pascal, matematico e filosofo francese, riuscì ad eseguire dei calcoli in modo assolutamente meccanico.

Nasce così la prima macchina addizionatrice la Pascaliana. Una serie di ruote dentate che rappresentano le unità, le decine, le centinaia ecc., portano sulla circonferenza le cifre da 0 a 9 e sono collegate tra loro mediante ingranaggi.

La rotazione completa di una ruota fa avanzare di una unità la ruota alla sua sinistra: per la prima volta una macchina esegue addizioni e sottrazioni sulla base del riporto automatico, utilizzato anche nelle calcolatrici attuali.

Nel 1671, allo scopo di automatizzare i calcoli trigonometrici, il tedesco Gottfried Wilhelm Leibniz progettò una macchina calcolatrice a pignoni. che eseguiva meccanicamente le quattro operazioni, ma si dimostrò assai imprecisa per la impossibilità di realizzare ingranaggi della precisione necessaria.

Leibniz fu anche il creatore del sistema binario, basato su due soli simboli 0 e 1, e capì che poteva essere possibile applicarlo alle macchine da calcolo.

L'astronomo intuì che: "se si vuole costruire una macchina ancora più perfetta, bisognerebbe eliminare la necessità dell'intervento umano per far girare le ruote, o per fare avanzare la macchina moltiplicatrice di operazione in operazione; bisognerebbe, invece, organizzare le cose fin dall'inizio in modo che la macchina stessa possa fare anche tutto il resto".

Questa esigenza è però ancora prematura rispetto alle necessità di calcolo di quell'epoca, sarà infatti la rivoluzione industriale del XIX° secolo a dare nuovo impulso alla esigenza posta da Leibniz.

All'inizio del '700 ci provò Poleni ma anche la sua "macchina aritmetica" commetteva errori. La prima macchina da calcolo prodotta in serie fu l'aritmometro di De Colmar di cui furono venduti circa 1500 esemplari.

Nel 1804 il francese Joseph Jacquard diffuse su scala industriale un sistema per automatizzare il controllo dei telai di tessitura. Il telaio era guidato in modo automatico nei suoi movimenti da una serie di fori praticati su una serie di schede di cartone. Nasce così la scheda perforata che serve a trasmettere ad una macchina le istruzioni necessarie al suo funzionamento.

Nel 1822 Charles Babbage, un matematico inglese realizza una macchina differenziale che è in grado di effettuare una serie di operazioni matematiche elementari. Secondo il progetto di Babbage la macchina doveva venire mossa da un motore a vapore. Il matematico inglese mise a punto qualche anno dopo quello che è riconosciuto come l'antenato per eccellenza del moderno calcolatore elettronico, "l'analytical engine" o macchina analitica che mette insieme, per la prima volta, l'idea delle schede perforate con quella del riporto automatico. L'aspetto rivoluzionario della macchina analitica è quello che riusciva ad utilizzare i risultati finali di un calcolo come dati iniziali del successivo.

Lo schema generale di questa macchina è identico a quello che verrà adottato, un secolo più tardi, nei moderni elaboratori elettronici.

Nel 1880 in America iniziò il censimento della popolazione, ma dopo quasi un decennio non si era ancora concluso. Per questa ragione il governo molto preoccupato indisse una gara per potere effettuare i calcoli in modo meccanico.

Vincitrice della gara risultò la macchina tabulatrice di Herman Hollerith di Baltimora che si definì il primo ingegnere statistico della storia.

La macchina di Hollerith fu la progenitrice dei moderni calcolatori elettronici.

I risultati del censimento del 1890 si ottennero in un terzo del tempo di dieci anni prima, con una popolazione aumentata del 25%.

E' iniziata l'era delle schede perforate e con la macchina di Hollerith si diffondono le prime meccanizzazioni su scala industriale in Austria, Norvegia, Russia e Germania.

Per aumentare il numero di informazioni registrate su ogni scheda, Hollerith sceglie le dimensioni di un dollaro, che rimarrà il formato standard delle schede.

La capacità delle di contenere informazioni viene quasi raddoppiata, aumentando le colonne da 45 a 80.

All'inizio del 1900 queste macchine vengono modificate, perfezionate, rese più veloci impiegando come elemento base il relè.

Nella sua forma più semplice, il relè è costituito da una bobina di materiale conduttore e da una barretta metallica. Se la bobina viene attraversata da corrente si crea un campo magnetico che attrae la barretta provocando così il movimento degli organi meccanici ad essa collegati. Il tempo necessario ad un relè per attrarre la levetta è dell'ordine del centesimo di secondo. L'apertura e la chiusura dei relè avviene grazie ad un congegno in grado di avvertire le perforazioni sulle schede.

Le schede da leggere escono da un dispositivo e vengono trascinate sotto agli spazzolini di lettura che, a loro volta, vengono premuti contro il rullo di trascinamento.

Una eventuale perforazione sulla scheda mette in contatto lo spazzolino relativo con il tamburo, l'impulso elettrico che ne deriva fa scattare il relè collegato mettendo così in movimento l'organo connesso. Le nuove "macchine meccanografiche" sono in grado di riprodurre i dati introdotti di classificarli, moltiplicarli e dividerli.

I dati vengono inoltre accettati ed emessi dalle macchine non solo sotto forma di numeri, ma anche di lettere, permettendo così una più facile comprensione dei risultati e delle informazioni trattate.

Sulla scia del successo ottenuto, nel 1924 nasce una grande società dalla fusione della Hollerith's Tabulating Machine Company, con altre piccole aziende, che segnerà la storia dei calcolatori elettronici, la IBM, International Business Machines Co.

Capitolo 2

I calcolatori elettromeccanici

Negli anni 30 vengono effettuate parecchie installazioni di macchine tabulatrici a schede presso tutte le principali società. Nasce una vera rivoluzione scientifica e culturale. Inizia la diffusione delle macchine a schede perforate, mentre continuano gli sforzi degli scienziati per costruire dei dispositivi che siano in grado di affrontare calcoli a velocità sempre maggiore.

Il momento propizio perché la tecnologia degli elaboratori si sviluppasse in modo veloce fu nell'immediato dopoguerra.

All'origine del grande cambiamento, un piccolo congegno creato per la radio, la valvola, capace di accelerare in modo incredibile i processi di calcolo all'interno di una macchina.

Sotto la spinta bellica l'ingegnere tedesco Zuse realizzò nel 1938 il primo calcolatore meccanico della storia lo Z1, cui seguirono nel 1939 lo Z2, che fu il primo calcolatore elettromeccanico, impiegava 2600 relè, e poi lo Z3, sempre elettromeccanico che operò per scopi bellici fino al crollo della Germania nazista. Lo Z3 eseguiva le quattro operazioni e le radici quadrate. Nel 1944, dopo sette anni di studio, viene realizzato da Howard H. Aiken, nell'Università di Harvard, il primo calcolatore elettromeccanico statunitense, il Mark 1, più veloce dello Z3, eseguiva, oltre alle quattro operazioni, anche i calcoli logaritmici, esponenziali e trigonometrici.

Il calcolatore è guidato nel suo funzionamento da una serie di istruzioni rappresentate da fori su un nastro carta o su schede perforate oppure da interruttori azionati manualmente. Leggendo queste istruzioni e i dati introdotti mediante schede perforate, la macchina procede autonomamente senza alcun intervento dell'uomo e fornisce i risultati perforandoli su schede o su stampa per mezzo di macchine da scrivere elettriche.

Chiamato familiarmente "Bessie", il Mark 1 è costituito da 78 calcolatrici collegate da 800 chilometri di fili

elettrici e contiene oltre 3.000 relè. I relè mettono in movimento organi meccanici, come accumulatori e contatori a ruote, pesa 5 tonnellate ed è capace di sommare due numeri di 23 cifre in 3 decimi di secondo o di moltiplicarli in circa 6 secondi, costava 400.000 dollari.

Nel 1946 entra in funzione, nell'Università di Pennsylvania, l'ENIAC (Electronic Numerical Integrator And Computer), il primo calcolatore digitale completamente a valvole che dà inizio all'era elettronica.

Il suo progettista, J. Presper Eckert, eliminò tutte le parti meccaniche in movimento per rappresentare i numeri, sostituendole con tubi a vuoto che vengono attivati mediante impulsi elettrici e che indicano le varie cifre mediante il proprio stato di acceso o spento.

Poiché gli impulsi elettronici si muovono migliaia di volte più velocemente di un dispositivo elettromeccanico, l'ENIAC è in grado di effettuare oltre 300 moltiplicazioni in un secondo.

Il primo calcolatore elettronico della storia impiega 18.000 valvole, pesa 13 tonnellate ed occupa una superficie di 180 metri quadrati. Tutte le operazioni interne erano tempificate mediante impulsi elettronici generati al ritmo di 100.000 al secondo.

Con l'aumento della velocità di calcolo si fece sentire l'esigenza di velocizzare il lavoro di programmazione.

Prima di poter lavorare su un certo programma, l'ENIAC doveva essere preparato da un squadra di tecnici che per diversi giorni lavorava a collegare manualmente i circuiti elettrici necessari per quel programma.

L'ENIAC restò in funzione fino al 1955 ed è attualmente esposto allo Smithsonian Institute di Washington.

Da un progetto dello scienziato di origine ungherese John von Neumann, entrano in funzione, nel 1949 a Cambridge, in Inghilterra, l'EDSAC (Electronic Delay Storage Automatic Calculator) e, nel 1950, presso l'Istituto di Studi Avanzati dell'Università di Princeton, negli Stati Uniti, l'EDVAC (Electronic Discrete Variable Automatic Computer), quello che è stato universalmente riconosciuto come il vero prototipo nei moderni elaboratori elettronici.

Le nuove macchine, sono basate sul concetto di "programma memorizzato", cioè vengono registrati al proprio interno, nella "Memoria", non solo i dati su cui lavorare, ma anche le istruzioni per il suo funzionamento.

In questo modo il calcolatore, durante il corso di una elaborazione, sulla base della analisi dei risultati intermedi, può saltare direttamente da una istruzione all'altra, eseguendo di conseguenza operazioni diverse, potendo così, secondo le varie necessità, risolvere problemi di tipo diverso.

Il calcolatore diventa così "elaboratore", capace cioè di eseguire non solo operazioni aritmetiche ad alta velocità, ma di prendere decisioni logiche, previste da un programma creato dall'uomo, elaborando quindi qualsiasi tipo di informazione.

La combinazione di queste due caratteristiche permette di alterare la normale sequenza delle istruzioni in base all'esito di un confronto: permette cioè di trasferire, all'interno della macchina, quelle funzioni di controllo che prima richiedevano un intervento esterno, facendo compiere quel salto di diversi ordini di grandezza alla "velocità di esecuzione" del calcolo ed alla sua "garanzia di correttezza", che erano state auspiccate da Leibniz e delineate da Babbage.

Capitolo 3

La prima generazione

Gli studi teorici sugli elaboratori elettronici escono dai laboratori universitari inglesi e americani dove hanno dato vita a tutta una serie di prototipi isolati identificati dalle sigle EDSAC (Electronic Delay Storage Automatic Calculator), MADM (Manchester Automatic Digital Machine), UNIVAC (UNIVersal Automativ Computer), SEAC (Standard Estern Automatic Computer), ecc., e cominciando ad interessare anche le industrie.

Dalla fase puramente sperimentale si passa alla produzione di queste macchine in più esemplari destinati alla vendita commerciale, inizia così la loro diffusione.

All'inizio degli anni '50 l'IBM diede vita ad una serie di macchine come il sistema 701, nel 1952, il 650 nel 1953 ed il 704 nel 1954 che era in grado di registrare un milione di cifre binarie e di eseguire in un secondo 42.000 addizioni.

Qualcosa viene prodotto anche in Germania, nel 1955 il 2002 della Siemens, e in Francia, il Gamma ET della Bull dal 1956.

Gli elaboratori della prima generazione si basano su tre funzioni fondamentali che la macchina deve svolgere e che ancora oggi sono per definizione la base di un processo di elaborazione di dati: l'immissione delle informazioni, la loro elaborazione, e l'emissione del risultato della elaborazione.

I dati da utilizzare e le istruzioni necessarie ad eseguire automaticamente le varie operazioni, espressi sotto forma di perforazioni su schede, vengono letti dall'unità di immissione e trasferiti nella memoria interna.

Da qui i dati passano nell'ALU, unità aritmetico logica, dove vengono eseguite le elaborazioni e i calcoli indicati dalle istruzioni impartite.

I risultati vengono poi inviati all'unità di emissione, che provvede a perforarli su scheda oppure a stamparli su un foglio di carta.

Mentre nelle macchine meccanografiche tutte le fasi si svolgono separatamente, con continui interventi manuali e controlli intermedi, nell'elaboratore tutte le operazioni e tutti i controlli sono effettuati automaticamente, all'immissione dei dati fino alla emissione dei risultati.

Il funzionamento dell'elaboratore è infatti guidato da un'apposita unità di controllo che comprende il significato delle istruzioni impartite, presiede alla loro esecuzione, ne controlla l'esattezza e regola il movimento dei dati attraverso le varie parti della macchina.

Capitolo 4

Il sistema binario

Per rappresentare una informazione (un numero, una lettera, ecc.) sono sufficienti due soli simboli. L'alfabeto Morse, per esempio, creato nella seconda metà del 1800 per la trasmissione telegrafica delle informazioni, è basato sui due simboli 'punto' e 'linea' che opportunamente combinati rappresentano tutte le lettere e le cifre.

Questa possibilità viene sfruttata anche nell'elaboratore, che è una macchina costituita da un insieme di componenti elementari che si possono trovare solamente in due condizioni diverse: in un circuito passa o non passa corrente, un tubo elettronico è acceso o spento, un anello di materiale ferromagnetico è magnetizzato in un verso o nel verso opposto.

Per far sì che l'elaboratore registri le informazioni, si indicano convenzionalmente con 1 e con 0 le due possibili condizioni dei suoi componenti e si rappresentano numeri, lettere e caratteri particolari mediante la combinazione di una serie di 1 e di 0.

Questo codice viene detto "binario" e i due simboli 1 e 0 sono anche chiamati "BIT" (dall'inglese BInary digiT, cifra binaria).

Il sistema di numerazione adottato normalmente dall'uomo è il sistema decimale, che utilizza dieci simboli.

Il posto che le cifre occupano rappresentano le unità, le decine, le centinaia ecc., cioè le potenze crescenti di dieci.

Il sistema numerico binario adottato negli elaboratori, impiega invece solamente due simboli (1 e 0) e il posto che essi occupano rappresenta le potenze crescenti di due.

Quando ci si sposta a sinistra di una colonna, il valore di ogni cifra non aumenta di dieci volte, come avviene nel sistema decimale, ma di due volte.

Sia il sistema di numerazione decimale che binario, vengono detti posizionali, ed in un numero, il valore di ciascuna cifra dipende dalla posizione assunta nell'ambito del numero secondo la formula $V = C \times B^E P$.

Il valore (V) è dato dalla cifra (C) per la base (B) elevata alla posizione (P) occupata dalla cifra nell'ambito del numero, partendo dalla posizione 0 e scorrendo il numero da destra verso sinistra. Ad esempio il binario 1001 è il decimale 9.

Oltre ai numeri, anche le lettere, i segni di interpunzione e qualsiasi altro simbolo di significato speciale, possono essere rappresentati con le due cifre 1 e 0 mediante l'impiego di codici basati sul sistema binario fondamentale.

Poiché uno e zero per la macchina significano presenza o assenza di un impulso elettrico, è possibile comunicare e far "ricordare" all'elaboratore sotto forma di segnali elettrici tutte le informazioni e le istruzioni necessarie per svolgere le operazioni richieste.

Per l'elaboratore i vantaggi maggiori dall'adozione del sistema numerico binario, rispetto al sistema decimale, stanno nella necessità di dover distinguere un segnale elettrico solamente fra due possibili, anziché tra dieci, e nella possibilità di impiegare le regole dell'aritmetica binaria che è molto più semplice di quella decimale. Per eseguire le varie operazioni aritmetiche e logiche l'elaboratore si basa su poche e semplicissime regole note come "algebra di Boole", dal nome del matematico inglese che le formulò verso la metà del 1800 per i sistemi binari.

I circuiti di calcolo della macchina combinano vari impulsi elettrici ricevuti in modo da rispettare le regole binarie della somma, della moltiplicazione, ecc.

Le moltiplicazioni vengono effettuate dall'elaboratore come una serie di somme successive, le sottrazioni e le divisioni vengono trasformate in somme mediante particolari accorgimenti: usando il sistema binario, la macchina, quindi, non esegue mai nulla di più complicato di $1 + 1$.

Potendo fare le sottrazioni, l'elaboratore è in grado anche di svolgere la funzione logica della decisione, che non è niente altro che un confronto tra due grandezze, cioè in ultima analisi una sottrazione.

In base al risultato di questa sottrazione, che può essere un numero positivo, un numero negativo, oppure zero, l'elaboratore può essere predisposto ad eseguire operazioni alternative.

Capitolo 5

La memorizzazione e la elaborazione dei dati

Nei primi elaboratori elettronici la memoria era costituita da tubi a raggi catodici, oppure da tamburi magnetici che ruotano ad alta velocità. Una serie di testine magnetiche "scrive" i dati e le istruzioni sulla superficie cilindrica del tamburo in forma di punti magnetizzati e li "legge" poi in pochi millesimi di secondi.

Verso il 1955, negli elaboratori più evoluti la memoria a tamburo viene sostituita da milioni di nuclei di ferrite che consentono di registrare in poco spazio un numero molto maggiore di dati e di leggerli mille volte più velocemente. I nuclei sono microscopici anellini di materiale magnetico, del diametro di pochi decimi di millimetro, attraversati da due fili elettrici fra loro perpendicolari: al passaggio degli impulsi provenienti dall'unità di immissione dei dati, ogni nucleo si può magnetizzare in due sensi opposti e può così registrare convenzionalmente l'1 o lo 0.

Un terzo filo elettrico è in grado di prelevare l'informazione registrata riconoscendo lo stato del nucleo e inviando un impulso corrispondente in pochi millesimi di secondo.

L'esecuzione delle operazioni aritmetiche e logiche viene svolta all'interno dell'unità centrale mediante circuiti a tubi elettronici, il cui impiego costituisce la caratteristica tecnologica che contraddistingue gli elaboratori della "prima generazione".

Il tubo a vuoto, noto poi anche come "valvola", è nella forma più semplice un'ampolla di vetro in cui è stato praticato il vuoto e che contiene i due capi di un circuito elettrico.

A seconda della tensione applicata, il tubo consente o meno il passaggio degli impulsi elettrici, indicando così convenzionalmente i simboli 1 e 0.

Questa funzione, analoga a quella di un semaforo che regola il passaggio delle automobili secondo che sia intervenuto o no un segnale di "via libera", era svolta nei calcolatori elettromeccanici dai relè: il tempo di scambio di un tubo a vuoto è però solamente di qualche milionesimo di secondo, contro i centesimi di secondo richiesti dall'apertura o chiusura di un relè.

La memoria che immagazzina al suo interno i dati e le istruzioni, non è in grado di comprendere il significato degli ordini che contiene.

La loro interpretazione è affidata all'unità di controllo che sonda il contenuto dei nuclei di ferrite e utilizza i vari stati "1" e "0" per ricavarne opportuni impulsi di corrente, che a loro volta provocheranno a velocità elettronica gli effetti voluti.

Ogni istruzione introdotta nella memoria si compone di due parti: la prima serie di impulsi indica qual è l'operazione da compiere; la seconda parte indica invece la posizione della memoria in cui si trova il dato che è necessario all'operazione, cioè il suo "indirizzo".

I risultati dell'elaborazione vengono materialmente forniti dall'elaboratore attraverso le unità per l'emissione dei dati.

Il più semplice di questi dispositivi è il perforatore di schede, che provvede a convertire i risultati dalla forma binaria in quella comprensibile all'uomo: una serie di punzoni mossi da opportuni impulsi inviati dall'unità centrale di elaborazione, trasforma i risultati in perforazioni su schede.

Verso la metà degli anni 50 le possibilità applicative degli elaboratori vengono notevolmente ampliate dall'impiego di memorie ausiliarie esterne.

Nastri, dischi e tamburi magnetici registrano grandi quantità di informazioni da conservare permanentemente o da utilizzare rapidamente durante le fasi di elaborazione.

Mentre per leggere un'informazione registrata su nastro è necessario svolgerlo dall'inizio fino al punto che interessa, i dischi magnetici sono invece unità di memoria ad accesso diretto che consentono di raggiungere istantaneamente qualsiasi dato registrato.

Presentata per la prima volta nel 1956 sul Sistema IBM 305 Ramac, RANDOM ACCESS MEMORY ACCOUNTING COMPUTER, la memoria a dischi è simile al juke-box.

Una pila di dischi metallici ruotanti immagazzina le informazioni sulle proprie superfici lungo piste concentriche e in forma di punti magnetizzati.

La disponibilità dei dischi magnetici, capaci di individuare e aggiornare, in frazioni di secondo, informazioni sparse tra la gran massa di dati archiviati, fornisce grande impulso alle applicazioni degli elaboratori.

Capitolo 6

I transistor: la seconda generazione

Alla apparizione dei primi elaboratori elettronici, gli stessi esperti valutarono inizialmente che solamente quattro o cinque grandi industrie degli Stati Uniti avrebbero potuto essere realmente interessate al loro impiego.

Nel 1951, invece, nasce il primo elaboratore elettronico costruito in serie e si assiste ad una notevole proliferazione di queste macchine, via via favorita dall'introduzione di nuove tecniche, di nuove unità e di nuovi metodi di programmazione. Nel 1953 il numero di elaboratori impiegati in tutto il mondo è salito a circa 100 unità.

Nel 1958 i soli Stati Uniti dispongono complessivamente di circa 2500 esemplari.

In Italia il primo elaboratore elettronico viene installato nel 1954 al Politecnico di Milano e solamente nel 1957 si ha il primo utilizzo di questa macchina in una azienda.

Nel 1958 sono installati in Italia una decina di elaboratori, che si affiancano a circa 700 impiegati meccanografici.

Alla fine della Prima Generazione, alla fine degli anni 50, gli elaboratori elettronici hanno conquistato la fiducia dei propri utilizzatori. Considerati all'inizio più come strumenti di calcolo adatti alle ricerche universitarie che macchine utili alle esigenze operative di enti ed aziende per la loro capacità di elaborare informazioni in senso lato, gli elaboratori superano via via le limitazioni dovute a tecniche costruttive e di programmazione poco raffinate.

Il loro impiego non rappresenta più una "avventura" per le aziende e gli enti che li installano, ma risponde ormai a una necessità per risolvere i vari problemi operativi.

Verso la fine degli anni 50 i tubi a vuoto vengono completamente sostituiti dai Transistor. Nasce così quella che è riconosciuta come la "seconda generazione" di elaboratori elettronici.

Con l'impiego dei transistor e con il perfezionamento delle macchine e dei programmi, l'elaboratore diventa più veloce e più economico e si diffonde in decine di migliaia di esemplari in tutto il mondo.

Sotto la spinta della mutata situazione economica generale, della crescita continua delle imprese, dell'introduzione di nuove tecniche di organizzazione e di direzione aziendale, si passa da un utilizzo prevalentemente contabile e statistico ad applicazioni più complesse che investono tutti i settori di attività.

Realizzato nel 1948 dagli americani J. Bardeen, W. M. Brattain e W. Shockley, che meritano per questa scoperta il premio Nobel, il transistor è un dispositivo elettronico costituito da un cristallo di silicio o di germanio in cui vengono opportunamente introdotti atomi di materiale diverso.

Per certi valori della tensione elettrica cui è sottoposto, esso ha la capacità di trasmettere o meno la corrente, e quindi di rappresentare l'1 o lo 0 che sono riconosciuti dalla macchina.

Rispetto alle valvole, i transistor presentano numerosi vantaggi: hanno un costo di fabbricazione nettamente minore ed una velocità dieci volte maggiore, potendo passare dallo stato 1 allo stato 0 in pochi milionesimi di secondo.

Le dimensioni di un transistor sono di alcuni millimetri rispetto ai parecchi centimetri di un tubo a vuoto.

Anche la sicurezza di funzionamento viene aumentata perchè i transistor, operando "a freddo", evitano le rotture per riscaldamento che erano abbastanza frequenti nelle valvole.

Vengono così costruire macchine con decine di migliaia di circuiti complessi contenuti in uno spazio ridotto.

Fra i sistemi della seconda generazione ricordiamo l'IBM 1401, che fu installato dal '60 al '64 in più di centomila esemplari, monopolizzando circa un terzo del mercato mondiale.

In questo periodo c'è anche l'unico tentativo italiano: l'ELEA della Olivetti prodotto in 110 esemplari.

Il notevole sviluppo degli elaboratori e delle loro applicazioni in questo periodo non è dovuto solamente alle caratteristiche della CPU (Central Processing Unit), ma anche ai continui perfezionamenti apportati alle memorie ausiliarie ed alle unità per l'immissione e la emissione dei dati.

Le memorie a dischi, mediante l'impiego di una serie di testine a pettine, sono capaci di registrare decine di milioni di lettere o cifre.

Più unità possono essere collegate contemporaneamente all'elaboratore, portando così la capacità totale di memorizzazione a diverse centinaia di milioni di caratteri.

Accanto ai dischi stabilmente collegati con l'unità centrale si introducono delle unità in cui le pile di dischi sono mobili e possono essere facilmente sostituite con un'altra pila in pochi secondi.

Anche se la capacità dei dischi mobili è minore rispetto a quella dei dischi fissi, la loro intercambiabilità assicura una capacità praticamente illimitata di dati pronti alla elaborazione.

Gli elaboratori della 2^a generazione, mediante uno speciale dispositivo per lo smistamento dei dati al loro interno, sono in grado di sovrapporre diverse operazioni, cioè contemporaneamente di leggere e perforare schede, eseguire calcoli e prendere decisioni logiche, scrivere e leggere le informazioni su nastri magnetici.

Per potere assicurare lo scambio continuo di informazioni tra il centro e la periferia, nascono le unità terminali con il compito di trasmettere i dati all'elaboratore centrale che si trova anche a centinaia di chilometri di distanza grazie ad un collegamento mediante linea telefonica.

Capitolo 7

I linguaggi per parlare alle macchine

Come tutte le macchine, l'elaboratore è capace di eseguire soltanto quello che gli è stato detto di fare e soltanto nel modo che gli è stato indicato.

Il "programma" è appunto una serie di istruzioni che la macchina deve eseguire passo passo per svolgere automaticamente il proprio lavoro e che vengono registrate nella sua memoria prima dell'inizio del lavoro stesso. Istruire un elaboratore, cioè programmarlo, vuol dire identificare tramite uno schema estremamente elementare e dettagliato, il diagramma a blocchi, tutte le operazioni matematiche e logiche che la macchina deve eseguire in un certo ordine, prevedendo anche le eventuali alternative che si possono presentare nella risoluzione del problema. Questo schema viene poi convertito nelle effettive istruzioni elementari che devono essere eseguite dalla macchina.

Preparare un programma è quindi un lavoro lungo e gravoso, ma poi l'elaboratore non ha più bisogno dell'intervento umano e può procedere automaticamente con la velocità consentita dai suoi circuiti elettronici, eseguendo lo stesso programma anche migliaia di volte in un giorno e sempre con assoluta precisione.

L'unico linguaggio che l'elaboratore è in grado di comprendere direttamente è fatto di numeri. Ogni programma è quindi costituito da una serie lunghissima di cifre binarie che la macchina comprende, perché sa ad esempio che 0110 significa "esegui la moltiplicazione" o che 1011 significa "metti il risultato nella memoria".

Questo "linguaggio macchina" non ha per l'uomo alcun significato immediato ed è molto difficile da ricordare e da impiegare senza commettere errori.

Nel 1957, dopo anni di studi, un gruppo di esperti della IBM mette a punto un linguaggio simbolico noto come FORTRAN o "traduttore di formule".

Sono nati allora i "linguaggi simbolici, che sostituiscono i numeri con delle lettere che ne esprimono il significato.

Naturalmente, bisogna introdurre una volta per tutte nella macchina una particolare serie di istruzioni che consentano all'elaboratore di tradurre automaticamente le varie sigle incontrate, nel linguaggio fatto di 1 e 0 ad esso comprensibile.

Questo linguaggio molto più vicino al normale linguaggio parlato dall'uomo, è particolarmente adatto a esprimere istruzioni che risolvono problemi matematici, tecnici e scientifici. Con il FORTRAN l'uomo si esprime mediante parole a lui comprensibili come "moltiplica", "calcola" ecc. che l'elaboratore provvede poi a trasformare automaticamente in linguaggio macchina.

All'inizio degli anni 60 erano già stati sviluppati diversi linguaggi di programmazione di tipo "simbolico", che facilitavano l'impiego delle macchine anche da parte di persone non specializzate, diminuivano le possibilità di errori ed il tempo necessario per predisporre l'elaboratore al lavoro.

Oltre al FORTRAN (FORmula TRANslation), linguaggio universale degli elaboratori per problemi scientifici e tecnici, che è stato definito come il primo linguaggio P.O. (problem oriented), notevole successo incontra anche il COBOL, (Common Business Oriented Language), che impiega le parole normalmente in uso nel linguaggio degli affari ed è studiato per applicazioni di tipo commerciale e amministrativo. Il COBOL ha raggiunto notevole successo data la sua adattabilità ad operazioni poco complesse su grandi quantità di dati.

Anche se non ha avuto la stessa diffusione l'ALGOL, (ALGORithmic Language), ha influenzato notevolmente l'evoluzione del Fortran e di altri linguaggi come il Pascal sviluppato intorno al 1968 da Niklaus Wirth e Kathleen Jensen.

Parallelamente ai linguaggi si evolvono le tecniche di programmazione che consentono di mettere a punto programmi che svolgono compiti di tipo ripetitivo o che affidano alla macchina stessa la tempificazione e l'organizzazione di alcuni lavori.

Per semplificare il lavoro di programmazione, alcune case costruttrici creano e mettono in commercio programmi applicativi preconfezionati, creati per risolvere problemi comuni ad un certo tipo di aziende, e che gli utilizzatori devono personalizzare completandoli con pochi dati relativi alla loro specifica applicazione.

Capitolo 8

La terza generazione: i circuiti integrati

Macchine più veloci, più affidabili, di dimensioni ridotte e meno costose, grazie al circuito integrato, che è frutto di una avanzata sperimentazione nel campo dell'elettronica, della chimica e della fisica, caratterizzano la terza generazione di calcolatori, intorno alla metà degli anni '60.

Le prime macchine ad essere prodotte sulla base di questa tecnologia furono quelle della serie 360 della IBM, che riuscì ad installarne oltre trentamila esemplari in tutto il mondo.

La Honeywell installò più di mille esemplari del G 115, e la Univac 2500 esemplari della serie 9000.

L'ordine di grandezza del tempo necessario alla esecuzione di una operazione è il miliardesimo di secondo, una velocità circa mille volte maggiore di quella consentita alle macchine della precedente generazione.

Per avere l'idea di questo straordinario incremento di velocità, basti pensare che un miliardesimo di secondo sta ad un secondo come un secondo sta a 30 anni.

Questo passo in avanti impone degli accorgimenti per potere adattare a questa velocità tutti i componenti del calcolatore.

Tra la memoria a nuclei magnetici, e l'unità centrale, che è circa mille volte più veloce, viene creata una "memoria di transito" costituita da circuiti molto veloci per permettere il passaggio dei dati.

Il circuito integrato, con la miniaturizzazione dei circuiti elettronici, ha permesso, di conseguenza, la diminuzione dei costi di produzione.

Una barretta di silicio viene tagliata in sezioni sottilissime, e su ciascuna di queste, con metodi di fotolitografia vengono create delle piastre della misura di pochi millimetri.

Su ciascuna di queste piastrine trovano posto, collegati tra di loro, migliaia di transistor e di altri componenti elettronici come resistenze e diodi.

L'alta densità dei componenti elettronici, su ciascuna piastrina, consente di ottenere una elevata velocità di elaborazione, un volume assai ridotto ed una minima dispersione di potenza.

Un altro aspetto notevole delle macchine di questa generazione riguarda lo sviluppo di programmi compatibili tra le diverse famiglie di calcolatori. Gli elaboratori vengono progettati per potere essere potenziati nel tempo, aumentando la capacità della macchina grazie a dei moduli che permettono di adeguare la macchina a qualsiasi tipo di applicazione ed a qualsiasi volume di informazioni da elaborare.

Con la 3^a generazione vengono superati alcuni limiti legati alla generazione precedente, in cui gli elaboratori erano generalmente costruiti "su misura", progettati con una specifica dimensione, per potere essere impiegati ad uso esclusivo scientifico o commerciale.

Al fine di gestire il coordinamento delle varie componenti di un calcolatore, vengono creati dei programmi che hanno lo scopo di aumentare l'efficienza della macchina, senza avere nessun compito specifico.

Nasce il "sistema operativo", che controlla il funzionamento della macchina senza l'intervento dell'operatore eliminando di conseguenza i tempi di attesa. Oltre al sistema operativo vengono creati nuovi linguaggi di programmazione come l'APL, (A Programming Language), che viene impiegato per interrogare l'elaboratore, il PL/1, (Programming Language 1), un linguaggio versatile che risolve problemi sia scientifici che commerciali, ed il BASIC, (Beginners All-purpose Symbolic Instruction Code), che facilita molto l'approccio alla programmazione per utenti inesperti. Questi nuovi linguaggi vengono sviluppati tenendo conto dei nuovi concetti di "multi programmazione" e di "time-sharing", che consentono in pratica di elaborare più programmi contemporaneamente, permettendo così l'uso simultaneo del calcolatore a più utenti.

Sotto il controllo del sistema operativo la macchina salta da un utente ad un altro in modo così rapido, rispetto alla velocità dei terminali, che nessuno si rende conto di utilizzare l'elaboratore assieme ad altri.

E' anche grazie al sistema operativo che, utilizzando al meglio il calcolatore, permette a programmi diversi, introdotti nella memoria centrale, di funzionare contemporaneamente utilizzando ciascuno i tempi morti durante l'esecuzione degli altri programmi.

Capitolo 9

L'evoluzione degli anni 70'

Negli istituti scientifici, nelle aziende e nelle pubbliche amministrazioni, gli elaboratori sono visti ormai come strumenti di lavoro di uso comune.

Grazie a nuove tecnologie nascono circuiti sempre più microscopici e veloci, e vengono perfezionate le unità periferiche attraverso le quali avviene il dialogo con la macchina. Vengono utilizzati lettori da 1000 schede al minuto, stampanti da 2500 righe al minuto e vengono aumentate le capacità dei dischi magnetici consentendo di immagazzinare parecchi miliardi di caratteri ed aumentando la velocità di elaborazione in maniera notevole.

Un elaboratore a valvole della 1^a generazione poteva eseguire circa 2200 moltiplicazioni al secondo; con i transistor, una macchina della seconda generazione raggiungeva le 38000 moltiplicazioni al secondo, nel 1970 un elaboratore a circuiti integrati era in grado di eseguire due milioni di moltiplicazioni in un secondo.

La tecnologia dei circuiti integrati viene estesa anche alle unità di controllo ed alla memoria principale.

Le informazioni non sono più memorizzate sugli anelli di ferrite ma nei circuiti elettronici sotto forma di presenza o assenza di corrente elettrica.

In questo modo si riduce lo spazio necessario alla memoria centrale, si aumenta la velocità di lettura e scrittura della memoria e si aumenta l'affidabilità globale della macchina.

Viene anche superato il limite legato alla esecuzione di programmi di ampiezza superiore a quella globale della memoria principale.

Viene creata una tecnica nota come "memoria virtuale" grazie alla quale possono essere eseguiti programmi di dimensioni anche notevoli.

I vari programmi da eseguire sono memorizzati sui dischi e sono suddivisi in "pagine", in questo modo viene trasferita nella memoria principale solo la "pagina" necessaria all'esecuzione del programma in quel momento.

Con questa tecnica la macchina lavora come se disponesse di una memoria principale molto più ampia di quella reale.

La prima macchina a lavorare con questa tecnologia fu il Sistema 370 della IBM dotato di una memoria centrale da oltre tre milioni di caratteri. Anche i terminali subiscono una grande evoluzione. Dai terminali più semplici, capaci solo di trasmettere e ricevere dati, si passa gradualmente a quelli cosiddetti "intelligenti" che sono anche in grado di funzionare autonomamente svolgendo operazioni aritmetiche e logiche.

Con questi terminali si può controllare l'immissione dei dati, eseguire le elaborazioni più semplici, registrare e stampare i risultati, trasmettendoli immediatamente o in tempi successivi all'elaboratore centrale senza alcun intervento dell'operatore.

Le informazioni introdotte mediante la tastiera vengono registrate su un piccolo disco magnetico, delle dimensioni di un 45 giri, che sostituisce le schede perforate: un solo disco è capace registrare i dati di 3000 schede.

Capitolo 10

I microprocessori ed il personal computer

Il microprocessore è nato in un modo del tutto casuale. Infatti il primo "CHIP" fu ottenuto partendo da una richiesta del Governo degli Stati Uniti ad una industria privata, la quale, nel tentativo di esaudirla, realizzò un dispositivo che non aveva soddisfatto la richiesta ma che apriva la strada a nuove conoscenze. L'impegno maggiore nella ricerca e progettazione dei processori è venuto sicuramente dalla Bell Telephone, una società di Boston da sempre all'avanguardia nella ricerca e sperimentazione di nuove tecnologie elettroniche.

Alcuni scienziati, provenienti dalla Bell Telephone, intorno al 1965 fondarono, in California, la Fairchild che divenne poco tempo dopo la leggendaria Silicon Valley.

Non passarono molti anni che, sempre da parte di alcuni dei primi allontanatisi dalla Bell Telephone, nel 1968 nacque la Integrated Electronics, più nota come INTEL, ad opera di Robert Noyce e Gordon Moore.

Furono i tagli ai finanziamenti della NASA del 1970, che fecero diminuire di molto gli acquisti per componenti elettronici ed apparecchiature, ad obbligare le industrie elettroniche a diversificare la produzione rivolgendosi al grande mercato pubblico con la produzione delle calcolatrici tascabili.

Fu così che in quel periodo la INTEL, per la costruzione di un microcalcolatore integrato per una calcolatrice da tavolo, realizzò un prototipo di microprocessore a 4 bit il 4004.

Questo processore si rivelò ben presto poco potente ed inadeguato per calcoli di uso generalizzato e fu quindi sostituito da un tipo più evoluto, l'8008 ad 8 bit, che ancora, però, non riusciva a raggiungere velocità abbastanza elevate.

Sulla scia del successo ottenuto con l'8008, a distanza di un anno, la Intel realizzò ed immise sul mercato l'8080.

Contemporaneamente anche altre aziende produttrici di circuiti integrati si diedero alla ricerca nel campo dei microprocessori, come la Motorola che realizzò il 6800.

Sulla spinta della evoluzione la Intel continuò a realizzare chip a otto bit: dall'8085 e l'8048 fino ai più recenti 8088 e 8086, a 16 bit.

La misura della potenza di un processore è data dal "clock" e dalla larghezza del suo "bus dati". Il clock misura il numero di operazioni che il processore riesce a fare nell'unità di tempo. I primi 8088/8086 vennero realizzati a 4,77 Mhz, fino ad arrivare successivamente a frequenze di 8 o 10 Mhz. Il "bus dati" è una sorta di canale elettronico che tanto è più largo, tanti più sono i dati che possono essere trasferiti in una sola volta.

Tutti i microprocessori sono dotati di un bus interno e un bus esterno. Il bus dati interno serve per lo spostamento dei dati tra i componenti interni, i registri del microprocessore, il bus dati esterno viene invece impiegato per le comunicazioni tra il microprocessore e le altre parti del computer.

Nel 1976, due giovani, ai quali non erano sfuggite le nuove potenzialità che il mercato cominciava a offrire nel campo dei microprocessori e della elaborazione elettronica, decisero di progettare insieme un computer.

Furono Steve P. Jobs e Stephan G. Wozniak, che per auto finanziarsi vendettero la loro Volkswagen, a progettare e realizzare il prototipo del primo Personal Computer.

Lo chiamarono Apple I, e con il ricavato della vendita dei primi cinquanta pezzi fondarono la Apple Computer Company. L'Apple I, venduto in scatole di montaggio, ottenne subito un successo strepitoso e superò immediatamente le limitate capacità produttive di Jobs e Wozniak.

Con l'ingresso nella società di Mike Markkula, che aveva acquisito esperienze in due grandi compagnie produttrici di semiconduttori la Fairchild e la Intel, vennero potenziati gli investimenti e venne studiato un nuovo prodotto.

Nel 1977 nacque l'Apple II, forse il primo vero personal computer.

Alla fine di quell'anno la Apple Computers aveva fatturato 774 mila dollari e appena cinque anni dopo, nel 1982, la società, che contava un organico di 3500 persone, spendeva 38 milioni di dollari per la ricerca a fronte di un fatturato di più di 583 milioni di dollari. Molti hanno paragonato l'arrivo del PC alla seconda rivoluzione industriale.

Fino a quando Jobs e Wozniak non avevano pensato di utilizzare un micro chip per costruire un vero piccolo computer, gli elaboratori erano enormi e solo enti governativi o grossissime aziende potevano acquistarli.

La vera rivoluzione fu quella di realizzare un elaboratore che potesse servire in maniera completa ad un singolo utente.

L'Apple II, il primo personal computer, aveva una tastiera, simile a quella di una macchina da scrivere, e comunicava con l'esterno attraverso un qualsiasi televisore sul quale era in grado di rappresentare appena quaranta caratteri

su sedici righe. La grande novità dell'Apple II non era rappresentata tanto dall'hardware ma da una componente del suo software, un linguaggio, il BASIC, che ne permetteva la programmazione in modo infinitamente più agevole che non con i codici esadecimali e ottali dei primi computer.

L'Apple II disponeva anche di una memoria di massa costituita da un drive per floppy disk da 5.25 pollici.

Agli inizi degli anni 80, al già affollato mercato di case costruttrici di personal computer, si aggiunse il colosso IBM, che giunto ultimo pensò di trasformare la cosa a proprio vantaggio.

Studiò una macchina basata su un microprocessore più potente, l'Intel 8088 con il bus interno a 16 bit, mise la macchina sul mercato e pose gli schemi tecnici a disposizione di chiunque.

I produttori di accessori per computers realizzarono così ogni sorta di schede aggiuntive. Nacque quella che molti definirono la seconda generazione dei personal: i "businnes o professional computer" che costavano più o meno

come i primi ma erano molto più potenti. Contemporaneamente altri costruttori avevano scelto di realizzare macchine,

a parità di potenza con i primi personal, ma che costassero molto meno. Il titanico scontro tra Sinclair, con lo Spectrum, e Commodore, con C64, primi "home computer", è durato qualche anno ed è stato all'origine di una grande corsa al ribasso dei prezzi.

L'abbattimento dei prezzi permise nel 1982, negli Stati Uniti, l'installazione di circa 1500 personal computer fra Apple, Tandy e Ibm. Nel 1984 la Ibm superò la Apple conquistando il 24% del mercato. Il PC Ibm divenne lo standard e con lui anche il suo sistema operativo. Il sistema operativo che Ibm aveva adottato per i suoi primi personal computer era il CP/M, ma, per le eccessive condizioni di licenza d'uso, imposte in seguito dalla Digital Research, scelse poi l'MS-DOS, Disk Operating System progettato, per le macchine a 16 bit, dalla Microsoft.

Il suo fondatore e maggiore azionista, l'allora diciottenne Bill Gates, ancora oggi determina gli standard a livello mondiale sulla produzione del software di base e del software applicativo.

All'inizio degli anni cinquanta l'elaborazione dei dati era praticamente limitata ai problemi contabili ed amministrativi da una parte, e a quelli scientifici dall'altra, attraverso la semplice esecuzione di calcoli o la risoluzione di equazioni matematiche.

Nel 1960 gli elaboratori erano già impiegati in 300 tipi di applicazioni diverse, che diventavano 1600 appena otto anni dopo. A metà degli anni 70 si contavano oltre tremila aree applicative nei settori più svariati.

Oggi non esistono campi in cui l'elaboratore elettronico non sia efficacemente e facilmente utilizzato.

E pensare che...

nel 1943 Thomas J. Watson, Chairmain IBM,
disse : "Ritengo che il mercato mondiale possa
avere bisogno al massimo di cinque computers"

e nel 1977 Ken Olsen, Presidente della DEC,
disse: "Non c'è nessun motivo che una persona
abbia un computer in casa".