

BREVE STORIA DEI CALCOLATORI

A cura del prof: Ing. Fusco Ferdinando

Introduzione

L'obiettivo di questo lavoro è quello di ripercorrere la lunga storia dei calcolatori, dalle radici, caratterizzate da strumenti molto semplici come l'abaco, ai moderni calcolatori elettronici, illustrare le diverse soluzioni tecnologiche impiegate nel cammino che conduce dai primi rudimentali strumenti di calcolo ai computer moderni, descrivere il passaggio dalla tecnologia meccanica a quella elettronica, mettere in luce come sono cambiate le capacità di calcolo del calcolatore durante la sua evoluzione. Le origini dei calcolatori sono molto più antiche di quanto si possa pensare. Sebbene il calcolatore come noi oggi lo conosciamo sia stato inventato solo negli anni della seconda guerra mondiale, l'uso di strumenti utili per il calcolo matematico si riscontra già nelle antiche civiltà con l'introduzione delle prime nozioni di matematica. L'esigenza di poter eseguire rapidamente calcoli complessi era sentita, prima dalla rivoluzione industriale, da due categorie: gli astronomi, che volevano prevedere con precisione i fenomeni celesti (non dimentichiamo come nelle civiltà antiche fosse strettamente connessa con la religione) e i navigatori che necessitavano di precise tabelle per stabilire la posizione della nave; quindi, anche per far fronte ad esigenze commerciali, rivolte ad avere tavole nautiche precise, iniziarono i tentativi di costruire le prime Macchine Calcolatrici. Ma le limitazioni tecnologiche ponevano difficoltà quasi insormontabili e si dovette attendere l'invenzione del transistor per costruire le prime macchine pratiche e durature. Oggi l'uso del computer è stato esteso ai più svariati contesti spezzando il legame storico esistente tra calcolatore e matematica. Gli attuali calcolatori non sono il frutto del lavoro di un singolo inventore e il prodotto di una singola idea geniale, ma sono il risultato di tante idee legate al contributo di molti studiosi e sperimentatori appartenenti a diverse discipline. Attualmente il calcolatore permette di investigare aspetti della matematica che difficilmente potrebbero essere esplorati mediante calcoli manuali. Fare matematica oggi con il calcolatore non significa eseguire solo calcoli numerici, bensì estendersi in campi di applicazione che vanno ben oltre ciò che avevano immaginato i primi inventori delle macchine calcolatrici.

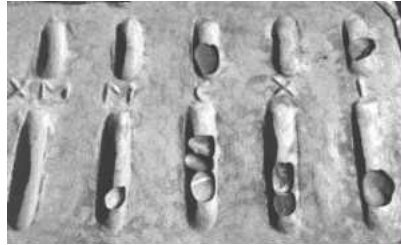
Gli albori del calcolo

Nell'antichità solitamente i calcoli venivano fatti con bastoncini, pietruzze, aste con tacche, cordicelle con nodi. Pochissimo conosciuti sono sempre stati i numeri frazionari: non arrivavano mai oltre $1/2$. I Sumeri, che vivevano in Babilonia, furono i primi a creare un modo di scrivere i numeri in cui il valore della cifra era determinato anche dalla sua posizione. Tuttavia, mentre il nostro sistema di calcolo e misurazione è a base 10, per i Sumeri era a base 60.

L'Abaco

All'inizio fu l'Abaco. Possiamo considerare l'abaco come il progenitore del più moderno pallottoliere. L'idea di base fu quella di espandere oltre il numero 10, mediante l'uso di sassi, la possibilità di conteggio offerta dalle dita. L'abaco non è legato ad un particolare luogo, ma è stato utilizzato ovunque in diverse forme, evolvendo per opera dei vari utilizzatori (agrimensori, astronomi, contabili, ecc.). L'invenzione di questo strumento è attribuita ai Babilonesi, intorno al 3000 a.C., ma in realtà non si sa quale popolo l'abbia inventato. Gli esemplari più antichi sopraggiunti fino a oggi risalgono a più di 2000 anni fa e sono stati ritrovati presso varie popolazioni: Maya, Egiziani, Cinesi, Romani. Le etimologie della parola "abaco" possono essere diverse; infatti deriva dal latino "abacus" che, a sua volta deriva dal greco "abaks-abakion" cioè tavola, tavoletta, ripiano o forse dal semitico "abq", o dal fenicio "abak", che significano "polvere", "sabbia". Nella sua forma primitiva l'abaco era una tavoletta di legno o di argilla ricoperto di sabbia sottile sulla quale elementari simboli numerici vengono scritti con una punta; solo in seguito l'abaco assumerà la forma che conosciamo oggi del pallottoliere. Nella sua forma classica l'abaco consiste in file di palline infilate su fili di metallo; la prima fila rappresenta le unità, la seconda le decine, la terza le centinaia e così via. Questo antico sistema di numerazione sopravvive ancora in alcune aree del mondo. Questo strumento è passato attraverso variazioni continue nelle forme, nei materiali, nella costituzione: fu in metallo, in legno, tascabile, da tavolo, a pallottoliere, ecc. Anche i

Romani inizialmente usarono un abaco per il calcolo che era simile a quello dei Babilonesi, cioè, una tavoletta quadrata cosparsa di sabbia.



Ricostruzione di un abaco romano in argilla

Più tardi verrà poi adottata una lastra di pietra rettangolare con scanalature parallele contenenti delle pietruzze “calcoli” da spostare lunghi i segni dei vari ordini di grandezza che vi erano incisi. Con il passare del tempo le tavolette di legno o di metallo sostituiranno quelle di pietra e le scanalature saranno sostituite con barrette di metallo e le pietruzze di dischetti o palline “abaculi” scorrevoli lungo le bacchette. La tavoletta verrà suddivisa in due sezioni. Nella sezione inferiore, più ampia, i dischetti rappresentano le unità, le decine, il centinaio e il migliaio; in quella superiore i dischetti rappresentano i loro multipli. Nell’alto medioevo l’abaco era molto spesso costituito da una tavola di legno oppure da una tovaglia che veniva disposta sul tavolo, sulla quale erano tracciate opportune righe per le unità, le decine, ecc., su cui venivano disposte le pedine utilizzate per i conteggi. Alla fine del tredicesimo secolo, i sassolini inizialmente utilizzati come simboli vennero sostituiti da gettoni, simili a monete, creati appositamente per questo scopo.



Abaco romano

Abaco romano: a sinistra i pallini in posizione di calcolo; a destra raffigurano il n. 641.792. Le palline superiori valevano cinque unità ciascuna; quelle inferiori una

unità. Ogni fila verticale rappresenta valori numerici crescenti: partendo dall'ultima, unità, decine, centinaia ecc.



Alcuni degli abachi più comuni, tuttora utilizzati in diverse parti del mondo: in basso abaco russo (s'choty), in alto a destra abaco giapponese (soroban), sotto abaco cinese (suan-pan) e, infine, in alto a sinistra pallottoliere occidentale.

87 a.C. - La macchina di Ancitera

Il più antico calcolatore a ingranaggi lo conosciamo col nome di macchina di Ancitera, ed è dell'87 a.C. Ancitera era una piccola isola presso Creta; la macchina fu trovata fra i resti di una nave affondata. Solo nel 1951 si è capito come funzionava. Si trattava di un complesso planetario, mosso da vari ingranaggi a ruote dentate, che serviva per calcolare il sorgere del sole, le fasi lunari, i movimenti dei 5 pianeti allora conosciuti, gli equinozi, i mesi e i giorni della settimana.

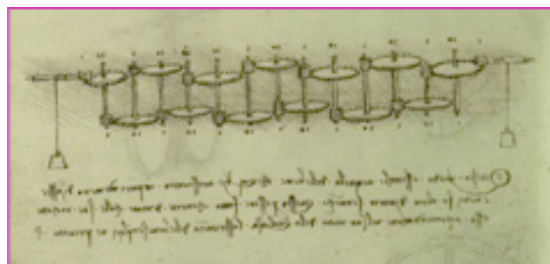


La macchina di Ancitera

La funzione di alcuni quadranti non è stata ancora ben chiarita. Per farlo funzionare bastava girare una piccola manovella. Con pochissime modifiche avrebbe potuto funzionare come un calcolatore matematico. Infatti, la sua logica di funzionamento, sarà la stessa dei calcolatori meccanici che verranno costruiti prima di quelli elettronici.

1500 – Calcolatrice di Leonardo da Vinci

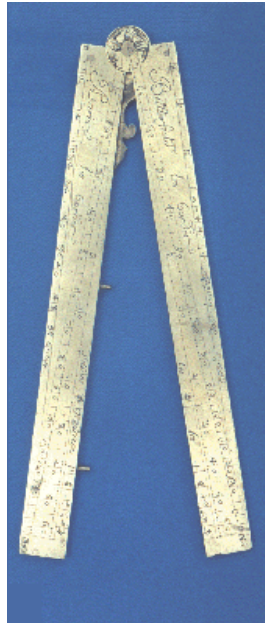
Bisognerà aspettare molti secoli per incontrare un nuovo tipo di calcolatore meccanico. Fu inventato nel 1500 da Leonardo da Vinci (1452-1519) e si tratta della prima macchina ideata per eseguire semplici operazioni matematiche. I disegni raffiguranti il progetto del meccanismo furono scoperti soltanto nel 1967, al Museo Nazionale spagnolo di Madrid e sulla loro base fu ricostruita la calcolatrice leonardesca.



Disegno del meccanismo della calcolatrice leonardesca

1597- Compasso geometrico di Galileo Galilei

Nel 1597, prendendo spunto da strumenti analoghi ma rudimentali, realizzati dal bresciano Niccolò Tartaglia e da Guido Monte, Galileo Galilei (1564-1642) realizzò uno strumento denominato “compasso geometrico et militare”, una sorta di regolo calcolatore, composto da due aste graduate e incernierate, con il quale si possono eseguire radici quadrate e cubiche e molte altre operazioni. Gli impieghi si estendono anche alla topografia, all’agrimensura e alla balistica.



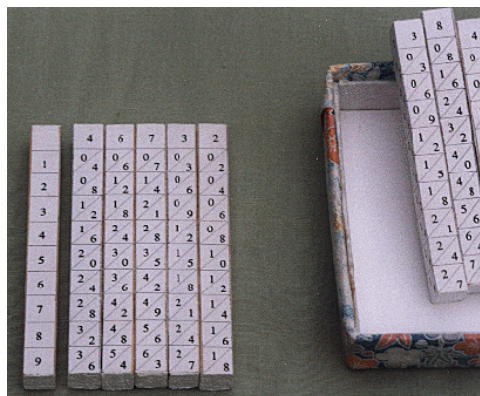
Compasso geometrico di Galilei

Lo scienziato commissionò quindi al suo meccanico di Padova un centinaio di esemplari del “regolo” che avrebbe venduto nel corso degli anni. Le funzioni per eseguire i calcoli furono accuratamente descritte in un manuale applicativo dato alle stampe. Il libro fu scritto da Galileo in italiano, non in latino, per facilitarne la diffusione fra le persone che non conoscevano la lingua dotta. Del compasso di Galilei si avrà anche un tentativo di plagio: Baldessar Capra tenterà di attribuirsi l’invenzione nel suo trattato “Uso et fabrica cercini”. Capra fu però condannato dalle autorità venete e dovette subire la salace replica di Galileo nella “Difesa contrae calunnie et imposture di Baldessar Capra”.

1617 - Le bacchette di Napier

Le bacchette di Napier conosciute anche come le “ossa di Napier” probabilmente perché la versione più lussuosa era fatta di osso o avorio, costituirono un valido aiuto nel calcolo delle moltiplicazioni e divisioni, nonché nell’estrazione di radici quadrate e cubiche. Le “ossa” si collocano a metà strada tra l’antico abaco e gli strumenti analogici più moderni che fanno la loro comparsa all’inizio del Seicento. Così scrive Nepero stesso: *Eseguire dei calcoli è operazione difficile e lenta e spesso la noia che ne deriva è la causa principale della disaffezione che la maggioranza della gente*

prova nei confronti della matematica. Il principio di funzionamento delle bacchette fu spiegato da John Napier (1550-1617) nel volume “*Rabdologiae seu numerationis per virgulas libri duo*” (*rabdos* significa “bastone” in greco) del 1617. Il successo del libro e delle “ossa” in esso descritte fu immediato: ne uscirono ben presto delle traduzioni in inglese, francese, tedesco ed italiano. Possedere il nuovo strumento di calcolo ben presto diventò un irrinunciabile *cult* per gli intellettuali della seconda metà del Seicento. Il dispositivo era costituito da una serie di aste rettangolari, ognuna delle quali era contrassegnata in cima da un numero compreso tra 0 e 9 e dai suoi multipli distribuiti lungo la lunghezza della bacchetta. Vi era poi un'altra asta, che possiamo chiamare “guida”, numerata da 1 a 9 che, posta di fronte alle altre, indicava il numero di riga su cui si operava.



Bacchette o “ossa” di Nepero

Il funzionamento è molto semplice per le moltiplicazioni tra numeri ad una cifra. Per esempio, per calcolare 4×8 , basta prendere la bacchetta dell'otto e guardare alla riga quattro con l'aiuto della bacchetta guida. Per operazioni del tipo 4×365 , basta prendere le bacchette del tre, del sei e del cinque e disporle l'una vicino all'altra nell'ordine. Ora, nella riga numero quattro, si trovano i prodotti parziali 4×3 , 4×6 , 4×5 che, procedendo da destra a sinistra, devono essere sommati tenendo conto delle unità, decine, Questo sistema, quindi, riduce la moltiplicazione di numeri a più cifre a una serie di operazioni di lettura e semplici addizioni. Le bacchette di Napier, nel tempo, assunsero diverse forme. Gaspard Schott descrisse una serie di aste predisposte per fini speciali come la geometria o l'astronomia, Wilhelm Schickard ne

progettò una versione con cilindri rotabili nel 1623, Samuel Morland una versione con dischi circolari nel 1673, Charles Cotterell con l'aggiunta di un abaco per le somme dei prodotti parziali.

1623 – Orologio calcolatore di W. Schickard

Tra il 1500 e il 1700 si diffuse in tutta Europa un gusto sproporzionato per i congegni automatici, in particolare per gli orologi: ne esistevano di complessi e monumentali ovunque si andasse, indicanti non solo l'ora ma anche le fasi lunari, i segni zodiacali, con figure in movimento e melodie affascinanti. Le ruote dentate erano il segreto di tutti quei congegni, e la tecnologia per la loro costruzione raggiunse in quel periodo un altissimo grado di precisione, malgrado fossero di legno a causa della poca familiarità degli artigiani nel forgiare i metalli. Probabilmente osservando il funzionamento di questi meccanismi il matematico tedesco Wilhelm Schickard (1592-1635) progettò e costruì nel 1623 quello che a tutt'oggi è considerato il primo vero meccanismo calcolatore. La sua idea fu brillante: utilizzando una versione rotante dei bastoncini di Nepero, concepì un calcolatore con trasmissione ad ingranaggio, basato sul movimento di ruote dentate collegate ad un indicatore a 6 cifre (simile ad un contachilometri). Questo macchinario, detto *orologio calcolatore*, era in grado di eseguire somme e sottrazioni, grazie ad un sistema di propagazione del riporto con una rotella ad un solo dente; questo sistema, pur essendo ingegnoso, creava però notevoli problemi con riporti multipli, es. $999.999 + 1$, a causa dello sforzo impresso alle varie rotelle. Schickard era cosciente di ciò, ecco il motivo per cui il suo strumento non andava oltre le 6 cifre; in caso di cifre superiori, aveva previsto un set di anelli da indossare sulle dita dell'operatore per "memorizzare" il riporto oltre le cifre consentite dal calcolatore; un campanello suonava ogni volta un simile superamento (*overflow*) avveniva, per avvertire l'operatore di mettere un altro anello sulle dita. Schickard, dopo la costruzione del primo esemplare, ne commissionò un altro per il suo grande amico *Giovanni Keplero*; purtroppo un incendio lo distrusse nella bottega dell'artigiano a cui era stata commissionata la

costruzione, e del primo esemplare non rimane traccia, se non gli schizzi del progetto che Schickard aveva inviato nel 1624 a Keplero. Poco tempo dopo l'inventore morì di peste bubbonica (era il periodo in cui infuriava la Guerra dei trent'anni). Nel 1956, dopo pazienti ricerche, si è giunti al ritrovamento del progetto integrale dell'orologio calcolatore, nel quale Schickard indicava anche come costruire lo strumento; grazie a questo, è stato possibile ricostruire l'invenzione che si è dimostrata in grado di funzionare nel 1960.

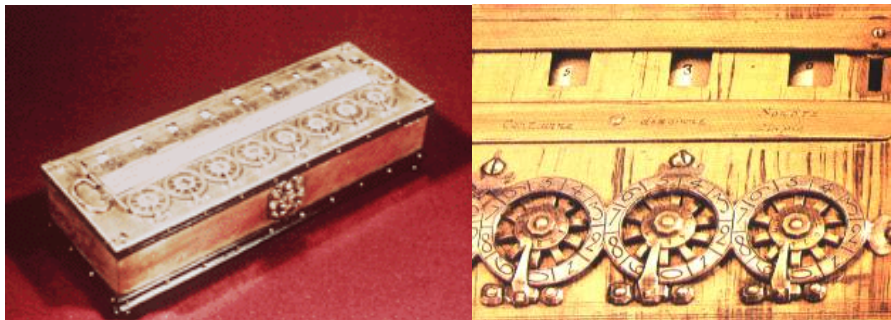


Orologio calcolatore di W. Schickard

1642 – La Pascaline di Blaise Pascal

Si deve a Blaise Pascal, matematico, filosofo e scienziato francese (1623 - 1662), l'invenzione e la costruzione della macchina, presto denominata "Pascaline", che era in grado di eseguire le quattro operazioni attraverso la rotazione di ingranaggi e, cosa innovativa, di tenere conto dei riporti e dei prestiti. Una serie di ruote, che portano sulla circonferenza le cifre da 0 a 9, che corrispondono a ogni singola cifra per le unità, le decine, le centinaia, eccetera, contribuiscono a comporre un numero intero. Queste sono collegate tra loro tramite ingranaggi. La rotazione completa di una ruota fa avanzare automaticamente di una unità la ruota alla sua sinistra. Ruotando le ruote si poteva ottenere il risultato della somma. Le addizioni venivano eseguite mediante la somma delle rotazioni degli ingranaggi e le sottrazioni come complemento al 10 (principio che fu utilizzato anche da molte calcolatrici meccaniche fino a pochi anni fa). La moltiplicazione e la divisione erano rispettivamente addizioni e sottrazioni

ripetute. Lo scopo per cui progettò questa calcolatrice fu quello di aiutare il padre nel calcolo della riscossione delle tasse. Pensò che la macchina potesse essere utile anche ad altri, la fece brevettare e ne costruì anche un certo numero di esemplari (circa 50). Costruita in metallo, con 8 ruote dentate, la macchina funzionava piuttosto male e ne furono venduti pochi esemplari, tanto più che costava cara. Il meccanismo di riporto di Pascal era ingegnoso, ma di dubbia affidabilità. La Pascalina godette comunque di una grande notorietà, dovuta sia al fatto di aver affermato, con la sua esistenza, il concetto di calcolatore automatico nella comunità intellettuale e sia al fatto che un esemplare originale della macchina è rimasto integro fino ai giorni nostri. E, proprio per essere stato l'inventore di una delle prime macchine per calcolare, in suo onore, il professor Niklaus Wirt del Politecnico di Zurigo, denominò appunto Pascal il linguaggio di programmazione da lui progettato all'inizio degli anni Settanta che, da allora, ha conosciuto una rapida diffusione per chiarezza, semplicità e la polivalenza di un impiego in una vasta gamma di settori applicativi: scientifico, economico, amministrativo ecc...



La Pascalina

1650 - Regolo calcolatore di William Oughtred

Il matematico inglese William Oughtred (1575-1660), basandosi sugli studi di Nepero sui logaritmi e sul prototipo dell'astronomo Edmund Gunter, inventa un modello elementare di regolo calcolatore lineare, facendo scorrere uno sull'altro due righelli sui quali sono tracciati i logaritmi, si possono così eseguire i calcoli meccanicamente. Serviva ad eseguire moltiplicazioni e divisioni (ma anche quadrati,

radici e tante altre operazioni) attraverso la somma o la differenza su scale logaritmiche. Successivamente fu perfezionato da Robert Bissaker nel 1654. Solo nel 1850 con il regolo di Mannheim si raggiunge la forma definitiva dei regoli a noi conosciuti. In realtà nel secolo X, in Cina, durante la dinastia Sung si narra che un certo Ma Huai avesse creato un gruppo di righelli di ebano con uno d'avorio, i quali messi in posizioni opportune rendevano molto rapidi alcuni calcoli. Non si sa molto di più e l'oggetto entra nella leggenda. In seguito grazie all'adozione del terzo righello e del "cursore" il regolo si avvia a rappresentare il calcolatore tascabile di intere generazioni di ingegneri, architetti, matematici e fisici fino all'avvento, tre secoli e mezzo dopo, delle calcolatrici elettroniche tascabili. Oltre ai modelli tascabili, il regolo sarà costruito anche in dimensioni maggiori, fino ad un metro di lunghezza, da utilizzare sui tavoli da lavoro e con maggiori approssimazioni di calcolo. L'approssimazione al valore esatto è infatti per il regolo un fattore che dipende dalle dimensioni delle scale graduate e dall'abilità dell'utilizzatore di leggere negli spazi bianchi tra una tacca e l'altra delle scale stesse.



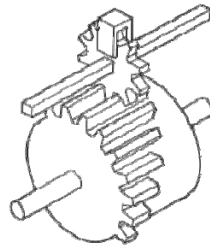
Regolo calcolatore moderno

1674 - Il Calcolatore a scatti di Gottfried Wilhelm von Leibniz

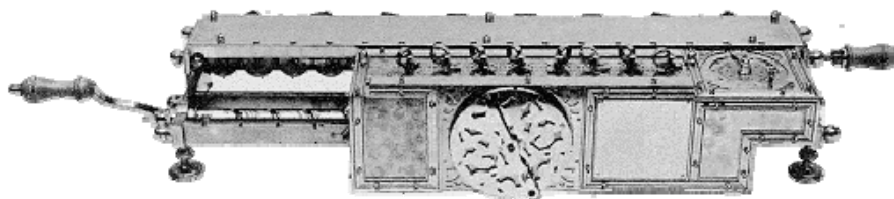
Fu il filosofo e matematico Leibniz (1646-1716) ad introdurre i numeri binari nel mondo occidentale. In realtà quella di Leibniz fu una rivisitazione di un sistema di calcolo introdotto in Cina tremila anni fa condotta nell'ambito di uno studio sugli ideogrammi. Leibniz in tale circostanza studiò questo sistema definendo le

caratteristiche della “aritmetica binaria”. Leibniz dimostrò che con il sistema binario l’esecuzione della moltiplicazione avviene attraverso l’addizione e, nel 1683, concepì una macchina moltiplicatrice basata su questo principio. Dopo Leibniz il calcolo binario fu dimenticato fino al 1936, quando, indipendentemente, i due matematici Alan Turing in Gran Bretagna e Louis Couffignal in Francia, fecero l’elogio del calcolo binario proponendo di usarlo come linguaggio di base nelle calcolatrici meccaniche esistenti a quell’epoca. Nel 1670, ignaro delle invenzioni di B.Pascal e di W. Schickard, Gottfried Wilhelm von Leibniz si immerse nella progettazione di una macchina che non fosse una semplice calcolatrice, ma che potesse eseguire qualsiasi processo di ragionamento. Più tardi, appreso dalla lettura dell’opera “*Pensieri*” dell’esistenza della pascaline, Leibniz concentrò il suo sforzo nella realizzazione di un congegno che potesse eseguire velocemente moltiplicazioni e divisioni, cosa che la macchina di Pascal non era in grado di eseguire. Per raggiungere il suo scopo Leibniz inventò uno speciale tipo di meccanismo, detto *tamburo differenziato* (oggi più semplicemente chiamato *Ruota di Leibniz* o *traspositore*); combinando insieme alcuni di questi tamburi era possibile moltiplicare e dividere sfruttando la ripetizione automatica di somme e sottrazioni: per moltiplicare un numero per cinque era quindi necessario ruotare la manovella per cinque volte. Nel 1672 Leibniz presentò alla Royal Society di Londra (della quale era membro) il suo progetto, denominato *Stepped Reckoner* (calcolatrice a scatti). Si dice che tale prototipo (in legno) avesse molte difficoltà a funzionare, infatti il suo inventore terminò lo sviluppo completo della macchina soltanto nel 1694. La calcolatrice a scatti presentava grossi problemi soprattutto nel riporto, che non poteva essere trasferito a troppe cifre. Leibniz aveva parzialmente risolto il problema avvertendo l’operatore, al termine di ogni giro di manovella, sulla necessità di effettuare un avanzamento alla cifra successiva. Leibniz costruì probabilmente un solo esemplare del suo congegno, soprattutto a causa dell’elevata difficoltà di costruzione: la sua realizzazione fu affidata ad un abilissimo orologiaio parigino, tale M.Olivier, che terminò il suo lavoro nel 1674. L’esemplare, dimenticato nella soffitta di una biblioteca fino al 1879, si è dimostrato in seguito

viziato da alcuni inceppamenti: in effetti, nel 1893, a 177 anni dalla morte di Leibniz, si è scoperto che l'errore era derivante da un difetto nel disegno di un meccanismo di riporto: non si sa se l'inventore fosse cosciente del suo errore progettuale, ma è probabile che un prototipo corretto e revisionato non sia mai stato costruito.



Tamburo differenziato



Calcolatore a scatti di Leibniz

1709 - La Macchina calcolatrice di G. Poleni

L'ingegnere matematico e marchese Giovanni Poleni (1685-1761), docente in varie cattedre scientifiche all'Università di Padova, realizza un prototipo di una macchina calcolatrice in grado di eseguire le quattro operazioni su numeri con un massimo di tre cifre. La descrizione della calcolatrice è riportata nel suo saggio "Miscellanea" del 1709, in cui confluiscono i risultati delle sue ricerche giovanili: in esso troviamo anche uno studio su barometri, termometri e orologi solari. Si suppone che Poleni non conoscesse il funzionamento delle macchine ideate da Pascal e da Leibniz, ma ne avesse solamente sentito parlare nelle sue frequentazioni di circoli di studiosi; questo fece nascere in lui "...il desiderio di indovinare la costruzione di quelle oppure di fabbricarne una nuova che avesse le medesime prestazioni" (Poleni, 1709). Ne risultò una macchina originale e notevole sia per ragioni prettamente tecniche che per le caratteristiche concettuali. Il prototipo costruito è importante non tanto per la qualità del suo funzionamento (peraltro molto dubbio, nelle ricostruzioni realizzate) ma per il

fatto che proponeva per la prima volta degli ingranaggi a numero variabile di denti, che permettevano notevoli miglioramenti nella struttura meccanica del calcolatore. Anche il movimento degli ingranaggi era insolito: anziché azionati da una manovella, questi erano mossi da pesi e contrappesi, come nella tecnica di costruzione degli orologi. Nel secondo capitolo dell'opera si legge che la "macchina aritmetica" ha una grande ruota a tre settori su ciascuno dei quali ci sono nove denti che muovono rotelle totalizzatrici. Per la divisione, la macchina richiede un procedimento complicato e non completamente sicuro. Mentre le calcolatrici di Pascal e Leibenz erano azionate come una manovella, quella di Poleni dispone un contrappeso. Purtroppo niente rimane dell'unico originale costruito: l'elettico matematico lo distrusse in uno scatto d'ira venendo a sapere che un tecnico austriaco, seguendo gli schemi pubblicati su "Miscellanea", aveva costruito un esemplare migliorato. Nel 1959, per i 250 anni dalla pubblicazione del saggio "Miscellanea" una ricostruzione della macchina di Poleni sarà realizzata negli stabilimenti IBM di Milano. La macchina è esposta al Museo della Scienza di Milano.



La Macchina calcolatrice di Poleni

Dal 1709 al 1801 - Samuel Morland, C.L.Gersten, Jacob Leupold, Mathieus Hahn, Charles Mahon di Stanhope.

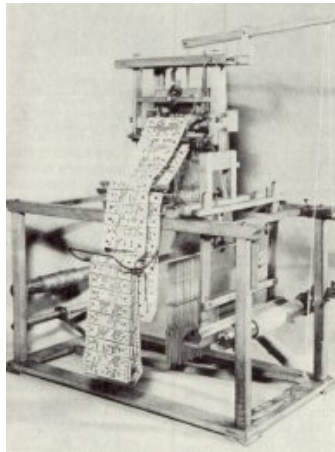
Dopo le importanti scoperte ed invenzioni di Pascal, Schickard, Leibniz e Poleni nel secolo precedente, il 1700 fu stranamente un periodo di stasi nell'evoluzione delle macchine di calcolo. Questo è dovuto a vari fattori, principalmente al fatto che le tavole logaritmiche, i regoli calcolatori e gli altri strumenti di ausilio nel calcolo riuscivano a soddisfare le attività matematiche più comuni; inoltre, l'elevato costo, le difficoltà di costruzione e l'inaffidabilità delle macchine calcolatrici fino ad allora inventate scoraggiavano il loro impiego. Altri inventori si cimentarono comunque nella progettazione di calcolatrici meccaniche più o meno perfezionate, ma nessuna di queste ebbe grande successo: nella maggior parte dei casi si trattava del lavoro di una persona, poche erano quelle funzionanti, e ancora meno quelle che furono prodotte in serie. Fu soprattutto per la scarsa affidabilità dimostrata dai congegni che la Prima Repubblica francese, verso la fine del 1700, concentrò i suoi sforzi nell'elaborazione delle più grandi tavole matematiche mai realizzate: un grandioso progetto formato da 17 volumi, a cui avrebbero collaborato più di cento esperti contabili con una divisione dei compiti che oggi chiameremmo "catena di montaggio": scelta del metodo matematico o delle formule, calcolo dei valori intermedi, elaborazione dei risultati finali. Purtroppo l'opera non fu mai portata a termine. Anche il governo inglese, intorno al 1820, propose di collaborare alla realizzazione del progetto, ma non se ne fece nulla. Comunque, fra i pochi progetti meccanici che sono arrivati fino a noi possiamo ricordare: la macchina calcolatrice dell'inglese *Samuel Morland* (1625-1695), costruita verso la fine del 1600 con specifiche non-decimali e quindi adatta per l'uso della moneta inglese; era basata su un metodo di riporto a rotella, da reinserire come addendo. La calcolatrice di *C.L.Gersten*, datata 1720 e caratterizzata da leve anziché rotelle per l'inserimento dei dati oggetto del calcolo. La calcolatrice circolare di *Jacob Leupold*, proposta nel 1727: conservava il sistema a ruote dell'addizionatore di Pascal, ma impiegava delle rotelle ad ingranaggi retraibili; Le macchine moltiplicatrici del tedesco *Mathieus*

Hahn e dell'inglese conte *Charles Mahon di Stanhope*: entrambe basate sul meccanismo detto “tamburo differenziato” di Leibniz ma costruite con materiali e tecnologie molto più affidabili (siamo intorno al 1770, cento anni dopo il progetto di Leibniz: il metallo è ormai largamente impiegato nella fabbricazione degli ingranaggi).

1801 – Il telaio a schede di Joseph-Marie Jacquard

Spesso il contributo allo sviluppo del calcolatore venne da persone che intendevano risolvere altri problemi. Ad esempio il francese Jacquard ebbe l'idea di usare schede perforate per telai tessili. In questo settore, l'avvento di potenti macchinari aveva trasformato la tessitura da lavoro artigianale ad industriale, con produzione veloce ed economica di tessuti. Solo nel disegno di tessuti non esistevano macchinari adeguati, e sopravviveva un antico e lentissimo metodo artigianale di fabbricazione: qui si concentrò il progetto del francese Joseph Marie Jacquard (1752-1834), che riprese alcuni spunti ingegnosi di Bouchon, Falcon e Vaucanson teorizzanti l'uso di cartoni perforati per automatizzare le operazioni di tessitura. Quindi nel 1804, l'imprenditore francese Joseph Marie Jacquard pensò d'introdurre nei telai di legno della sua azienda di Lione, che produceva stoffe, il nuovo telaio a schede. Sembrava si potesse finalmente dare ordini a una macchina perché eseguisse da sola un lavoro ripetitivo. La reazione degli operai fu immediata: i telai di Jacquard rischiavano di gettare in miseria i 4/5 della popolazione di Lione. Il Consiglio della città gli ordinò di distruggerla. Tuttavia, dieci anni dopo la macchina era diffusa in Inghilterra, Germania, Italia, America e persino in Cina. Nel 1812 operavano in Francia già 11.000 telai a scheda perforata. Nel telaio progettato da Jacquard, gli orditori sono controllati da una serie di aste collegate ad un “lettore” sopra al telaio stesso: sul lettore scorrono delle “schede perforate”, di legno o cartone, che comandano (con la presenza o l'assenza di fori) il movimento verso il basso delle aste. I fili venivano così alzati automaticamente permettendo il passaggio della trama e quindi determinando il disegno prodotto dai fili di tessuto sottostanti. Il lavoro procedeva

molto più in fretta, aumentando la produzione. Per ogni tessuto disegnato doveva quindi essere “perforato” un insieme di schede: il ritratto di Jacquard, tessuto in seta su un telaio dotato del suo dispositivo, aveva richiesto 2400 schede, ognuna con capacità di 1050 fori.



Telaio a schede di Jacquard

Come spesso accade, non si capì subito la potenzialità delle sua invenzione in campo matematico: per la prima volta si introduceva il concetto di *logica binaria* (1=foro presente, 0=foro assente) e di *programmazione in tempo reale* di un macchinario; non a torto è oggi considerata come una delle invenzioni che hanno maggiormente influenzato lo sviluppo dei moderni calcolatori. Per la sua invenzione egli ricevette nel 1808 un premio di 3.000 franchi dalla Société d'Encouragement pour l'Industrie Nationale. La meccanizzazione del processo produttivo tessile, introdotta da Jacquard, illustra in maniera esemplare le reazioni alle conseguenze del progresso tecnico in ambito sociale. Esso, infatti, rese possibile la meccanizzazione del processo produttivo della fabbricazione dei tessuti operati, quei tessuti cioè decorati con disegni risultanti dall'intreccio dei fili d'ordito con quelli della trama. Joseph Marie Jacquard gettò le basi per “Programmare” una macchina che deve compiere ripetitivamente lavori simili, che producono però effetti diversi in base al programma impostato. I tessuti Jacquard sono rimasti famosi per la ricchezza e la struttura complessa delle loro trame.

1816 - Macchina alle differenze e macchina analitica del 1833 di Charles Babbage

Con l'industrializzazione, la necessità di eseguire calcoli di ogni tipo andava aumentando.

Ad esempio, l'Inghilterra, come tutte le altre potenze marittime, era una grande utilizzatrice di tavole numeriche destinate alla navigazione, ma la loro imprecisione, purtroppo ricorrente, causava numerosi naufragi.

Fu in questo contesto che Charles Babbage (1791-1871), professore di matematica all'università di Cambridge, elaborò i progetti di due calcolatrici, le più complesse che si fossero mai viste fino a quel momento: la "macchina a differenza" e la "macchina analitica".

Tuttavia, la prima venne realizzata solo in parte e la seconda rimase allo stato di progetto.

Contrariamente a quanto era avvenuto fino ad allora, Babbage non si proponeva tanto di realizzare delle macchine calcolatrici in grado di eseguire le 4 operazioni, ma dei calcolatori concettualmente simili a quelli moderni: in grado di eseguire sequenze di operazioni in base a un programma.

La sua prima macchina, quella alle differenze, era nata con l'esigenza di calcolare tavole astronomiche dove, per la precisione richiesta, Babbage aveva pensato anche ad un sistema di stampa per evitare errori umani di trascrizione.

Dopo la presentazione di un piccolo modello funzionante della "difference engine", realizzato con l'appoggio della Royal Society e del governo inglese, Babbage iniziò la costruzione di modello più grande (con numeri di 20 cifre e capace di calcolare fino alle seste differenze) concepito per calcoli effettivi, la cui costruzione però venne sospesa.

Lo svedese Pehr Georg Schuetz, aiutato dal figlio Edvard, venuto a conoscenza del progetto di questa macchina, la realizzerà con il sostegno finanziario dell'Accademia reale delle scienze di Svezia. Costruito con spirito più pragmatico, il dispositivo, che

si chiamerà “macchina tabulatrice”, avrà un grande successo. Questo modello verrà molto usato da compagnie di assicurazione per il calcolo delle tavole di vita.

Nel frattempo Babbage aveva concepito “l’analytical engine”, cioè una macchina capace di qualsiasi tipo di calcolo e basata sugli stessi concetti che sono alla base dei moderni elaboratori elettronici. Essa infatti comprendeva una “memoria” per dati e programmi, un’unità di calcolo e una per il controllo della sequenza delle operazioni. L’elemento fondamentale era il programma di calcolo, costituito dall’indicazione delle successive operazioni. Erano previste, in particolare, operazioni che permettevano alla macchina la scelta fra due successive diverse sequenze di istruzioni. L’analytical engine non venne mai completato.

Babbage in pratica progettò una macchina dotata di 5.000 ruote dentate, 200 accumulatori di dati (le memorie) composti di 25 ruote collegate tra loro, in grado di svolgere un’addizione al secondo.

Un nastro perforato (anche questa era una novità) doveva guidare la macchina nelle operazioni secondo un programma predefinito.

Gli ingranaggi della macchina di Babbage: dovevano essere mossi da un motore a vapore, ma non funzionarono mai.

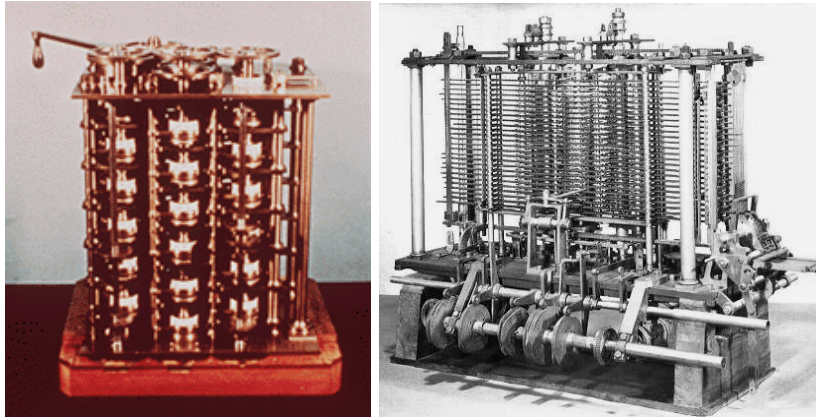
A causa di enormi difficoltà tecniche, neppure questa macchina venne realizzata, però Babbage aveva lanciato l’idea di un moderno elaboratore.

E’ interessante notare che Babbage pensò di risolvere il problema di controllare la successione delle numerose operazioni necessarie per un calcolo completo adottando il dispositivo inventato da Jacquard per il controllo dei telai di tessitura e basato sull’uso di schede perforate per ottenere la ripetizione di disegni e trame nei tessuti.

La macchina analitica è a volte citata come il primo antenato del computer moderno, ma la sua struttura la rende solo equivalente alle ultime grandi calcolatrici che verranno realizzate prima dell’invenzione del computer.

Questi progetti furono i tecnologicamente più avanzati del XIX secolo.

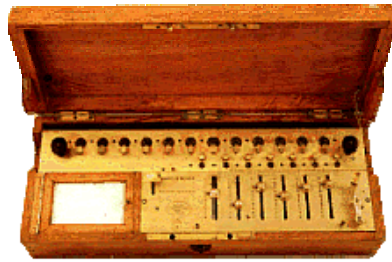
Questa macchina, se fosse stata realizzata, sarebbe stata uno straordinario concentrato delle tecnologie dell'epoca, dal momento che riuniva le tecniche impiegate per la macchina a vapore, il mulino, gli automatismi programmati e la meccanica.



Macchina alle differenze e macchina analitica di Babbage

1820 - Aritmometro di Charles Xavier Thomas de Colmar

Il primo vero calcolatore meccanico affidabile, che riscosse un vasto successo commerciale, è datato 1820 e il suo inventore è un assicuratore francese, Charles Xavier Thomas de Colmar (1785-1870). Alla base del suo progetto vi è il tamburo differenziato di Leibniz, con un efficiente meccanismo di riporto che consentiva di eseguire moltiplicazioni e anche divisioni. La macchina fu chiamata “aritmometro di Thomas” e fu oggetto di un lungo programma di sviluppo. Malgrado occupasse la maggior parte di una scrivania, rimase in produzione fino al 1926, grazie alla sua semplicità d'utilizzo e alla sua bontà di costruzione. Gran parte del successo scaturì dalla sua presentazione all'Esposizione di Parigi del 1867, nella quale vinse vari premi come miglior sistema di calcolo. Fu un apparecchio finalmente pratico, portatile, di facile uso e, soprattutto, correttamente funzionante. Essa fu la prima calcolatrice commercializzata con vero successo: ne furono venduti più di 1500 esemplari in trent'anni.



Aritmometro di Thomas

La macchina era progettata in modo da poter essere costruita in piccola serie dalle nuove macchine utensili perfezionate con la Rivoluzione Industriale. L'aritmometro di Thomas fu un perfezionamento della macchina di Leibniz capace di eseguire le quattro operazioni in maniera quasi automatica e con risultati fino a 12 cifre, ma non poteva essere programmata per svolgere calcoli in successione, né era capace di conservare in memoria un risultato parziale, per riprenderlo in una successiva fase di calcolo. Per fornire queste prestazioni alle calcolatrici occorrerà aspettare i progressi tecnologici di un settore in grande sviluppo in quel periodo. Vi era un contagiri sull'asse delle unità che registrava il numero di addizioni (per poter eseguire la moltiplicazione) e vi era un sistema a cremagliera che permetteva di azzerare i contatori alla fine delle operazioni. Le divisioni necessitavano di un intervento ragionato dell'utente.

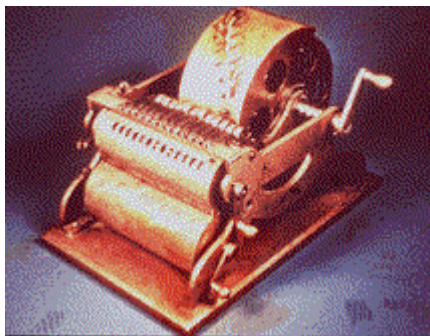
1847 - Sviluppo del sistema binario e ideazione degli operatori logici di George Boole

Logico e matematico inglese, George Boole (1815-1864) creò lo strumento concettuale che sta alla base del funzionamento del calcolatore e che, in suo onore, va sotto il nome di "algebra booleana". Si tratta di un calcolo logico a due valori di verità con alcune leggi particolari, che consente di operare su proposizioni allo stesso modo che su entità matematiche. Sviluppò i concetti espressi da Leibniz sul sistema binario e descrisse gli operatori logici che da lui presero il nome di: "operatori booleani". L'opera di Boole aprì l'orizzonte alle grandi scuole di matematica del '900.

La sua logica, oggi, sta alla base della struttura dei componenti elettronici denominati “porte logiche” ed è la base del funzionamento dei calcolatori elettronici.

1873 - Tamburo a denti variabili di Frank Stephen Baldwin

Nel 1873 lo statunitense Frank S. Baldwin (1838-1925) costruì e brevettò una macchina capace di eseguire le 4 operazioni senza necessità di azzeramento successivo all'operazione. L'idea, nata probabilmente dalla riparazione di un aritmometro di Thomas, si basava su un innovativo “tamburo a denti variabili”; questo consentiva di realizzare calcolatrici molto più compatte (i tamburi potevano essere affiancati), con cifre e leve molto ravvicinate. In questa macchina, i cilindri delle macchine di Leibnitz e di Thomas, furono sostituiti da un cilindro unico, dotato alla periferia di un numero di denti variabile (da 1 a 9). La macchina era in grado di sommare, sottrarre, moltiplicare e dividere, senza richiedere operazioni di reset e di conversione da un processo all'altro.



Macchina di Baldwin

Quasi contemporaneamente Willgodt Theophil Odhner (1845-1905), ingegnere di San Pietroburgo (Russia) emigrato in Svezia, brevettò nel 1878 una macchina tecnicamente simile a quella di Baldwin, ma progettata per essere costruita in serie e destinata quindi ad un pubblico di massa: il suo brevetto fu infatti immediatamente sfruttato per la costruzione della calcolatrice *Brunsviga*, che vide la luce nel 1892 e fu prodotta in oltre 20.000 esemplari fino al 1912. Anche Baldwin ottenne il suo successo, visto che poco più tardi la *Monroe*, un'emergente industria costruttrice di calcolatrici e destinata ad un successo mondiale, lo volle tra i suoi progettisti.



Macchina di Odhner

1884 - Herman Hollerith: macchina per archiviare i dati per il censimento di New York e fondazione dell'IBM

Verso la fine del 1800 la rivoluzione industriale aveva sconvolto il panorama geografico delle nazioni: le città e le fabbriche cominciarono ad essere sempre più importanti, mentre le campagne si spopolavano. L'equilibrio sociale diventava sempre più complesso, anche a causa delle immigrazioni, e i governi dovevano essere in grado di conoscere, attraverso censimenti, la composizione delle società per poter prendere decisioni adeguate al momento giusto. Il governo degli Stati Uniti si rese ben presto conto che non poteva seguire le trasformazioni in corso senza avere alcun strumento di calcolo a disposizione: questa fu la prima volta che un uomo si rese conto che le sue sole capacità mentali non sarebbero bastate ma era necessario un aiuto meccanico. Per questo Herman Hollerith (1860-1929) ingegnere meccanico, nel 1884 propose l'utilizzo di un macchinario elettrico da lui elaborato, basato sull'utilizzo di schede di cartone perforate, sull'esempio di Jacquard.



La macchina di Herman Hollerith

Ogni scheda rappresentava un individuo e ogni foro rappresentava una risposta positiva o negativa ad una certa domanda. Le schede venivano preparate su macchine speciali dette perforatrici pantografiche, che traducevano le risposte dei moduli del censimento in buchi sulle schede di cartone. Terminato il lavoro di perforazione le schede venivano raggruppate e inserite nel lettore di schede, nel quale un congegno elettromeccanico verificava la presenza o l'assenza dei buchi. La scheda veniva posata su una vaschetta contenente mercurio; successivamente venivano appoggiati sulla scheda degli aghi. In presenza di un foro l'ago scendeva e così, chiudendo un circuito, faceva scattare un contatore. Contando i buchi sulle schede, il lettore fu in grado di generare i risultati del censimento del 1890 in circa 2 anni, contro i setti occorsi per la precedente rilevazione. Hollerith sfruttò economicamente il successo ottenuto, estendendo l'utilizzo delle schede perforate anche nel settore commerciale e dando avvio alla cosiddetta meccanografia, che si occupa di registrare le informazioni anziché eseguire calcoli. Nel 1896 fondò la Tabulation Machine Company, confluita nel 1911 insieme ad altre compagnie nella CTR Calculation and recordings Co., che nel 1924 prese il nome di International Business Machine, meglio conosciuta come IBM. Ad Hollerith è dovuta anche la standardizzazione dei formati delle schede perforate. Tale formato è sopravvissuto alla definitiva scomparsa delle schede perforate, intorno al 1980. Per aumentare il numero di informazioni registrate su ogni scheda, Hollerith scelse le dimensioni di un dollaro, che rimarrà il formato standard delle schede. All'inizio del 1900 queste macchine vengono modificate, perfezionate, rese più veloci impiegando come elemento base il relè.

1886 – Comptometer: la calcolatrice a tastiera di Dorr Eugene Felt

Malgrado gli importanti progressi compiuti da Baldwin e Odhner, le calcolatrici rimanevano strumenti più orientati ai calcoli scientifici (pochi numeri e molti calcoli) che alle applicazioni d'uso comune, nelle quali l'inserimento di molti numeri (con movimento di rotelle o di leve) rallentava molto le elaborazioni. Eppure si era già capito che la forza impressa dall'operatore per impostare un numero sarebbe stata

sufficiente anche per ruotare gli ingranaggi ed effettuare l'operazione, senza bisogno di ulteriori manovre: mancava solo il meccanismo giusto per ottenerlo. Ci riuscì Dorr Eugene Felt (1862-1930), di Chicago, che nel 1886 produsse il primo esemplare di calcolatrice "a tasti": l'esiguità dei fondi a disposizione lo costrinse ad utilizzare materiale di recupero, come pezze di gomma, filo elettrico, rottami di ferro ed una scatola di legno come contenitore. Questa calcolatrice non si basava più sulla rotazione di ingranaggi o di leve per l'inserimento dei valori. Bastava premere i tasti dei numeri oggetto del calcolo e osservare sul display il risultato, poiché i riporti venivano mentre i tasti tornavano in posizione. Questo tipo di calcolatrici prese il nome di "addizionatrici dirette". Nel 1887 Felt si associò a Robert Tarrant per dare inizio alla produzione commerciale di queste calcolatrici, ribattezzate "Comptometers": il loro successo fu incontrastato per molti anni, anche grazie ai continui miglioramenti apportati. Tre anni dopo la macchina fu dotata di un dispositivo di stampa, sul quale venivano impressi i calcoli effettuati. Nel 1905, la Marina degli Stati Uniti se ne servì per la progettazione delle proprie navi.



Comptometer di Felt

Su questo stesso meccanismo, perfezionato e modificato per una fabbricazione in serie, lo statunitense *William Seward Burroughs* (1857-1898), di St.Louis, iniziò la produzione su larga scala e con successo di macchine calcolatrici stampanti simili al Comptometer.

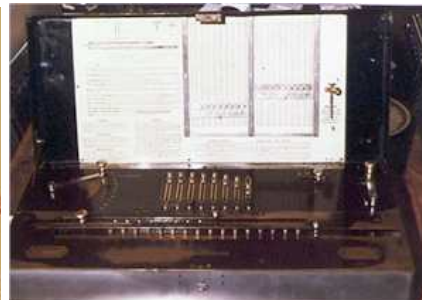


Calcolatrice di Burroughs

Nello stesso periodo ci si avventurò anche nella creazione di macchine moltiplicatrici, che con una sola manovra consentivano di eseguire l'intera operazione, anziché richiedere lunghe serie di girate di manovella. Un primo tentativo fu quello del francese Leon Bollee, di Le Mans, che nel 1889 costruisce il suo calcolatore, basato su una tabella di moltiplicazione incorporata; il più popolare di questi apparecchi fu però quello inventato, nel 1892, dal tedesco Otto Steiger (1858-1923). Il suo apparecchio, costruito a Zurigo e denominato "Millionaire", malgrado peso e dimensioni considerevoli, consentiva calcoli scientifici velocissimi e fu venduto in oltre 4.700 esemplari in Europa ed America fino al 1935.



Moltiplicatrice di Bollee



La Millionaire di Steiger

I primi calcolatori di tipo elettro-meccanico

Una delle prime macchine costruite utilizzando i relè è stata la macchina tabulatrice di Herman Hollerith. Negli anni 30, mentre vengono effettuate parecchie installazioni di macchine tabulatrici a schede presso tutte le principali società industriali, continuano gli sforzi degli scienziati per costruire dei dispositivi che siano in grado di affrontare calcoli a velocità sempre maggiore. Sotto la spinta bellica l'ingegnere

tedesco Conrad 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 di tipo elettromeccanico, che operò per scopi bellici fino al crollo della Germania nazista. Lo Z3 eseguiva le quattro operazioni e le radici quadrate.

Nel frattempo, nel 1939 entra in funzione il primo calcolatore funzionante con codice binario. L'inventore fu il matematico George Robert Stibitz, che aveva a disposizione solo lampadine e relè telefonici. La caratteristica principale del relè è quella di rappresentare due condizioni, infatti può aprire o chiudere un circuito elettrico, il codice che ne derivò fu necessariamente di tipo binario, due cifre per considerare due condizioni, "0" e "1". Su questo linguaggio si basano tutti i computer di oggi. Stibitz inventò anche il sistema a "virgola mobile" in quanto i calcolatori di allora non erano sufficientemente potenti per poter elaborare numeri troppo grandi, questi venivano allora divisi per 10, 100, 1000; il risultato veniva ottenuto facendo l'operazione inversa effettuando nuovamente una moltiplicazione. Per velocizzare le operazioni di montaggio delle apparecchiature elettroniche prodotte in grande serie, un ingegnere tedesco, Paul Eisler, intuì che sarebbe meglio inserire i componenti su una base precedentemente prestampata. Mediante un processo di tipo chimico-fotografico incide la base in modo da ricavare delle piste di rame che fungano da collegamento elettrico fra i vari componenti, inventa in questo modo il primo circuito stampato. La sua invenzione potrebbe potenzialmente costituire una svolta nell'evoluzione dei calcolatori, ma la sua prima applicazione sarà destinata all'utilizzo per scopi militari

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.



Mark 1

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 moduli di calcolo, collegati da 800 chilometri di fili elettrici e contiene ben 3304 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. Il "Mark 1" fu anche protagonista della coniazione del termine "bug", che oggi sta a indicare un errore di esecuzione di un programma. Durante una sessione di calcolo, infatti, il "Mark 1" iniziò a comunicare risultati errati: la matematica Grace Murray Hopper, dopo una lunga ricerca, trovò che un insetto "bug" era rimasto schiacciato nel relè 70 del pannello F.

La prima generazione dei computer

Quando parliamo della storia del Computer, con il termine "prima generazione" si definisce un periodo storico della durata di circa venti anni nel quale si assisterà alla fine dei primi calcolatori di tipo elettromeccanico e all'apertura di una nuova era della storia delle macchine da calcolo, questa volta caratterizzata dall'utilizzo di un componente elettronico nuovo, la valvola termoionica, il cui largo impiego, insieme ai diodi, sostituirà completamente l'uso dei relè aprendo poi la strada che porterà alla

scoperta dei semiconduttori. Il momento maggiormente propizio all'evoluzione tecnologica degli elaboratori fu nell'immediato dopoguerra. All'origine di questa piccola rivoluzione vi era un piccolo grande dispositivo elettronico, la valvola termoionica, inizialmente creato per impieghi nel campo della radiotecnica, si dimostrò in seguito capace di provocare forti accelerazioni ai processi di calcolo all'interno di una macchina.

Il 16 febbraio del 1946 entra in funzione l'ENIAC (Electronic Numerical Integrator And Calculator), il primo elaboratore della storia ad essere costruito mediante impiego di valvole termoioniche ed a non possedere quindi parti meccaniche in movimento, ma solo circuiti elettronici. Velocissimo, per quei tempi, fu realizzato nei laboratori di ricerca balistica dell'esercito americano su progetto dell'ingegnere John Presper Eckert e del fisico John William Mauchly, entrambi dell'istituto di ingegneria elettronica dell'università della Pennsylvania. L'ENIAC ebbe un costo complessivo di circa mezzo milione di dollari di allora, una cifra veramente considerevole, era composto da 17.468 valvole, 70.000 resistori, 10000 condensatori e 500.000 saldature; pesava 30 tonnellate, assorbiva una potenza di 175 kW. Nel suo insieme aveva una capacità di elaborazione di 5.000 addizioni al secondo. L'ENIAC, non può però ancora essere considerato un vero e proprio elaboratore, dandosi che non rispetta il modello di Von Neumann, il quale teorizzava sulla facoltà da parte di un calcolatore di poter svolgere funzioni di elaborazione mediante immissione di programmi nella sua memoria centrale assieme ai dati da elaborare. Nel caso dell'ENIAC i dati sono memorizzati su accumulatori, ma il programma da eseguire no, poiché lo stesso dipende dal cablaggio interno. Infatti, 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.

Le teorie di John Von Neumann, si materializzarono in seguito, nel 1950, presso l'Istituto di Studi Avanzati dell'Università di Princeton, negli Stati Uniti, dove venne

alla luce l'EDVAC (Electronic Discrete Variable Automatic Computer), che poi fu universalmente riconosciuto come il vero prototipo dei moderni elaboratori elettronici. Questa nuova macchina è basata 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 auspicate da Leibniz e delineate da Babbage.

Gli studi teorici sugli elaboratori elettronici danno vita a una serie di prototipi isolati identificati con sigle come EDSAC, MADM, SEAC, UNIVAC, ecc. e questi elaboratori cominciano ad interessare anche l'industria. Quindi, dalla fase puramente sperimentale, si passa alla produzione in serie di queste macchine e quelle di maggior successo saranno l'UNIVAC (UNIVesal Automatic Calculator) e la serie IBM Sistema.

La seconda generazione dei computer

Il progresso tecnologico avanza inesorabile ed anche la seconda generazione di elaboratori elettronici è caratterizzata dall'arrivo di un nuovo e rivoluzionario componente elettronico, il transistor, il quale, dimostrata fin dall'inizio la sua enorme

potenzialità, nel giro di un breve periodo di tempo decreterà la fine della valvola a vuoto. Il transistor (TRANsmitt reSISTOR) ideato da tre scienziati della Bell Telephone Laboratories (John Barden, Walter Houser Brattain e William Bradford Shockley), soppiantò in breve tempo la valvola a vuoto dandosi che, rispetto a quest'ultima, il transistor era nettamente più piccolo, veloce ed affidabile, aveva inoltre assorbimenti energetici decisamente molto più contenuti. Con la riduzione dei pesi, dei consumi e degli ingombri, vi sarà anche una notevole riduzione dei costi di produzione, la nuova tecnologia si dimostra migliore e costa molto meno. Con il perfezionamento delle macchine e dei programmi, l'elaboratore si diffonde in decine di migliaia di esemplari ed in tutto il mondo, non viene utilizzato solo in ambito contabile e statistico, ma anche in applicazioni diversificate che investono tutti i settori di attività. Dall'invenzione del transistor, alla commercializzazione del primo elaboratore completamente basato su questa tecnologia, bisognerà attendere circa 10 anni. Solo nel 1957 verrà commercializzato il primo calcolatore basato completamente sul transistor: è il Modello 2002 della Siemens AG. Inizia così la seconda generazione dei computer

Nel 1955 viene sperimentato il primo computer funzionante interamente a transistor, il TRADIC, dalla Bell, ma sarà in seguito la Siemens, nel 1957, a commercializzare il primo modello che implementava completamente la nuova tecnologia, chiamato 2002. Nel 1958 nasce la DEC “*Digital Equipment Corporation*”. Uno dei primi computer prodotti fu il PDP-I, che ebbe da subito grande successo. Il successore di questo mini-computer fu il PDP-8, con il quale si cimentarono per la prima volta numerosi studenti americani. Negli anni successivi questa società fu seconda solo alla IBM. Il 1958 sarà un'anno da ricordare anche per un'altro fattore molto importante, il quale sarà in futuro artefice di una ennesima rivoluzione che investirà tutta l'area dell'elettronica: la nascita del primo chip, o circuito integrato. Protagonista ed autore materiale della scoperta fu un neoassunto della Texas Instruments, azienda che poi brevettò la scoperta. Bisognerà però attendere la terza generazione di calcolatori perché l'architettura dei computer si basi sul circuito integrato. Il brevetto fu

riconosciuto alla Texas Instruments da tutti i paesi del mondo tranne che dal Giappone, il quale iniziò la produzione di microchips senza pagare i diritti. Nacque una battaglia legale, che fu in seguito vinta dalla Texas. Nel frattempo però il Giappone era diventato il maggior produttore al mondo di circuiti integrati: quella mossa costerà al governo nipponico una multa di circa novanta milioni di dollari all'anno, da pagare per 30 anni. Una certa rilevanza storica fra i rappresentanti delle macchine appartenenti alla seconda generazione fu senza dubbio l'IBM 1401, dotato di 10.000 transistor, venne commercializzato nel periodo che va dal '59 al '64 e venduto in più di centomila esemplari. Dell'Elea 9003, lo citiamo quale unico rappresentante italiano di questa generazione, prodotto e commercializzato dalla italiana Olivetti ne vennero costruite circa 110 unità.

La terza generazione dei computer

La terza generazione di macchine sarà fortemente caratterizzata dalla applicazione di una nuova tecnologia che rivoluzionerà nuovamente il mondo dell'informatica, il circuito integrato, frutto di sperimentazioni avanzate effettuate nei campi della fisica, e della chimica. Tempi di elaborazione ritenuti improbabili fino a qualche anno prima divengono una realtà, le prestazioni degli elaboratori di terza generazione subiscono violente accelerazioni, le dimensioni, i pesi, gli ingombri delle nuove macchine si riducono sensibilmente come anche si riducono anche i costi di produzione ed il tutto a grande beneficio dei potenziali "consumatori" i quali cominciano ad intravedere la concreta possibilità di prendere materialmente possesso di qualche "esemplare".

Nel 1964 fu ancora una volta la IBM ad immettere sul mercato il primo grande elaboratore basato su circuiti integrati. Era il Sistema-360, innovativo, velocissimo, capace di decine di milioni di operazioni al secondo. Il successo di questo calcolatore andò oltre le più rosee aspettative, venivano prodotte fino a mille unità al mese provocando un rapido rialzo del titolo IBM, l'azienda in breve tempo divenne il

maggiore produttore al mondo di calcolatori elettronici. La serie 360 era prodotta in 12 modelli che si differenziavano per velocità e capacità di memoria, caratteristica saliente del sistema era la sua modularità che le permetteva di espandersi ulteriormente grazie all'aggiunta di moduli supplementari. L'adozione dei circuiti integrati provocò, come abbiamo visto, l'aumento esponenziale della velocità di calcolo degli elaboratori che arrivò ad essere fino a 1000 volte superiore, tanto che la loro capacità era quella di poter eseguire una operazione in un tempo dell'ordine di grandezza di un milionesimo di secondo. Questo incremento di velocità impose anche l'adozione di speciali accorgimenti per accelerare la velocità degli altri componenti dell'elaboratore e questo al fine di non creare dei tempi morti di risposta nello stesso processo di elaborazione, come ad esempio la memoria a nuclei magnetici che aveva dei tempi di accesso diventati ormai troppo lunghi, alla quale fu aggiunta una memoria di transito, questo al fine di favorire un rapido accesso dei dati verso la CPU.

Nel 1965 due tecnici della AT&T cominciano a lavorare sulle basi di quello che in seguito sarà il linguaggio UNIX, proverbiale per la sua notevole portabilità, UNIX sarà capace di adattarsi a qualsiasi calcolatore sia a 16 che a 32 bit. La prima versione di UNIX vedrà la luce nel 1969, ma bisognerà attendere 10 anni prima che il prodotto diventi commerciale, infatti solo nel 1977 il sistema sarà largamente diffuso negli ambienti accademici. Vengono creati anche altri linguaggi di programmazione come l'APL (*A Programming Language*), che consente di interrogare l'elaboratore e il PL/1 (*Programming Language 1*) che permette di risolvere problemi sia scientifici che commerciali. Questi nuovi linguaggi vengono sviluppati prendendo in esame concetti quali il multitasking, ovvero la multi-elaborazione, ed il time-sharing, ovvero la partizione del tempo, i quali consentivano l'esecuzione di più programmi contemporaneamente, consentendo in questo modo un uso del calcolatore di tipo multiutente.

Nel 1968 Gordon Moore e Robert Noyce abbandonarono la Fairchild e fondano una società chiamata Integrated Electronics Inc., per la produzione di componenti

destinati alle apparecchiature elettroniche. La società inizia con solo 12 dipendenti e pochi dollari di fatturato. In quel periodo la Intel, forma contratta dell'originale *Integrated Electronics Inc* lavorava ad un progetto che prevedeva la costruzione di un microcalcolatore integrato per una calcolatrice da tavolo, realizzò un prototipo di processore a soli 4 bit, l'Intel 4004, formato da 2300 transistor e capace di compiere 60.000 operazioni al secondo. La sua frequenza massima di lavoro era di soli 768 kHz e fu progettato da un ingegnere italiano, Federico Faggin. Si era aperta la strada che porterà alla costruzione di macchine che implementeranno tecnologie di quarta generazione. Dopo dieci anni di attività la Intel diventerà fornitrice di processori per la IBM, che sceglierà l'8008 per una allora nuova serie di computer. Dopo vent'anni i dipendenti saranno 25.000. Più tardi, nel 1971 la Intel lancia sul mercato il primo esemplare di RAM, la memoria ad accesso casuale. Il primo modello sarà capace di ben 1024 byte, più o meno come una pagina di testo.

La quarta generazione dei computer

Siamo così arrivati alla quarta generazione di elaboratori la quale è contrassegnata dall'utilizzo del microprocessore che rende il calcolatore ancora più veloce ed affidabile riducendone ulteriormente i costi di produzione. L'impegno maggiore nella ricerca e progettazione dei processori è venuto dalla Bell Telephone, una società da sempre all'avanguardia nello studio e nello sviluppo di nuove tecnologie in campo elettronico. Come abbiamo visto, il primo esemplare di microprocessore realizzato fu l'Intel 4004 il quale si rivelò ben presto poco potente ed inadeguato per calcoli di uso generalizzato e fu quindi sostituito da un tipo più evoluto, l'8008 (3.500 transistor) ad 8 bit, il quale però non riusciva a raggiungere le velocità che venivano imposte dalla continua evoluzione in questo settore. L'Intel 8008, a distanza di un anno, venne sostituito dal modello 8080 (6.000 transistor) ancora più veloce e potente dei suoi predecessori. Come spesso accade, anche altre aziende produttrici di circuiti integrati intravidero immediatamente il grosso sviluppo che poteva celarsi dietro la produzione

dei microprocessori iniziando così un intenso lavoro di ricerca in questo campo, lavoro che non tardò a dare presto i propri frutti, come la Motorola ad esempio che realizzò il 6800. Sulla spinta della continua evoluzione la Intel continuò a realizzare chip a otto bit, dall'8085 e dall'8048 fino ai più recenti 8088 e 8086 (29.000 transistor) ed a 16 bit (Questi ultimi microprocessori vennero realizzati a frequenze di 4,77 - 8 - 10 MHz).

Nel 1975 inizia anche l'avventura di quella che sarà in seguito la più grande Software- House del mondo, la Microsoft. Paul Allen e William Gates cominciano la loro opera sviluppando inizialmente il linguaggio BASIC in un primo tempo e l'MS-DOS successivamente fino ad arrivare, in varie tappe intermedie al celeberrimo Windows che tutti noi conosciamo e che attualmente rappresenta il sistema operativo usato dal 90% dei PC nel Mondo.

Verso il 1976 nasce il processore Zilog Z80, anche questo microprocessore opera di Federico Faggin. Lo Z80 darà un contributo importante nello sviluppo e nella diffusione degli "home computer". Data la sua polivalenza tuttavia, permetterà anche un utilizzo pratico su computer professionali e attrezzature industriali. Nel 1976 apparve anche il primo vero e proprio Personal Computer ad opera di due giovani, Jobs e Wozniak, che scriveranno un'importante pagina della storia e dell'evoluzione informatica. Venne chiamato Apple I, destinato a superappassionati dell'elettronica veniva venduto in scatole di montaggio. E' solo l'inizio di quella che sarà la Apple Computers e dei suoi innovativi modelli.

Negli anni 80 e successivamente negli anni 90 vi fu un ulteriore incremento delle prestazioni delle macchine dovuto allo sviluppo di nuove tecnologie riguardanti l'integrazione. Arrivano i transistor di tipo MOS (metal oxide semiconductor) che danno un importante contributo all'ulteriore evoluzione dell'integrazione. Vi sono importanti sviluppi anche nel campo dei sistemi operativi, tra tutti Windows della Microsoft, (la prima versione risale al 1985, ma il vero successo si è verificato con la versione 3.0 del 1990), lo sviluppo del sistema operativo Linux, lo sviluppo di linguaggi di programmazione ad oggetti (Visual Basic, Visual C, Visual Java) ed altri

ancora. Si sviluppa ulteriormente il concetto di rete e Internet, la madre di tutte le reti e si assisterà ad un fenomeno di massa che coinvolgerà tutti i settori, la comunicazione assume una nuova ed importantissima dimensione.