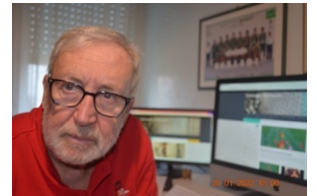


FIL ROUGE

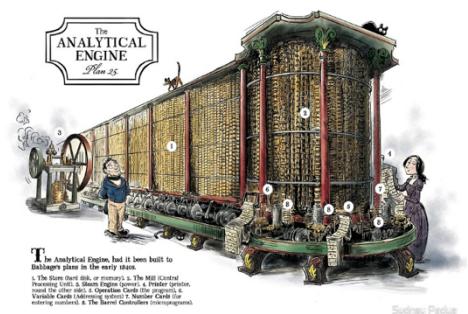
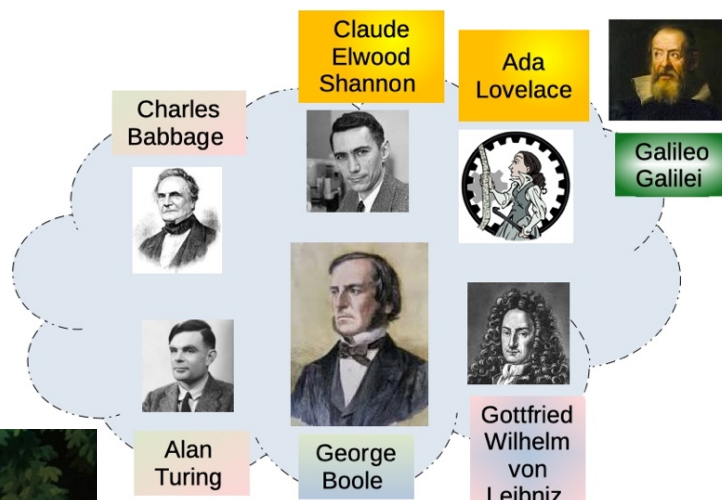
L'informatica è una disciplina, una scienza,
o un metodo per risolvere problemi?



HAND WAVE



l'inizio dell'era informatica



INTRODUZIONE	4
PERCHÉ NACQUE L'INFORMATICA?	6
I COMPUTER'S	7
LA STORIA DEL PENSIERO INFORMATICO	9
"È SEMPRE L'ORA DEL TÈ!" LE FRASI INDIMENTICABILI DI ALICE NEL PAESE DELLE MERAVIGLIE	14
HW & SW (HARDWARE E SOFTWARE OVVERO LETTERALMENTE FERRAMENTA E COSA IMPALPABILE)	16
UN TRIBUTO, DOVUTO, A DUE GRANDISSIMI PROTAGONISTI DELLA STORIA DELL'INFORMATICA	23
E NACQUE IL SISTEMA BINARIO!	26
IL SOGNO DI LEIBNIZ	28
PRIMA DEL PROTOCOMPUTER	29
SISTEMA BINARIO O DUALE (0, 1)	34
GEORGE BOOLE	37
AND, OR, NOT, TRUE, FALSE [GEORGE BOOLE]	37
TABELLE DI VERITÀ	42
CLAUDE ELWOOD SHANNON	44
DUE DOMANDE (COSA SERVONO? COME SONO FATTI?)	48
COSA SERVONO?	48
PROBLEMA LINEARE	49
L'ALGORITMO	52
ALTRI PROBLEMI	55
DENTRO AL COMPUTER	57
STRUTTURA OPERATIVA DI UN ELABORATORE	61
ANALOGICO E DIGITALE	61
ELABORAZIONE DATI	62
BUS	65
CONFIGURAZIONE DI UN PERSONAL COMPUTER	66
COME SI COMUNICA CON IL COMPUTER?	69
CODICE ASCII	69
SISTEMI DI NUMERAZIONE OTTALE E ESADECIMALE	70

INTRODUZIONE	76
L'INIZIO DELL'ERA DI INTERNET	77
LA VERA STORIA DI ARPANET. ATTENZIONE: NON NACQUE COME PROGETTO MILITARE	81
LO SFORZO CONGIUNTO DI MILITARI E ACCADEMICI	81
APPROFONDIMENTO	84
LA COMMUTAZIONE A PACCHETTO	85
E NEL FRATTEMPO IN ITALIA	88
L'AVVENTO DEL WEB E L'ITALIAN INTERNET DAY	88
IL WORLD WIDE WEB	93
TIM BERNERS LEE & ROBERT CAILLEAU	93
IL MOTORE DI RICERCA	95
IL VILLAGGIO GLOBALE	96
WEB 1.0 WEB 2.0 E WEB 3.0: SPIEGAZIONI E DIFFERENZE (DI FEDERICA BRANCALE)	97
LA POSTA ELETTRONICA O SEMPLICEMENTE E-MAIL	100
GLOSSARIO	101
LE INTERAZIONI TRA UOMO E MACCHINA	102
JOSEPH LICKLIDER & DOUG ENGELBART	102
JOSEPH LICKLIDER	102
DOUGLAS ENGELBART	106
IPERTESTO	109
IL WORD PROCESSOR	113
LA RIVOLUZIONE IPERTESTUALE	114

INTRODUZIONE

Esiste la possibilità di scrivere un libro di informatica semplice?

Ebbene sì! Pensare di scrivere un testo di informatica, o meglio un divertissement, senza entrare in profondi dettagli matematici e/o fisici è possibile. Qualcosa di matematico lo si dovrà pur affrontare, ma possiamo rimanere sempre a livelli di scuola media e avere sempre una buona comprensione dell'argomento. Più complicato è invece trovare un “**fil rouge**” che leghi i vari argomenti e coordinarli in una attendibile timeline storica.

Gli spunti e i modi per iniziare e collegare i vari argomenti sono tanti, interessanti e tutti degni di spiegazione e sviluppo. Con un po' d'impegno e fantasia ci si può lasciare affascinare da queste trattazioni e osservare come si intreccino profondamente con il progresso e lo sviluppo dell'umanità.

Si dovrà lasciare ampio spazio alla storia e ai personaggi e anche alle date che hanno fatto la storia di questa disciplina o scienza, per entrare nel merito comprenderne l'evoluzione e la sua strabiliante diffusione avvenuta con una rapidità¹ sorprendente.

Per iniziare si individuano i tre argomenti che sono i cardini della trattazione e dell'informatica stessa:

1. **Sistema numerico duale o binario;**
2. **Logica proposizionale o logica di Boole;**
3. **Circuiti Logici o Logic Gates.**

Le figure storiche di riferimento per questi argomenti sono nell'ordine:

1. **Gottfried Wilhelm von Leibniz (1646/1716)**
2. **George Boole (1815/1864)**
3. **Claude Elwood Shannon (1916/2001)**

La prima grande rivoluzione informatica si è sviluppata nell'arco di soli 355 anni!!

Ci sono tanti e altri importanti protagonisti che hanno contribuito alla storia del pensiero informatico, ma per il momento ci soffermeremo su questi tre.

Continuando con questa breve introduzione osserviamo che l'informatica è “impersonata” dal suo strumento principe: il **computer**, la macchina delle meraviglie. È ormai conoscenza acquisita la divisione tra HARDWARE e SOFTWARE. La prima riguarda la “ferramenta” ovvero le parti solide e tangibili della macchina, la seconda, è la parte impalpabile o “nuvola” delle istruzioni che servono per farla funzionare.

¹ Lo sviluppo vertiginoso della moderna informatica si può pensare relativa ad un arco di circa 355 anni. La stima è approssimativa.

Ma dove ha avuto inizio questa suddivisione?

E da questa premessa possiamo iniziare la prima parte della nostra storia!

L'opera consiste in due parti:

- 1. La prima riguarda la nascita del computer e il suo basilare funzionamento;**
- 2. La seconda riguarda come si comunica con il computer nel mondo: l'avvento di internet.**

Anche in questo caso i personaggi coinvolti sono molteplici, ma faremo riferimento a:

- 1. Joseph Licklider**
- 2. Doug Engelbart**
- 3. Paul Baran**
- 4. Tim Berners Lee**

Non sono molto conosciuti e non hanno la stessa rilevanza storica dei precedenti, ma pur sempre hanno avuto una importanza fondamentale. Dispiace non poter citare adeguatamente tutti coloro che hanno contribuito alla rivoluzione informatica.

Ho cercato un fil rouge per non disperdermi in mille rivoli di conoscenza e riuscire a mantenere un assetto unitario del libro.



PERCHÉ NACQUE L'INFORMATICA?

Siamo nel 1700 e diciamo subito che un grandissimo impulso alla nascita di questa nuova frontiera è stato senz'altro il bisogno di costruire tavole numeriche precise ed affidabili. Ci stiamo avviando verso l'era moderna, esplorazioni, nuove invenzioni, crescita della popolazione, nascita della Statistica come disciplina matematica² per il controllo delle "cose della Stato" e quindi la necessità di costruire tavole attuariali, tavole trigonometriche per la navigazione e tavole astronomiche che fossero precise ed affidabili e soprattutto prive di errori.

In quel periodo fu perfezionato uno strumento matematico di grande rilevanza: I LOGARITMI. La scoperta dei logaritmi è dovuta a NEPERO. John Napier, noto in italiano come Giovanni



Nepero e in latino come Ioannes Neper (Merchiston Castle, 1550 – Edimburgo, 4 aprile 1617), è stato un matematico, astronomo e fisico scozzese, celebre per l'introduzione del logaritmo naturale, o logaritmo neperiano, dei bastoncini (o ossi) di Nepero. Ma è stato Henry Briggs³ ad introdurre i logaritmi comuni in base 10.

I logaritmi sono stati una scoperta matematica di importanza fondamentale. Le difficoltà che le persone trovavano nell'eseguire le quattro operazioni erano dovute alla complessità delle moltiplicazioni e divisioni. Con l'introduzione dei logaritmi le moltiplicazioni, anche quelle più complesse, potevano essere eseguite come SOMME, le divisioni come DIFFERENZE.

Per la conversione di tabelle attuariali e/o di navigazione si poteva ricorrere a computers umani che con pazienza e dedizione potevano eseguire calcoli che erano SOMME o DIFFERENZE.

*Ma,ma i **computers** di quel tempo erano esseri umani e quindi soggetti a commettere errori, dovete pensare che un errore alla sesta cifra decimale poteva causare un errore nel calcolo di una rotta marina di diverse miglia nautiche!*

Anche le tavole di Briggs non erano perfette, ma erano anche le uniche che venivano



Figura 1 Tavole logaritmiche di Briggs

utilizzate.



² In genere, le origini della **statistica** nella concezione più moderna, si fanno risalire a quella che un economista e matematico inglese, William Petty (1623-1687), chiamò "aritmetica politica", ovvero "l'arte di ragionare mediante le cifre sulle cose che riguardano il governo".

³ **Henry Briggs** (Halifax, febbraio 1561 – Oxford, 26 gennaio 1630) è stato un matematico britannico. È famoso per avere introdotto i logaritmi comuni, in suo onore detti talvolta briggiani (in base 10) partendo dai logaritmi naturali introdotti da Nepero e per aver contribuito efficacemente alla loro diffusione.

I Computer's



Figura 2 I Parrucchieri alla corte del Re di Francia

Nel 1800 il termine computer era riferito a personaggi umani destinati ad eseguire calcoli noiosi e ripetitivi. Con l'ascesa al potere di Napoleone Bonaparte dopo la rivoluzione francese e la fine della monarchia, i parrucchieri, cioè quelle persone che preparavano le elaboratissime parrucche per la nobiltà, si trovarono senza lavoro. Napoleone avviò un progetto per la riforma del catasto (introduzione del sistema metrico decimale) e in questo progetto trovarono posto i parrucchieri senza lavoro del passato regime, diventando così i primi computer's umani.

DES TABLES TRIGONOMETRIQUES DU CADASTRE

A L'ORDINATEUR MODERNE

La redazione della carta catastale della Francia, decisa dall'Assemblea Costituente nel 1790, costituì un enorme esercizio di applicazione del nuovo sistema metrico decimale. Fu così che si decise che tutte le misure sarebbero state espresse in misure consone al sistema metrico decimale. Per questo era necessario disporre di nuove tavole logaritmiche e funzioni trigonometriche e fu il barone Gaspard de Prony ad affrontare questo ambizioso progetto.

PRONY aveva letto le opere di Adam SMITH, in particolare "The Wealth of Nations" (La ricchezza delle nazioni) e più precisamente le pagine dedicate all'organizzazione di una fabbrica di spilli, che mostravano l'interesse della divisione del lavoro in compiti elementari, principio che preannunciava l'organizzazione del lavoro nella società industriale del XIX secolo. Così il Barone organizzò i suoi computer umani in tre gruppi. Il primo gruppo comprendeva una mezza dozzina di eminenti matematici, tra cui Adrien LEGENDRE e Lazare CARNOT, Maresciallo dell'Impero e padre di Sadi Carnot, egli stesso inventore del ciclo omonimo. Questi matematici erano incaricati di stabilire le formule matematiche necessarie per la produzione di tavole trigonometriche con 14 cifre decimali (metodo delle differenze finite, con sviluppi in serie e successive approssimazioni). Il secondo gruppo, anch'esso piuttosto ristretto (sette o otto calcolatori o algebristi), organizzava i calcoli e compilava i risultati per la pubblicazione. Infine, il terzo gruppo, di una sessantina di persone, ha fatto i calcoli veri e propri, che consisteva in **addizioni e sottrazioni concatenate**. Quest'ultimo punto spiega che i calcolatori necessitavano solo di conoscenze elementari di matematica e che spesso venivano reclutati tra gli ex parrucchieri licenziati durante la Rivoluzione.

Il centro di calcolo, chiamato "fabbrica con logaritmi", era costituito da due edifici separati, perché il problema grande era quello degli errori e il fatto di dividere il lavoro permetteva di ridurre questi errori. Il lavoro svolto in questa fabbrica di numeri si tradurrà in

migliaia di pagine che formarono 17 volumi manoscritti. Un rapporto del Comitato di Pubblica Sicurezza sull'esecuzione di queste tavole qualifica, in stile ditirambico⁴, quest'opera come "la più grande e bella opera trigonometrica e logaritmica che sia mai esistita", o addirittura che le tavole prodotte erano "le più grandi e più perfette mai pubblicate".

Nel 1858 gli eredi di Prony donarono all'Accademia delle Scienze una delle copie manoscritte di queste grandi Tavole Trigonometriche, il secondo originale presente nella biblioteca dell'Osservatorio. In questa occasione viene svolto un lavoro di confronto tra le due copie, oltre che con l'Arithimica logarithmica di Briggs⁵ (una copia della quale Prony aveva preso in prestito dalla biblioteca del Pantheon per la sua opera). Vengono rilevati alcuni errori minori. L'onorevole Lefort, l'autore di questa analisi, conclude tuttavia la sua relazione con queste parole:

"Le tavole catastali, come tutte le opere umane, non sono dunque perfette. Non lo sono nell'esecuzione, né, forse, nei particolari di disegno, che li hanno preceduti..... sono comunque le più moderne e affidabili."

È comunque vero che questa epopea ha avuto conseguenze nella storia del computer. A Charles BABBAGE, giovane matematico inglese dell'Università di Cambridge, si deve infatti, tra l'altro, la produzione delle tavole di calcolo, come facevano molti matematici dell'epoca. Venne a conoscenza del lavoro del barone de PRONY e venne persino a trovarlo a Parigi. Impressionato dalla portata dei compiti ripetitivi richiesti per produrre le tabelle, ebbe **l'idea** di sviluppare un computer (meccanico) specializzato che eseguisse automaticamente questo lavoro. Dal 1820 progettò così il suo "Difference Engine" (macchina per calcolare secondo le differenze finite) e ne intraprese la realizzazione a partire dal 1823. Questo tentativo di realizzazione fu una vera e propria epopea. Ci furono problemi di denaro, contratti scritti male, truffe, incomprensioni anche con le autorità preposte al finanziamento. E dopo aver fagocitato in 19 anni crediti considerevoli per l'epoca, dovette rinunciare quando il governo britannico interruppe il suo finanziamento⁶. Il "Difference Engine" è stato venduto nell'ultima versione realizzata, non ancora completa, alla Corona britannica.

Mentre lavorava alla realizzazione del suo "Difference Engine", Charles BABBAGE fece un incontro decisivo nel 1833: quello con Ada LOVELACE, nata nel 1815, figlia del poeta Lord BYRON e personalità scientifica di spicco. Da questa amicizia nacque nel 1834 la brillante idea di una macchina universale in grado di eseguire ogni sorta di sequenze di calcolo semplicemente cambiando il programma di controllo modificabile: l'**"Analytical Engine": il protocomputer!**

L'idea fondamentale di questa macchina consisteva nell'utilizzare il sistema inventato per il telaio Jacquard. Questo particolare telaio tessile era programmato da schede perforate che contenevano le istruzioni per eseguire la tessitura, quindi l'esecuzione di questo programma permetteva l'esecuzione meccanizzata della tessitura. Babbage pensò quindi di poter controllare un computer digitale, inviargli dati, estrarne i risultati, stamparli all'esterno, ecc....e definisce tutte le funzioni necessarie alla realizzazione di questa calcolatrice universale, funzioni identiche a quelle di un moderno computer. La descrizione completa delle funzionalità di questa macchina fu pubblicata da Ada LOVELACE nel 1842 nella traduzione dal francese all'inglese dello SKETCH di Menabrea, dove spiegava che **"la macchina analitica tesserà motivi algebrici come i telai di Jacquard intrecciano fiori e foglie"**.

⁴ Ditirambo, scritto o discorso che loda enfaticamente qcs. o qcn.

⁵ Henry Briggs (Halifax, febbraio 1561 – Oxford, 26 gennaio 1630) è stato un matematico britannico. È famoso per avere introdotto i **logaritmi** comuni, in suo onore detti talvolta briggiani (in base 10) partendo dai **logaritmi** naturali introdotti da Nepero e per aver contribuito efficacemente alla loro diffusione.

⁶ Le male lingue dissero che Babbage aveva incassato denari pari alla costruzione di due navi da guerra!!

Riprenderemo e approfondiremo il pensiero di Ada più avanti. I concetti espressi sono di una importanza fondamentale e rappresentano i fondamenti dell'informatica attuale.

La storia del pensiero informatico



Questo è il lezioso gesto che si fa con la mano per allontanare qualcuno (in termini più soft: mandare a quel paese....un seccatore!)

La scelta, puramente soggettiva, è quella di iniziare questo affascinante percorso da quello che accadde al tempo della “Queen Victoria”.....Siamo in pieno periodo Vittoriano, c’era un fervore di conoscenza, costruzione di nuove macchine, nuovi progetti e nuove conoscenze! Siamo in piena rivoluzione industriale, il vapore fornisce l’energia occorrente per questa nuova fase dell’avventura umana!

L’avvento della ferrovia, del telegrafo, del romanticismo, del romanzo gotico (Frankenstein di Mary Shelley) hanno costituito il terreno culturale dove incontriamo i due principali protagonisti del pensiero informatico: Charles Babbage e Ada Lovelace.

Il titolo di questo capitolo è **“Hand Wawe”** lezioso gesto fatto con la mano da Ada Lovelace nei confronti del burbero Charles Babbage che segna ufficialmente l’entrata in scena dell’informatica e dei suoi principali concetti.

Babbage era alle prese con il progetto della “The Analytical Engine” (primo progetto di proto computer) e in questo progetto era supportato dalla contessa Ada Lovelace, figlia di Lord Byron.

Lo scopo di Babbage era quello di costruire una macchina che fosse in grado di generare una qualsiasi tabella inerente alla tabulazione di polinomi e funzioni, tramite la meccanizzazione del calcolo. Ada era affascinata da questo lavoro e studiava il modo di come realizzare i programmi che dovevano essere immessi nella macchina.

A quel tempo le tabelle numeriche (esempio quelle logaritmiche) erano compilate da “computer’s” umani che conoscevano solo addizioni e sottrazioni e quindi era quasi sicuro che potessero essere soggette ad errori anche molto grossolani. Ripeto, ad esempio un errore nelle tabelle trigonometriche per la navigazione poteva comportare variazioni nelle rotte delle navi anche per diverse miglia marine.

La creazione di un programma ripetibile e la sua introduzione nella macchina era la meccanizzazione del calcolo sognata da Babbage che poteva evitare il conclamarsi di errori.

L’introduzione dei dati doveva avvenire tramite schede perforate (punch-card). L’idea delle schede perforate è di Jacquard che le aveva introdotte per la meccanizzazione dei telai di tessitura. Queste schede meccanizzavano il lavoro del telaio riducendo il numero degli addetti, creando però forti tensioni sociali

sfociate nel luddismo⁷. Ma erano indiscutibilmente una eccezionale innovazione! Babbage fu affascinato da questa innovazione! Nel contempo Ada Lovelace fu attratta dal progetto e si mise a pensare come scrivere programmi che potessero essere elaborati da questa macchina. Lo stesso Babbage, mentore di Ada, la definì **“la mente filosofica del suo progetto”**.

Il loro rapporto era di natura scherzosa, discutevano sul progetto e lavoravano fino a tarda notte, ma si punzecchiavano su tutto. Una loro animata discussione sulla macchina, provocò in Ada quel gesto con la mano **“hand wawe”** verso il suo “genious” mentore, sempre alle prese con meccanismi e rotismi. Lo scopo principale di Babbage era quello di creare tabelle numeriche prive di errori, ma la giovane contessa voleva esplorare altre possibilità!

Quel gesto definì la separazione tra Hardware e Software

Questo permise ad Ada di avere anche altre visioni rispetto alla semplice risoluzione di equazioni e produzione di tabelle numeriche o problemi tecnici relativi al funzionamento della macchina, esclusivo appannaggio di Charles!

Le sue visioni hanno aperto le porte all'informatica attuale. La parola “informatica” è la contrazione di due parole: “informazione automatica”. Ada le ha interpretate in una eccezionale visione proiettata nel futuro.

La contessa di Lovelace e il suo “genious” mentore Babbage hanno una loro storia, di pura fantasia, che è “Thrilling and Adventure”, che illustra la loro vicenda in un’ottica steampunk⁸. Il libro è scritto e illustrato dalla disegnatrice e scrittrice Sydney Padua.

*Nota relativa a Sidney Padua. **Melina Sydney Padua** è un’artista grafica e animatrice con sede a Londra, in Inghilterra. È autrice del fumetto steampunk di The Thrilling Adventures of Lovelace e Babbage, e il suo lavoro di animazione appare in diversi film di Hollywood.*

*Ha descritto Babbage così come era: un vulcanico visionario tutto rivolto a meccanismi, rotismi e quant’altro, perché questa era la tecnologia dell’epoca Vittoriana dove addirittura, parte della popolazione e nobili vedevano i treni come diaboliche macchine sbuffanti assolutamente da evitare. Ada era ancora più visionaria di Charles e anticonformista, difatti fumava la pipa, vestiva da amazzone e giocava d’azzardo, a volte, molto forte fino ad impegnare i gioielli di famiglia per soddisfare i creditori. Aveva però una visione “filosofica” della macchina e mentre Babbage si infervorava e imprecava sulla costruzione della stessa, lei con un semplice e lezioso gesto, “**hand wawe**” pensava più liberamente a quello che si sarebbe potuto fare con la macchina. Sempre per cimentarsi in un mondo riservato ai maschi, scelse un algoritmo piuttosto complicato da sviluppare e poi implementare nella macchina. L’algoritmo riguardava la produzione dei numeri di Bernoulli https://it.wikipedia.org/wiki/Numeri_di_Bernoulli e questo a significare che anche le donne hanno buone capacità matematiche e scientifiche.*

⁷ Movimento operaio che in Gran Bretagna, nel 19° sec., reagì violentemente all'introduzione delle macchine nell'industria, in particolare i telai Jacquard ritenuti causa di disoccupazione e di bassi salari; prende nome dall'operaio Ned Ludd, che nel 1779 avrebbe infranto un telaio.

⁸ Lo **steampunk** è un filone della narrativa fantastica, e più nel dettaglio di quella fantascientifica, che introduce una tecnologia anacronistica all'interno di un'ambientazione storica, spesso il XIX secolo e in particolare la Londra vittoriana dei romanzi di Conan Doyle, H. G. Wells e Jules Verne. Le storie steampunk descrivono un mondo anacronistico in cui tecnologia e strumentazioni vengono azionate dalla forza motrice del vapore (steam in inglese) e l'energia elettrica torna a essere, come nella fantascienza ottocentesca, un elemento narrativo capace di ogni progresso e meraviglia. In esse i computer sono completamente meccanici, o enormi apparati magnetici sono in grado di modificare l'orbita della Luna. Un modo per descrivere l'atmosfera steampunk è riassunto nello slogan "come sarebbe stato il passato se il futuro fosse arrivato prima".

I suoi concetti sono le pietre miliari con le quali si svilupperà l'informatica nel futuro.



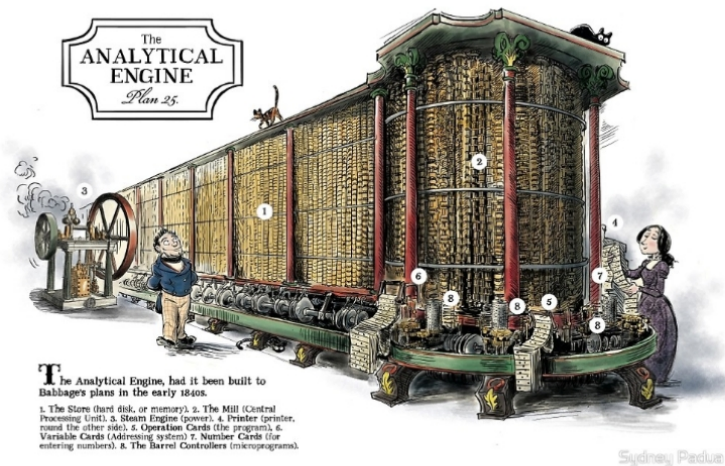
In questa vignetta vediamo Ada Lovelace che si rivolge a Charles Babbage che dice: “Maledizione! È inceppato che si fa??!” *(L’inceppamento non era un bug, ma una caratteristica del motore che era progettato per incepparsi piuttosto che commettere un errore). Ada, perplessa, propone: “hai provato a spegnerlo e poi riaccenderlo? **(Invertire delicatamente il motore era davvero un metodo per sbloccarlo. Oppure potresti colpirlo con un piede di porco).

Figura 3 fumetto con Ada & Charles

Questo è un esempio di fantasia che illustra il rapporto amichevolmente conflittuale tra Ada e Charles. Charles era ossessionato da meccanismi e rotismi della macchina, ma ancora di più dagli errori! Ada cerca di risolvere il problema in modo più sottile ...



Nella storia dell'evoluzione del pensiero informatico ecco irrompere due figure gigantesche per importanza e conoscenza: Ada Byron contessa di Lovelace e "genius" Charles Babbage. Segnarono profondamente la storia del computer anticipandone la struttura HW, questo Babbage e il modo di lavorare SW, questo da parte di Ada! In basso una rappresentazione steampunk della "ANALYTICAL ENGINE" progettata da Babbage e fatta funzionare da ADA. Questo tutto "in fieri" perché la tecnologia non era ancora pronta!



Consiglio la lettura di questo libro. È la prima opera che mi spiega con le immagini l'era vittoriana e l'avvento dell'innovazione!

Figura 4 The ANALYTICAL ENGINE

Il periodo storico più affascinante e ricco di innovazioni e spunti per la nostra storia è senza dubbio quello vittoriano! I personaggi indiscussi sono Ada e Charles, ma per rendere ancora più suggestivo questo racconto dobbiamo citare Lewis Carroll, l'inventore di "Alice nel paese delle meraviglie". Pochi sanno che egli era anche un valente matematico e filosofo e un amante della fotografia nuova arte nascente. Il suo campo prediletto era la logica simbolica ed Alice impersona al meglio il modo di pensare con questa logica!

Ricordiamo che la nostra logica e modo di parlare di tutti i giorni differisce molto dalla logica simbolica. Si corre il rischio di non capire o fraintendersi.....e quindi bisogna fare molta attenzione, concentrarsi e immedesimarsi in questo asciutto linguaggio!

Già nel secolo precedente Leibniz voleva creare un linguaggio universale della scienza basato su simboli e caratteri. Si voleva stabilire un alfabeto del pensiero umano che rendesse possibile derivare in maniera deduttiva nuove idee mediante regole di combinazione dei simboli. Senza inoltrarci in un campo non semplice, ricordiamo che fu l'oscuro (scarsamente considerato dai colleghi) George Boole, matematico autodidatta, a formalizzare la logica simbolica dandogli una veste matematica e algebrica.

La realizzazione delle prime macchine che potessero funzionare come nei desideri di Ada e Charles si realizzarono nei primi del 900, quando le intuizioni di Claude Elwood Shannon e la nascente tecnologia elettronica lo permise.

A questo punto introduciamo nella nostra trattazione il nostro spirito guida nella figura di Alice perché meglio rappresenta la voglia di novità, di cambiamento e di rottura di quell'atmosfera cupa e asfissiante nella quale si muoveva la cultura dell'epoca. L'introduzione⁹ di Alice è stata fatta perché lei si esprime secondo i canoni della logica simbolica. La parte che più mi ha colpito è all'inizio, quando sotto un albero dice alla sorella che i libri dovrebbero avere immagini e dialoghi che illustrassero i vari argomenti in modo da conquistare il lettore/studente verso nuovi e più agevoli sentieri della cultura.

Alice nel Paese delle meraviglie, è stato pubblicato nel 1865 ed è ancora attualissimo. Un lungo e intenso viaggio nella crescita, nei suoi misteri, ma anche nell'energia che emana con la voglia di cambiare, di sognare, di andare oltre il quotidiano. Tutti possiamo essere come Alice: persone oggi migliori rispetto a ieri. E nessuno può barricarsi, con i propri difetti, con la retorica e falsa autodifesa "Io sono fatto così e non posso cambiare....".

Inseguire Bianconigli è un'ottima idea. Certo, comporta rischi. Come qualunque vera avventura. Ma solo chi ha il coraggio di spingersi nell'ignoto può precipitare in altri mondi. Come Alice. Mondi in cui tutto è possibile. Dove la realtà si fa estremamente mutevole. Un viaggio apparentemente senza senso che cela numerosi insegnamenti. (tratto da [Laura De Rosa](#) Posted on [14.08.2022](#))



Charles Lutwidge Dodgson

Matematico e professore di Logica simbolica presso la Christ Church di Oxford. Si dilettò anche di fotografia, arte allora nascente. È sua la foto di Alice Liddell, musa ispiratrice per il suo capolavoro di "Alice nel paese delle meraviglie".



Alice Liddell
La bimba che ha ispirato la figura di Alice

Spirito Guida



Lewis Carroll

Autore di
"Alice nel paese delle meraviglie"

La North Star è un simbolo dell'epopea Vittoriana (1800). Periodo di grandi innovazioni e scoperte mirabolanti!

1865

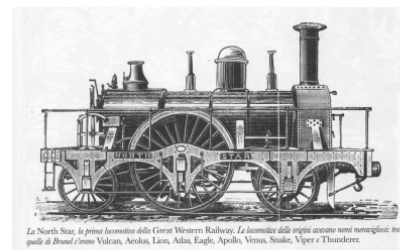


Figura 5 Alice nel paese delle meraviglie

⁹ Sono stato un professore di matematica nella scuola media, e quando mi sono trovato a spiegare l'informatica e in particolare l'algebra booleana vedevo le facce stupite e sconcertate dei miei allievi. Come fare per superare questo ostacolo? La proiezione del film Disney "Alice nel paese delle meraviglie" mi ha aiutato a farli immergere in quel periodo storico e iniziare a comprendere il sofisticato linguaggio del libro scritto secondo la logica simbolica di Dodgson.

“È sempre l’ora del tè!” Le frasi indimenticabili di Alice nel Paese delle Meraviglie



Le avventure di Alice nel Paese delle Meraviglie è uno di quei libri - anzi, verrebbe da dire di quelle **storie senza tempo** – che ricorrono spesso nelle citazioni. Forse perché poche storie come quella che non esitiamo a definire “visionaria” scritta da Lewis Carroll 150 anni fa riescono a raccontare con altrettanta efficacia l’esistenza di un mondo con logiche diverse, dove tutto quello che conosciamo perde quasi di significato.

Ma chi conosce il libro, sa che le frasi più forti rimaste nella mente degli spettatori sono spesso riportate fedelmente dalla versione originaria. Fedelmente per quanto possibile, per la verità, perché esistono **tantissime diverse traduzioni** dell’opera originaria di Carroll: tante quante gli scrittori e i traduttori che hanno voluto cimentarsi con la follia creativa e i giochi di parole dell’opera originale. Che poi questa è una delle caratteristiche principali del libro: la capacità straordinaria di Carroll di giocare con il mondo, con la realtà e con le parole, di spiazzare il lettore, di divertirsi a sconvolgere il senso stesso delle frasi per raccontare il suo mondo parallelo e i suoi personaggi bislacchi.

Per questo vi proponiamo **una piccola selezione di frasi dal libro** pubblicato nel 1985. Non certo le migliori, né le più rappresentative. Come al solito, solo una personalissima selezione, per assaporare ancora una volta il gusto di quelle chiacchierate di fronte ad una tazza di tè...

1. “In tutto c’è una morale, se si sa trovarla.”
2. “Per quanto tempo è per sempre?”
“A volte, solo un secondo” (Alice e Bianconiglio)
3. “È sempre l’ora del tè, e negli intervalli non abbiamo il tempo di lavare le tazze”.



4. “Prendi più tè.”
“Non ne ho ancora preso niente, non posso prenderne di più.”
“Vuoi dire non puoi prenderne di meno. È facile prendere più di niente.” (Alice e la Lepre Marzolina)
5. “Vorresti dirmi di grazia quale strada prendere per uscire di qui?”, disse Alice
“Dipende soprattutto da dove vuoi andare”, disse il gatto.
“Non m’importa molto”, disse Alice.
“Allora non importa che strada prendi” disse il gatto.
“Purché arrivi in qualche posto”, aggiunse Alice a mo’ di spiegazione.

“Ah per questo stai pure tranquilla – disse il gatto – basta che non ti fermi prima.”



6. *“Il modo di ragionare degli animali è terribile” disse tra sé. “Ci sarebbe da diventar pazzi!”*



7. *“Ultimamente erano successe tante di quelle cose strane che Alice aveva cominciato a credere che di impossibile non ci fosse quasi più nulla.”*



8. *“Allora dovresti dire quello a cui credi”, riprese la Lepre Marzolina.*

“È quello che faccio”, rispose subito Alice; “almeno credo a quello che dico, che poi è la stessa cosa.”

“Non è affatto la stessa cosa!”, disse il Cappellaio. “Scusa, è come se tu dicessi che vedo quello che mangio è la stessa cosa di mangio quello che vedo!”

9. *“Tagliategli la testa!” (Regina di cuori)*



10. *“Povero me! Povero me! Arriverò in ritardo!” (Bianconiglio)*

11. “A che serve un libro senza dialoghi né figure?” (Alice)¹⁰



Figura 6 Alice in una scena tratta dall'omonimo film Disney

HW & SW (hardware e software ovvero letteralmente ferramenta e cosa impalpabile)

La macchina che abbiamo davanti e che adoperiamo tutti i giorni è un insieme di **ferraglia** e di **istruzioni** che magicamente lo fa diventare: **ma ovvio un computer!!!!**

Lo schema che presentiamo indica in modo schematico l'insieme di HW & SW con il quale operiamo tutti i giorni.



Figura 7 HW & SW

¹⁰ Questa frase è la mia preferita. Racchiude in sé tutta la voglia di cambiamento, positivo, e di innovazione. Si può cambiare!!!

Il “padre” dell’HW è senza dubbio Charles Babbage, mentre la “madrina” del SW è Ada Lovelace che per prima scrisse il programma per far funzionare la macchina. Sono presenti nella mappa anche i quattro personaggi storici che hanno permesso l’evoluzione del pensiero informatico. Ma torniamo al proto computer così ben disegnato e immaginato da Sidney Padua.

“The ANALYTICAL ENGINE”: il proto computer, cerchiamo di ampliare la sua conoscenza. La macchina viene immaginata come un grande catafalco che utilizza l’energia dello “steam” o vapore. Nell’800 era l’unica energia conosciuta dopo quella animale. Charles stese il progetto pensando ad un modello simile a quello delle aziende dell’epoca delle quali era consulente economico. Esiste un “The Store” un magazzino dove archiviare le informazioni paragonabile al giorno d’oggi all’hard disk, un “The Mill” un mulino dove avvengono le trasformazioni, praticamente una CPU. Abbiamo già detto che l’energia viene dallo “steam” il vapore, ma la parte più interessante è data dalle “punch cards” o schede perforate, idea presa dai telai Jacquard¹¹. Queste schede hanno funzioni diverse ma, l’importanza è che sono di natura binaria “buco non buco”.

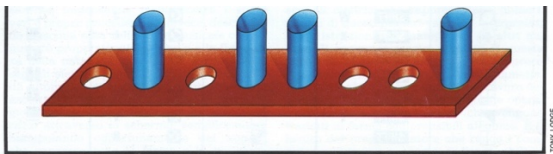


Figura 8 buco non buco, natura binaria

Servono per inserire il programma (serie di istruzioni o “program”), le “Number Cards” per inserire i numeri o dati, “Operations Cards” per inserire le operazioni, le “Variable Cards” per inserire le variabili e gli indirizzi di sistema (Adressing System) e infine per “The Barrell Controllers” letteralmente “i controllori del barile” sarebbero i “Microprograms” i microprogrammi essenziali per far funzionare la macchina, in buona sostanza la ROM.

¹¹ Jacquard faceva funzionare i suoi telai con dei programmi, una serie di istruzioni, formati da schede perforate che rendevano automatizzato il lavoro del telaio. È il primo esempio di macchina che operava con un programma memorizzato.

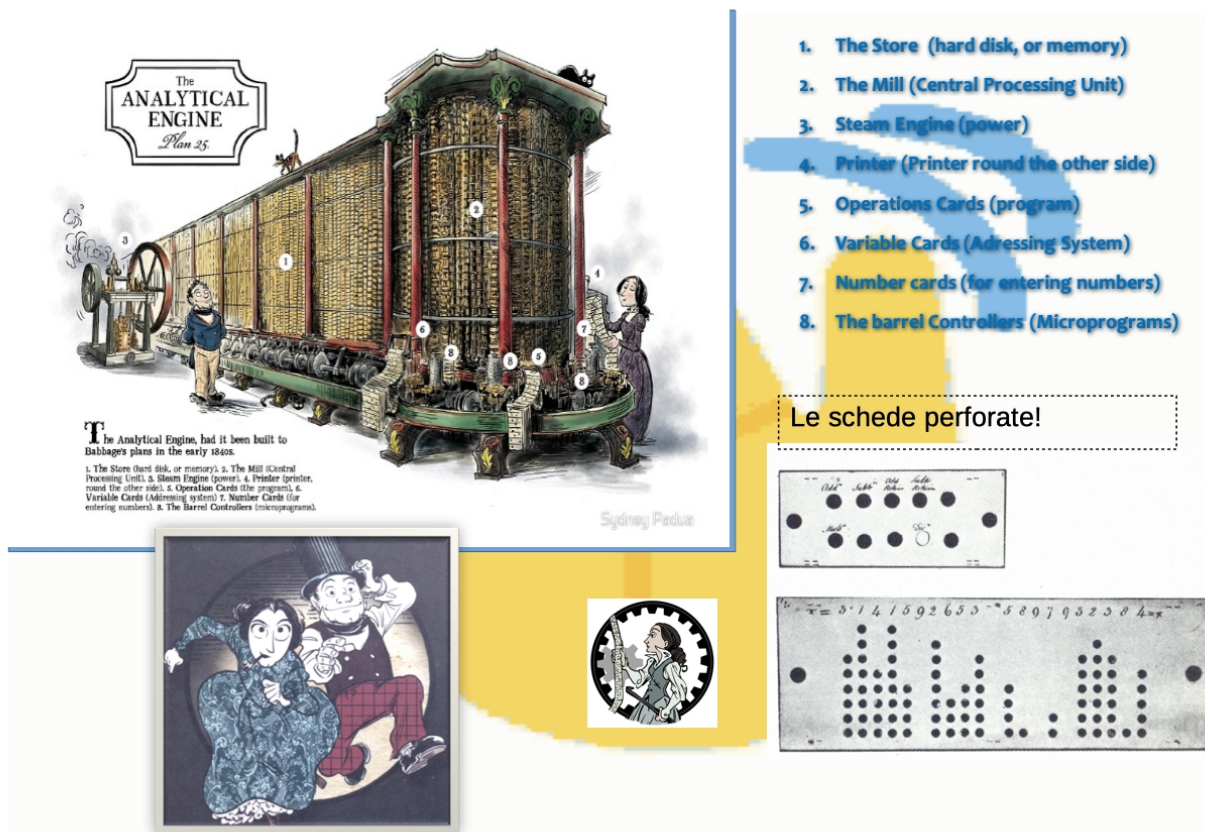


Figura 9 The ANALYTICAL ENGINE e didascalie

Il primo proto computer assomiglia in modo impressionante ai nostri moderni pc, ma molto più interessanti sono le osservazioni di Ada Lovelace.

La storia inizia con la partecipazione al congresso scientifico di Torino di Babbage dove illustra la sua macchina, e affida all'ing. Menabrea (futuro primo ministro del governo italiano) l'esposizione scritta delle sue idee sulla "The Analytical Engine".

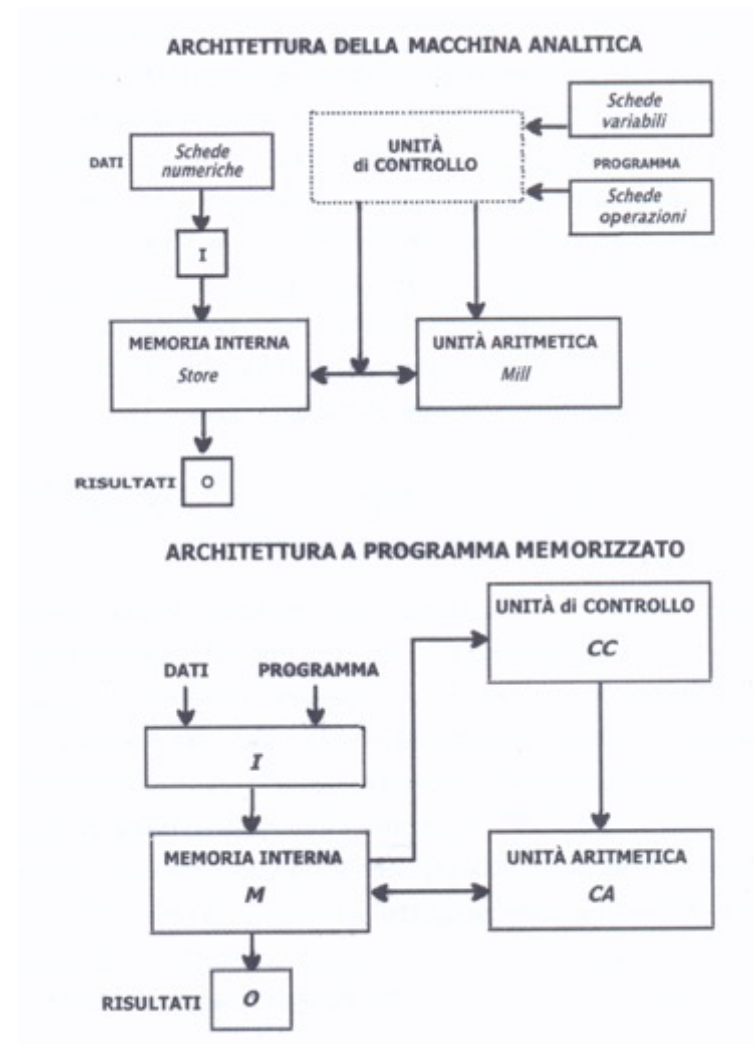


Figura 10 Confronto tra le architetture dell'"The ANALYTICAL ENGINE" e il moderno computer. O sta per OUTPUT e I sta per INPUT



Figura 11 Sketch su The ANALYTICAL ENGINE

Questo è lo Sketch che illustra le funzionalità della macchina, ma la parte più rilevante sono le sette note che Ada ha aggiunto. Ada Lovelace, matematica londinese, viene considerata la prima programmatrice della storia. Ha sviluppato il primo algoritmo espressamente inteso per essere elaborato da una macchina. Ha previsto il ruolo del moderno computer e, con la sua scoperta innovativa, ha gettato le basi della moderna informatica.

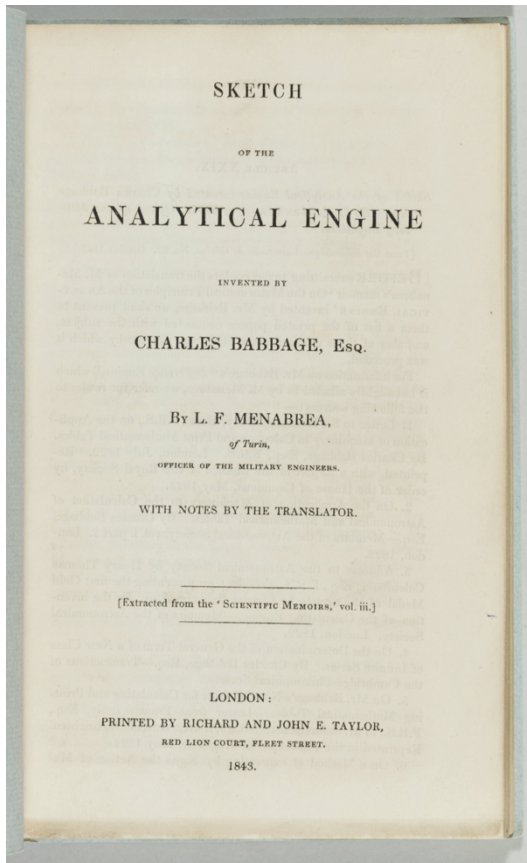


Figura 12 Lo Sketch tradotto da Ada Lovelace

Osserviamo la copertina dello sketch.

Il testo redatto da Menabrea era in francese, la lingua scientifica ufficiale. Babbage incarica Ada Lovelace di tradurlo in inglese. Ma lei non viene mai citata! Difatti c'è scritto "WITH NOTES BY TRANSLATOR" il TRANSLATOR è lei, la contessa di Lovelace. Le sue note sono sette, A B C D E F G e sono di una importanza fondamentale per la storia dell'informatica. Le pagine dove sono scritte le note sono addirittura più numerose delle pagine componenti lo stesso sketch. Questo succede perché nell'800 era molto difficile per una donna scrivere di scienza e difficilmente poteva farlo con il suo nome, anche se lei era la figlia di un Pari d'Inghilterra.¹²

Lovelace ha aggiunto sette note (A, B, C, D, E, F, G) alla sua traduzione di *Sketch of Analytical Engine* di Menabrea e, ripeto, sono due volte e mezzo il documento originale. Tutte le note costituiscono 65 pagine dell'edizione di settembre 1843 di *Taylor's Scientific Memoirs*, una rivista dedicata alla

pubblicazione di traduzioni inglesi di opere dall'Europa continentale.

Il documento di Menabrea è una trascrizione corretta del progetto di Babbage e delinea la struttura di base del primo proto computer con alcuni semplici esempi di possibili calcoli!

Fu così che nel 1843 Ada scrisse il primo documento sull'informatica, incluso il primo programma per computer completo.

È nelle note di Lovelace che si possono trovare le proto-versioni delle più interessanti idee informatiche moderne: il loop, le dichiarazioni if-then, la separazione tra hardware e software e, più radicalmente, il concetto di calcolo general-purpose (universalità del calcolo): cioè, il potenziale per la teoria di andare oltre la risoluzione delle equazioni numeriche e loro manipolazione e, molto molto importante, il tipo di informazioni che potevano essere elaborate dalla macchina. In sostanza afferma che si possono elaborare anche altri tipi di informazione, oltre a quelle numeriche è sufficiente che queste nuove informazioni obbediscano alle leggi dell'algebra booleana e della natura digitale.

¹² George Gordon Byron, 6° Barone Byron, FRS (22 gennaio 1788 – 19 aprile 1824), conosciuto semplicemente come Lord Byron, è stato un poeta e pari inglese. Una delle figure principali del movimento romantico, Byron è considerato uno dei più grandi poeti inglesi. Rimane ampiamente letto e influente.

Le note, come anche esposto da Menabrea, contengono diversi "programmi" matematici. Lo stesso Babbage aveva naturalmente abbozzato semplici programmi esemplificativi per la sua macchina; alcuni piccoli programmi esistono perché uno degli assistenti di Babbage (che si distingueva per la sua scrittura molto ordinata) li ha scritti nelle pagine dei progetti di Babbage.

È stata Lovelace, tuttavia, che ha elaborato il programma più evoluto e completo del Journal, e fu la prima a pubblicare un programma per la macchina; per questo motivo, è conosciuta come "il primo programmatore di computer".

È da ricordare che esiste una considerevole controversia su quanto delle note siano di Lovelace e quanto siano di Babbage. La loro corrispondenza postale non chiarisce questo, è di natura molto scherzosa, piena di batture e allusioni, ma non specifica i vari contributi.

Conoscendo un po' i personaggi, propendo sicuramente per Ada!

Tutto ciò che riguarda l'hardware è certamente di Babbage: mentre quello che Babbage chiamava la "visione filosofica" del motore, così come le forme finali dei programmi, sono frutto del lavoro e del pensiero di Lovelace.

In un certo senso abbiamo una visione rigida e testarda di Babbage ossessionato dal produrre tabelle numeriche, e una voluttuosa di Lovelace che incarnano la divisione tra hardware e software e Ada intravede nuove possibilità di utilizzo della macchina. L'attenzione di Babbage era concentrata su quello che chiameremmo oggi l'hardware: la rete a orologeria di leve ininterrottamente intrecciate, schede a ingranaggi, pioli, rack, ecc. che costituiscono il motore.

Lovelace, d'altra parte, tendeva a ignorare l'hardware con un aristocratico **hand wawe** (*lezzioso gesto femminile con la mano, con il quale mandava affettuosamente a quel paese il "genious" suo partner*) e si dedicava alla sua idea di adattare la macchina per la produzione sia di risultati sia numerici, sia simbolici *"in modo facile, con poche semplici disposizioni!"*; lei era tutta incentrata sul software; leggendo il suo Journal, si deduce che lei pensava che, letteralmente tonnellate di metallo avrebbero eseguito le operazioni dissolvendosi in un'astrazione di dati.

Non è chiaro perché Babbage stesso non abbia mai pubblicato nulla di diverso da vaghi riassunti sulla sua stessa macchina. Pubblicò volumi di divagazioni su ogni argomento sotto il sole, tranne quello del lavoro della sua vita; tutto ciò che sappiamo del Motore Analitico è tratto dai lavori di Lovelace e dalla decifrazione dei volumi di quaderni e diagrammi lasciati da Babbage.

Qualunque sia la ragione, sono state le note di Lovelace e la sua filosofia, che hanno portato avanti la visione di una macchina informatica per scopi generici nel futuro.

Alcuni sprazzi del pensiero di Ada, tratti dalle sue note:

Computer e telai Jacquard

"The Analytical Engine weaves algebraic patterns just as the Jacquard loom weaves flowers and leaves".

"Il Motore Analitico intreccia schemi algebrici proprio come il telaio Jacquard tesse fiori e foglie"

Computer e calcolo non numerico

"[The Analytical Engine] might act upon other things besides number, were objects found whose mutual fundamental relations could be expressed by those of the abstract science of operations, and which should be also susceptible of adaptations to the action of the operating notation and mechanism of the engine..."

"[Il motore analitico] potrebbe agire su altre cose oltre al numero, sono stati trovati oggetti i cui reciproci rapporti fondamentali potrebbero essere espressi da quelli della scienza astratta delle operazioni e che dovrebbero essere anche suscettibili di adattamenti all'azione della notazione operativa e del meccanismo del motore ...

Computer e musica

"Supposing, for instance, that the fundamental relations of pitched sounds in the science of harmony and of musical composition were susceptible of such expression and adaptations, the engine might compose elaborate and scientific pieces of music of any degree of complexity or extent"

"Supponendo, ad esempio, che le relazioni fondamentali dei suoni accordati nella scienza dell'armonia e della composizione musicale fossero suscettibili di tale espressione e adattamenti, il motore potrebbe comporre brani musicali elaborati e scientifici di qualsiasi grado di complessità o estensione. "

Computer e intelligenza artificiale

"The Analytical Engine has no pretensions whatever to originate anything. It can do whatever we know how to order it to perform. It can follow analysis; but it has no power of anticipating any analytical relations or truths."

Il motore analitico non ha alcuna pretesa di creare qualcosa. Può fare tutto ciò che sappiamo come ordinarlo per esibirsi. Può seguire l'analisi; ma non ha il potere di anticipare alcuna relazione analitica o verità.

Un tributo, dovuto, a due grandissimi protagonisti della storia dell'informatica

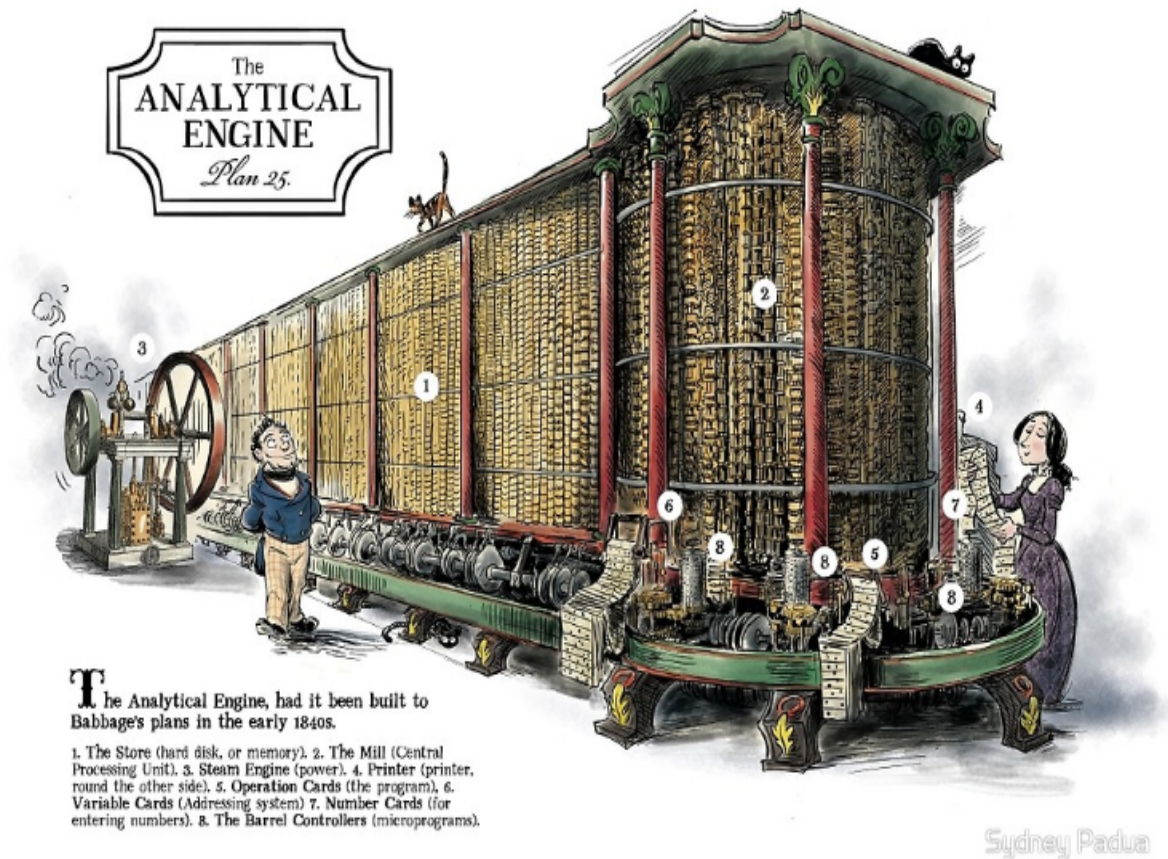


Figura 13 The ANALYTICAL ENGINE



Pausa meditativa in osteria!



Con Jacquard abbiamo il primo esempio di programma! (schede perforate)

ADA FOREVER



È IL PRIMO PC (PERSONAL COMPUTER) IL PRIMO COMPUTER PER TUTTI!

Il CHIP è il primo passaggio per la miniaturizzazione delle macchine da calcolo e l'introduzione delle LOGIC GATES!



I grande intuizione

Le macchine da calcolo possono processare qualunque tipo di informazione!

0¹2³4
5⁶7⁸9



Le informazioni processate possono essere **NUMERI, TESTI, FILMATI, AUDIO**.....

La commutazione di pacchetto ha permesso a tutti i computer di far parte di una rete e quindi mettere tutti in comunicazione!!!!

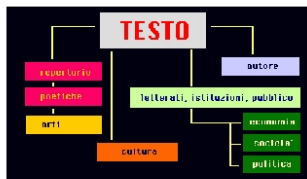
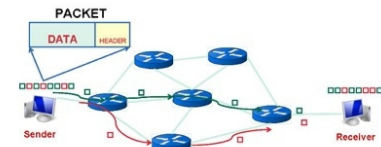


Figura 14 ADA FOREVER I la grande intuizione

ADA FOREVER II

Il grande intuizione

Le macchine da calcolo si possono programmare!!!

Tre concepts di programmazione:
1 STATEMENT
2 CONDITIONAL BRANCHING
3 SUBROUTINE

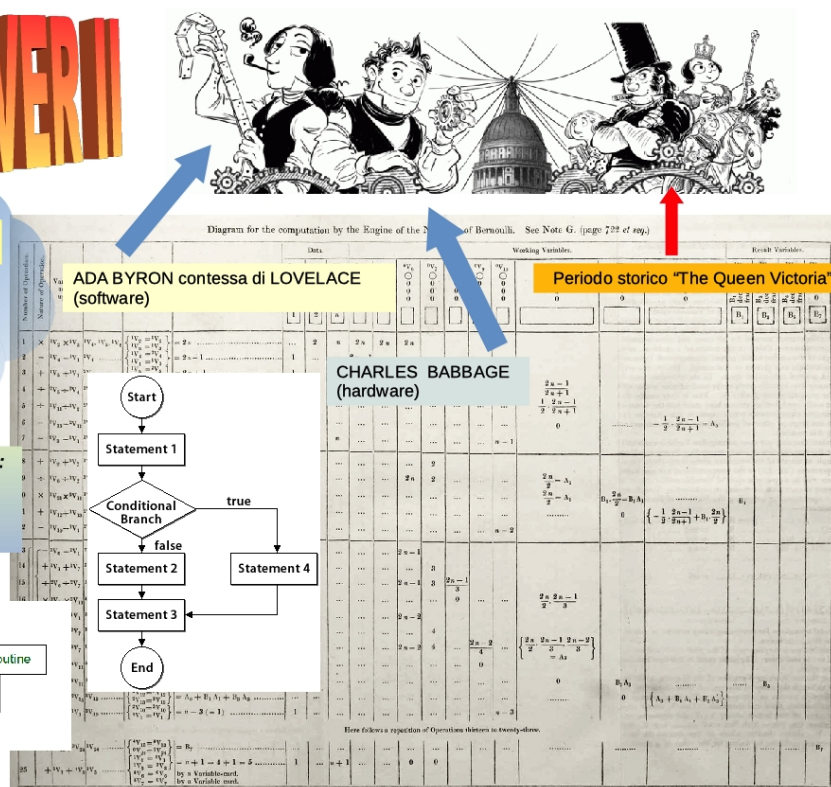
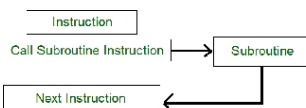
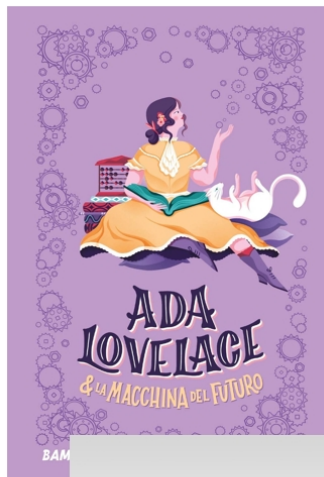


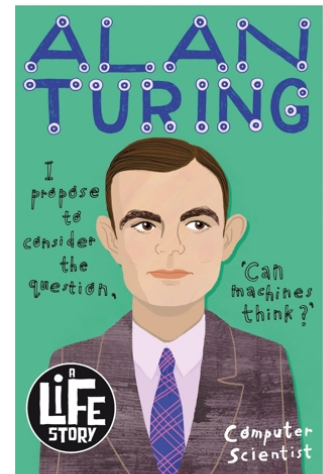
Figura 15 ADA FOREVER II il programma



ADA FOREVER III

ADA ha affermato che qualsiasi "ANALYTICAL ENGINE" non può originare pensieri originali, ma solo solo quelli comandati dall'uomo!

ALAN ha sollevato "L'OBIEZIONE DI LADY LOVELACE". Propose di considerare il problema "IL COMPUTER può PENSARE?".



E' il problema della AI (Artificial Intelligence) e per provare che la macchina può pensare, ALAN propose un TEST.

ALAN propose una definizione operativa di macchina pensante – quella per cui una persona che poneva delle domande non sarebbe stato in grado di stabilire se a rispondere fosse un uomo o una macchina. (Pensava che nel giro di breve tempo un computer sarebbe riuscito a superare il test).

A tutt'oggi nessun computer è riuscito a superare il TEST!

Figura 16 ADA FOREVER III l'intelligenza artificiale



E nacque il sistema binario!

Il padre del sistema binario è il matematico e filosofo tedesco:

Gottfried Wilhelm von Leibniz

è stato un filosofo, matematico, scienziato, logico, teologo, linguista, glottoteta, diplomatico, giurista, storico e magistrato tedesco.

Nascita: 1 luglio 1646, Lipsia, Germania Morte: 14 novembre 1716, Hannover, Germania

Con influenze di: Cartesio, Archimede, Euclide. Sequaci: Immanuel Kant, Eulero, Charles Babbage.

Studenti Illustri: Nicolas Malebranche, Christian Wolff, Jakob Bernoulli.

Consulenti accademici: Christiaan Huygens, Jakob Thomasius, Erhard Weigel, Bartholomäus Leonhard Schwendendörffer.

Questa breve carrellata ^(Wikipedia) dà una parziale idea della grandezza e statura culturale dell'uomo che è stato uno degli scienziati e filosofi più influenti dell'umanità!

Un approccio insolito è quello di iniziare a parlare del filosofo e del matematico, padre del sistema binario, citando questo articolo dove si racconta come il grande filosofo si sia rivolto ai Gesuiti, missionari in Cina, per capire alcuni aspetti della storia dell'antica Cina. Questi aspetti lo interessarono fino al punto di affermare:

“appare quasi necessario l'invio di missionari cinesi presso di noi affinché ci insegnino l'uso e la prassi della Teologia Naturale”

*... il reverendo Padre Bouvet ed io abbiamo scoperto il senso apparentemente più vero, secondo la lettera, dei caratteri di Fohi [Fu Xi], fondatore dell'Impero, che consistono solo nella combinazione di linee intere e spezzate e che passano per i più antichi della Cina, come anche per i più semplici. Ci sono 64 figure comprese nel libro chiamato Ye Kim [**I Ching**], ossia il Libro delle Variazioni [...] si tratta dell'aritmetica binaria che quel grande legislatore sembra aver posseduto e che io ho ritrovato alcune migliaia di anni dopo.*

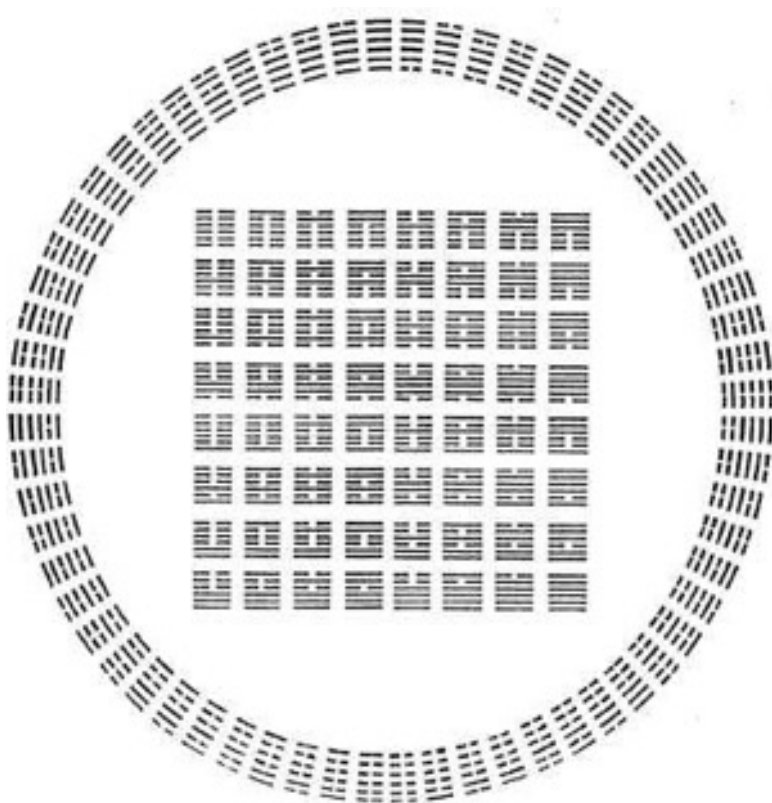
Gottfried Wilhelm von Leibniz in una lettera a Nicole de Redmond del 1715, in riferimento alla “Ruota di Fu Xi” riportata in fondo all'articolo.

... che ben presto noi saremo inferiori ai cinesi in ogni campo: certo non dico ciò perché io invidi loro questa nuova luce, anzi piuttosto me ne rallegro, ma perché bisogna che noi a nostra volta desideriamo apprendere da essi quelle cose che finora potrebbero risultare più vantaggiose per noi, in particolare l'uso della filosofia pratica ed un genere di vita più onesto, per non dire ora di altre loro arti. Certamente mi sembra che la nostra condizione, dato che le corruzioni si stanno diffondendo smisuratamente, è tale da apparire quasi necessario l'invio di missionari cinesi presso di noi affinché ci insegnino l'uso e la prassi della Teologia Naturale, come noi inviamo loro i nostri Missionari a insegnare la Teologia della Rivelazione. Pertanto io credo che, se fosse stato scelto qualche sapiente capace di giudicare non la bellezza delle Dee ma l'eccellenza dei popoli darebbe l'aureo pomo ai cinesi.

Gottfried Wilhelm von Leibniz nella prefazione a “Novissima Sinica” di Giuseppe Suario nel 1697

JOSEPH NEEDHAM 21/12/2011

La nostra comune aritmetica ha per base 10, e l'aggiunta di uno zero all'ultima posizione intera moltiplica il numero per 10. Ma quest'uso è puramente arbitrario. L'aritmetica avrebbe potuto avere per base il 12, nel qual caso le divisioni per tre o per quattro non avrebbero comportato frazioni di numeri interi. Alcune proprietà dei numeri sono fondamentali in ogni sistema, mentre altre dipendono dalla base arbitrariamente scelta. Per esempio, il fatto che, sommando insieme numeri dispari, si abbia la serie dei quadrati, si verificherebbe comunque, indipendentemente dalla base scelta. Ma che tutti i multipli di 9 siano cifre che, una volta sommate, danno 9 non è una proprietà fondamentale e deriva semplicemente dal fatto che il 9 è il penultimo numero nella serie di base arbitrariamente scelta. A **Leibniz** venne in mente che sarebbe stata possibile e forse anche utile un'aritmetica avente come **base il 2**; in quest'aritmetica "binaria" o "diadica", uno zero aggiunto a qualsiasi numero avrebbe avuto la proprietà di moltiplicarlo soltanto per 2, proprio come nella comune aritmetica lo moltiplica per 10.



Per approfondire sulla natura binaria dei caratteri FO HI consultare:

https://www.adalovelace.it/leibniz_02-i-caratteri-fohi/

Figura 17 caratteri FO HI

I numeri verrebbero pertanto rappresentati nel modo seguente:

1=1; 2=10; 3=11; 4=100; 5=101; 6=110; 7=111; 8=1000; 9=1001; 10=1010; 11=1011; 12=1100; 13=1101; 14=1110; 15=1111; ...

Senza addentrarci in dotte disquisizioni filosofiche accettiamo che Leibniz abbia introdotto il sistema di numerazione binario e assecondiamo il sogno di Leibniz.

Il sogno di Leibniz

Con questa espressione Giuseppe Peano¹³, “il maestro del pensiero formale”, battezzò nel 1898 la prima formulazione di Leibniz, del più meraviglioso programma di ricerca progressivo della storia della conoscenza umana: LA LOGICA MATEMATICA.

Così racconta Leibniz:

*“...Studiando questo problema di logica, arrivai come spinto da una necessità interna a questa idea straordinaria: doveva essere possibile costruire una **caratteristica universale della ragione**, mediante la quale, in qualsiasi dominio, tutte le verità si presenterebbero alla ragione in virtù di un metodo di calcolo, come nell’aritmetica o nell’algebra....Di conseguenza, quando sorgeranno controversie tra due filosofi, non sarà più necessaria una discussione; sarà sufficiente infatti che prendano in mano le penne, si siedano di fronte agli abachi e si dicano l’un l’altro: **CALCULEMUS!**”*

Tutto era cominciato due secoli prima, nel Seicento, con la **Rivoluzione Scientifica**¹⁴.

La nascita dell’*algebra simbolica* e l’esplosione della idea del ‘**regno dei segni**’ (algebra e lo zero) come dimora della scienza ne era stato forse il processo fondamentale. E sin dall’inizio era stato un tema su cui convergevano l’empirismo e pragmatismo inglese e la filosofia razionalistica tedesca.

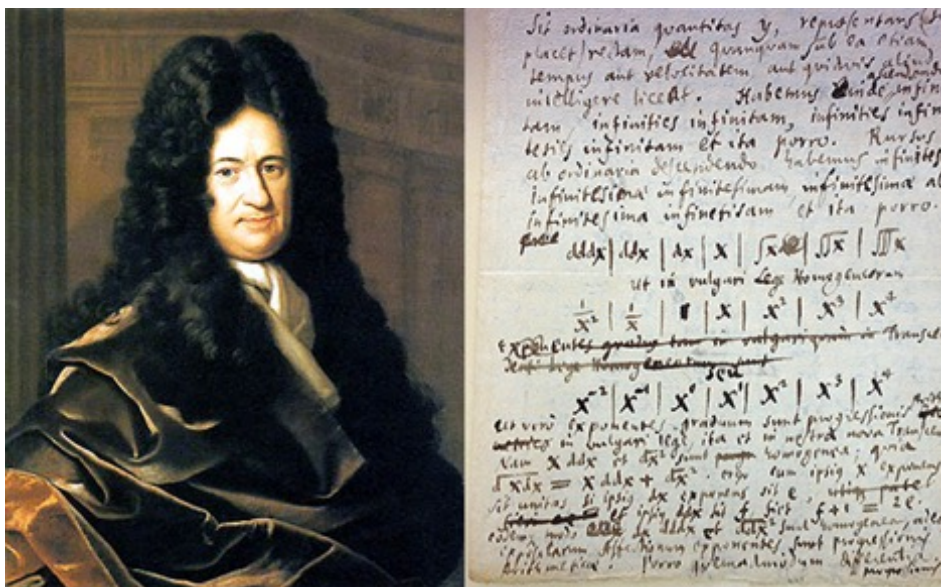


Figura 18 Gottfried Wilhelm von Leibniz e suoi appunti di calcolo infinitesimale

¹³ Giuseppe Peano è stato un matematico, logico e glottoteta italiano. Fu l'ideatore del latino sine flexione, una lingua ausiliaria internazionale derivata dalla semplificazione del latino classico.

¹⁴ Come non ricordare colui che fece passare l'umanità dalle visioni religiose e della metafisica alla percezione della realtà con il “metodo scientifico”: **Galileo Galilei**.

Da un lato Hobbes e Locke, dall'altro Leibniz concepirono l'idea che ***il pensiero sia calcolo***. Nei *"Nuovi Saggi sull'Intelletto Umano"* (1705) Leibniz critica Locke, ma in fondo ne condivide l'agenda dei problemi.

Il regno dei segni per Leibniz (1646-1716) come per la successiva matematica tedesca è il linguaggio della 'teoria', mentre per la matematica inglese è il 'calcolo'. Nella tradizione culturale empirista inglese il pensare è in primo luogo associazione di 'idee', che conserveranno a lungo la loro originale natura di 'immagini mentali' costruite induttivamente dall'esperienza sulle cose.

L'idea che emerge tra gli empiristi è che il calcolo, anche se le idee sono eterogenee rispetto ai segni, può riflettere la associazione e separazione tra le 'idee'. Ha un ruolo solo pratico, i 'segni' nel mondo sono degli intrusi, e lo stesso Newton, padre del calcolo differenziale, per la sua fisica userà la rappresentazione geometrica, adoperando le tecniche differenziali solo per fare qualche 'calcolo', inventando a tal fine anche le tecniche per il calcolo approssimato.

Per Leibniz invece ***l'ars combinatoria***, la scienza della manipolazione dei segni, è omogenea alla aritmetica nel costituire il linguaggio di base della scienza, ed ha due aspetti che sono ancora oggi alla base della nostra idea di 'linguaggio di rappresentazione': una è la ***characteristica universalis***, cioè un lessico in grado di tradurre in sequenza di segni un qualsiasi fatto esprimibile, e l'altra è il ***calculus ratiocinator***, cioè una notazione simbolica in grado di ricavare tutte le inferenze e di descrivere tutti i calcoli.

Prima del protocomputer

Siamo rimasti all'idea del proto computer, la macchina analitica di Babbage, e al primo sw creato da Ada Lovelace. La macchina era destinata, nell'idea del suo progettista, a risolvere le equazioni differenziali e gli sviluppi in serie di funzioni per creare tabelle numeriche precise e affidabili. Solo Ada, con la sua forte personalità e sensibilità femminile, osò pensare altri utilizzi, ma siamo sempre nel campo dei numeri costruiti con un alfabeto di dieci cifre (0.....9).

Per arrivare alla definizione di bit (contrazione di binary digit) composto da un alfabeto di due soli numeri (0, 1) bisogna percorrere un lungo cammino e dare un accenno alle principali teorie logiche-filosofiche-matematiche-elettroniche che ci introdurranno nella moderna era dell'informazione digitale.

I protagonisti principali di questa cavalcata culturale sono:

1. **Gottfried Wilhelm von Leibniz** (Lipsia, 1-lug-1646 – Hannover, 14-nov-1716) è stato un matematico, filosofo, scienziato, logico, teologo e altro. Lo si può definire un genio universale.
2. **George Boole** (Lincoln, 2-nov-1815 – Ballintemple, 8-dic-1864) è stato un matematico e logico britannico, ed è considerato il fondatore della logica matematica.

3. **Claude Elwood Shannon** (Petoskey, 30-apr-1916 – Medford, 24-feb-2001) è stato un ingegnere e matematico statunitense è definito “il padre della teoria dell’informazione”.

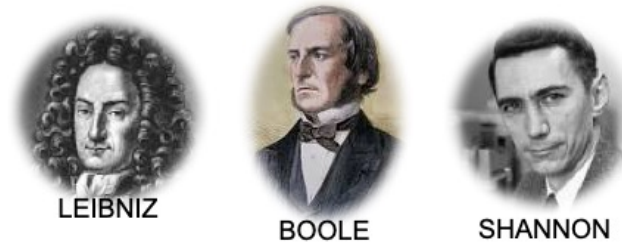


Figura 19 I tre "moschettieri" dell'informatica

Cominciamo da Leibniz e dalla sua idea meravigliosa, già accennata precedentemente. Voleva creare un alfabeto speciale i cui elementi non stessero per suoni, ma per concetti. Non un alfabeto fonetico, ma un alfabeto composto di lettere che potevano assumere il significato di simboli e/o concetti in modo da creare un linguaggio che, basato su questo alfabeto, si potesse stabilire per mezzo di calcoli simbolici quali suoi enunciati erano VERI o FALSI e quali relazioni intercorrevano tra essi.

La logica aristotelica, senza addentrarci oltre, proponeva la **suddivisione dei concetti in categorie**, quindi Leibniz paragonò il ragionamento a un meccanismo. Il suo intendimento era ridurre ogni ragionamento a una sorta di calcolo e da ultimo costruire una macchina capace di calcolare.

Leibniz pensava a una *caratteristica universale*, cioè un sistema di simboli che non solo fosse reale ma abbracciasse anche il pensiero umano in tutta la sua estensione.

“.....è la notazione algebrica a incarnare l'ideale della caratteristica universale e a servire da modello. Un sistema di simboli ben scelto sia utile e indispensabile per il pensiero deduttivo.....”

Nel far riferimento all’aritmetica e all’algebra Leibniz osservò come queste discipline dimostrino quanto sia importante un buon simbolismo. Aveva in mente i vantaggi della numerazione araba introdotta in Europa da Leonardo Pisano detto il Fibonacci....

Il matematico pisano **Leonardo Fibonacci**, vissuto tra il 1175 e il 1235 e autore di due testi fondamentali per le scienze matematiche del Medioevo e per l’umanità: il primo è il “*Liber abbaci*” pubblicato nel 1202 e successivamente rielaborato nel 1228; il secondo è la “*Practica geometriae*”, dato alle stampe nel 1220.

La prima opera è particolarmente significativa. Emergono elementi biografici sulla vita di Fibonacci, il quale visse in una località del nord-Africa presso Algeri, dove entrò in contatto con la cultura araba. Conobbe le opere di Euclide e, infine, si stabilì definitivamente a Pisa. Nel “*Liber abbaci*” Leonardo Fibonacci espone il contenuto e le funzionalità della numerazione posizionale indiana – adottata in un secondo momento dagli Arabi – fino a quel momento praticamente sconosciuta in Europa, e tratta una serie di problemi matematici, come la famosa successione numerica in cui ogni elemento è uguale alla somma dei due precedenti (0, 1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21...).

Si tratta in conclusione di un testo fondamentale per le scienze matematiche, che ha permesso l'introduzione in Europa dei numeri arabi.



Figura 20 Introduzione della numerazione araba

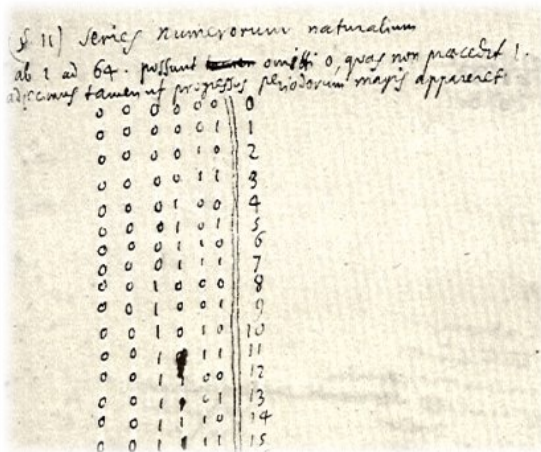


Figura 22 Stesura originale di Leibniz del sistema binario

I numeri arabi (o meglio indo arabi) erano percepiti più come entità esoteriche che strumenti di calcolo, solo i grandi matematici come Leibniz e Newton avevano capito appieno quale poteva essere la loro funzione.

Saltando un po' di passaggi e interessandoci solo agli argomenti di questa dissertazione, ci limitiamo a dire che: **Leibniz fece una scoperta che lo colpì molto per la sua semplicità: la notazione binaria! Questa notazione permetteva di scrivere qualsiasi numero usando solo 0 e 1!**

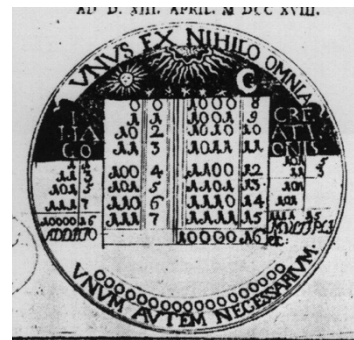


Figura 21 Medaglione commemorativo con il sistema binario

Pensò, quindi a un grande programma suddiviso in tre parti:

1. Bisognava creare un compendio, un'enciclopedia che abbracciasse tutta la conoscenza umana;
2. La scelta delle funzioni fondamentali e cruciali e dei simboli a esse adeguati;
3. Ricercare le regole deduttive e come manipolare questi simboli (calculus ratiocinator) che dovranno diventare i fondamenti della logica simbolica.

Per lui nell'Universo non c'era nulla d'indeterminato o accidentale, ma tutto era conforme a un piano perfettamente chiaro nella mente di Dio, il quale aveva creato il migliore dei mondi possibili: di conseguenza tutti gli aspetti del mondo, naturali e soprannaturali, erano collegati da RELAZIONI. Era lecito sperare di **scoprirLE** con gli strumenti della ragione solo ponendoci in tale prospettiva.

".....uomini seri e di buona volontà seduti attorno ad tavolo per risolvere qualche spinoso problema, potranno formularlo nella caratteristica universale e dire CALCULEMUS....."

Questo, ovviamente, applicando alcune regole dell'algebra che valgono comunque, in qualche misura, sia per i concetti logici, sia per i numeri.

Leibniz, che parlava con tanta passione e convinzione della caratteristica universale, all'atto pratico fece ben poco per realizzarla; cercò invece più volte di produrre un calculus ratiocinator.

In un frammento del suo tentativo meglio riuscito Leibniz propone, in anticipo di un secolo e mezzo, un'algebra della logica che specifichi le regole di manipolazione dei concetti logici, così come l'algebra ordinaria specifica le regole di manipolazione dei numeri. Un passaggio fondamentale è quello di rappresentare le proposizioni, in modo abbreviato, con delle lettere (a, b, c.....p, q, r) e queste proposizioni possono assumere solo carattere di VERO o FALSO.

DEFINIZIONE 3 [Dire che] A è in L o che L contiene A è lo stesso che dire che L può essere fatto coincidere con una pluralità di termini, assunti insieme, uno dei quali è A . $B \oplus N = L$ significa che B è in L e che B e N insieme compongono o costituiscono L . Questo vale anche di un numero di termini più grande.

ASSIOMA 1 $B \oplus N = N \oplus B$.

POSTULATO Più termini qualsiasi come A e B possono essere assunti insieme per comporre un termine solo $A \oplus B$.

ASSIOMA 2 $A \oplus A = A$.

PROPOSIZIONE 5 Se A è in B e $A = C$, C è in B .
Infatti, sostituendo C ad A nella proposizione A è in B , si ottiene C è in B .

PROPOSIZIONE 6 Se C è in B e $A = B$, C è in A .
Infatti, sostituendo A a B nella proposizione C è in B , si ottiene C è in A .

PROPOSIZIONE 7 A è in A .
Infatti A è in $A \oplus A$ (per la definizione 3), e quindi (per la proposizione 6) A è in A .

...

PROPOSIZIONE 20 Se A è in M e B è in N , $A \oplus B$ è in $M \oplus N$.

Frammento di un calcolo logico di Leibniz

Figura 23 Frammento di un calcolo logico di Leibniz

Leibniz introduce un simbolo speciale, che rappresenta la combinazione di molteplicità di oggetti del tutto arbitrarie; il concetto, in sostanza, è di combinare due collezioni in una collezione unica che contenga tutti gli elementi dell'una e dell'altra.

$$A \oplus A = A$$

Figura 24 Relazione fondamentale, molto fondamentale

Il segno + suggerisce un'analogia con la somma ordinaria, ma il cerchietto in cui è racchiuso avverte che questa non è in tutto e per tutto addizione ordinaria, perché quelli che vengono sommati non sono numeri.

L'assioma che è presentato è lo stesso che, in un contesto diverso diventerà la **pietra angolare della logica di Boole**.

Questo assioma esprime il fatto che combinando una molteplicità di termini con sé stessa non si ottiene niente di nuovo (è chiaro che combinando tutte le cose appartenenti a una collezione con quella stessa collezione produrremmo, di nuovo solo la collezione di partenza). Ovviamente l'addizione numerica è del tutto diversa $2+2=4$ e non 2.

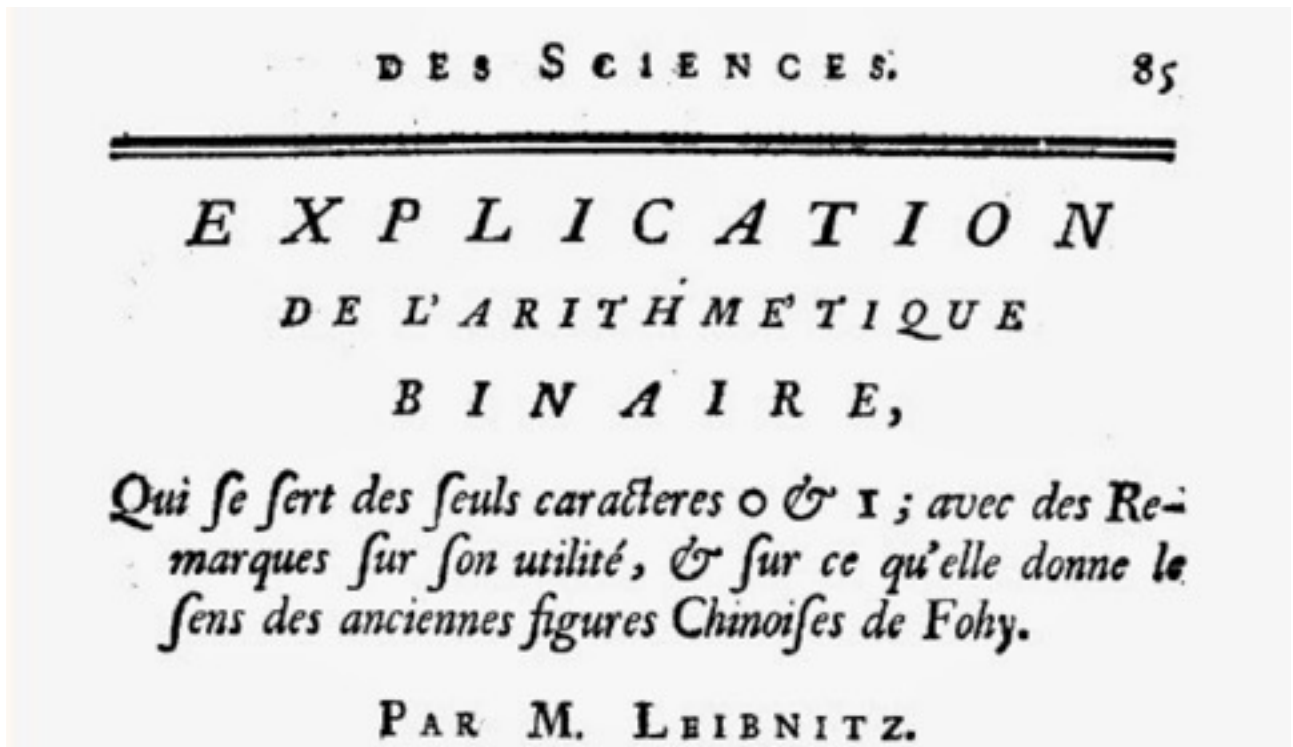


Figura 25 Testo originale di Leibniz

Ovviamente questi scritti sono in francese, lingua ufficiale scientifica del periodo.....

Sistema binario o duale (0, 1)

Per parlare del sistema duale si deve ripercorre la storia del calcolo dell'umanità. I sistemi di numerazione, all'alba dei tempi, erano essenzialmente di tipo antropomorfo e facevano riferimento alle dieci dita¹⁵ e quindi operiamo con dieci simboli che tutti conoscono:

...0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

Le cifre¹⁶ del sistema numerico possono essere considerate alla stregua dei “mattoncini Lego”, con i “mattoncini Lego” è possibile costruire qualsiasi cosa, con le dieci cifre a disposizione siamo in grado di produrre qualsiasi numero di qualsivoglia valore! La magia è senz'altro dovuta all'introduzione della zero. Con lo zero è possibile costruire i numeri facendo riferimento alle loro posizioni e assegnando a queste posizioni uno specifico valore.

Il numero 6476 è composto da quattro cifre il primo 6 rappresenta le *migliaia*, il 4 le *centinaia*, il 7 le *decine*, il secondo 6 le *unità* e si legge: **seimila quattrocento settanta sei**.

Con questo esempio si è visto come si possono usare più volte la stessa cifra (6) e questa assumere valori diversi a seconda della posizione. Un numero si può esprimere anche in forma polinomiale. Questa modalità riesce a far comprendere l'importanza della posizione:

$$6 \cdot 1000 + 4 \cdot 100 + 7 \cdot 10 + 6 \cdot 1 = 6 \cdot 10^3 + 4 \cdot 10^2 + 7 \cdot 10^1 + 6 \cdot 10^0 = 6000 + 400 + 70 + 6$$

Osservate la cifra sei occupa la quarta posizione a partire da sx e il suo valore è secondo la potenza di dieci alla terza, quindi delle migliaia.....e così per le altre cifre il cui valore dipende dalla posizione assunta.

La fig.2 evidenzia in immagini la conquista della civiltà ha fatto con il riconoscere lo zero e il valore del sistema posizionale. Il matematico che introdusse lo zero e l'algebra fu Leonardo Pisano, detto il Fibonacci. È anche conosciuto per la serie che ha preso il suo nome.

¹⁵ Alcuni sistemi di numerazione adoperavano anche la base venti. Il sistema di numerazione usato dai Maya era vigesimale, posizionale e comprendeva l'uso dello zero. I numeri erano rappresentati attraverso tre simboli, una conchiglia vuota, un puntino ed una striscia. A volte le cifre erano rappresentate come glifi a forma di faccia

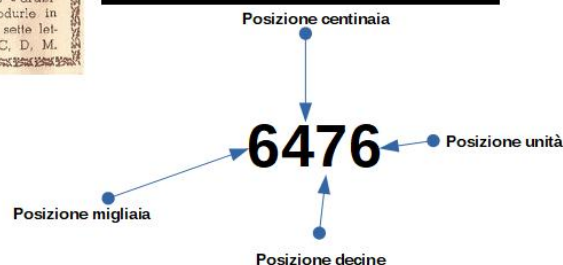
¹⁶ Una **cifra** (dall'arabo sifr اَلصُّفْر 'aṣ-ṣifr) è un simbolo utilizzato per rappresentare numeri in un sistema numerico (per esempio il numero 37 è composto dalle **cifre** 3 e 7). Il sistema numerico decimale utilizza dieci **cifre** per rappresentare i numeri naturali.



Leonardo Fibonacci detto il Pisano, il matematico italiano che introdusse nel mondo occidentale il sistema numerico decimale



0 zero
La cifra denominata zero ha un valore nullo. È la chiave della costruzione dei numeri nel sistema numerico decimale, perché permette di posizionare le altre cifre e far assumere loro il valore desiderato.



Si legge seimila quattrocento settanta sei

Utilizzando le dieci cifre (come mattoncini della Lego) e la posizione, possiamo costruire qualsiasi numero di qualsivoglia valore.

10 dieci
100 cento
3001 tremila uno

Figura 26 sistema di numerazione decimale

Ora passiamo al sistema duale o sistema binario, con questo sistema abbiamo solo due “mattoncini Lego” zero (0) e uno (1). Sono chiamati **bit** dalla contrazione di due parole *binary digit*.

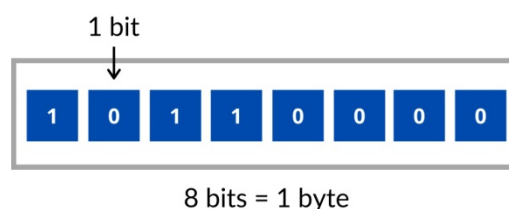
Osserviamo il passaggio da numero binario a numero decimale:

$$10 = 1 \times 2^1 + 0 \times 2^0 = 2 + 0 = 2$$

$$100 = 1 \times 2^2 + 0 \times 2^1 + 0 \times 2^0 = 4 + 0 + 0 = 4$$

$$1000 = 1 \times 2^3 + 0 \times 2^2 + 0 \times 2^1 + 0 \times 2^0 = 8 + 0 + 0 + 0 = 8$$

Il fatto che i simboli usati per costruire un numero nel sistema binario siano due, comporta che il corrispettivo numero decimale possa essere espresso in forma polinomiale con una somma di potenze di due dove l'esponente non è altro che la POSIZIONE assunta dalla cifra binaria.



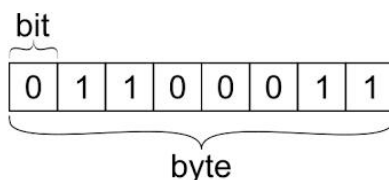
numeri in decimale	numeri in binario
0	0
1	1
2	10
3	11
4	100
5	101
6	110
7	111
8	1000
9	1001
10	1010
11	1011
12	1100
13	1101
14	1110
15	1111
16	10000
17	10001
18	10010

$$10 = 1 \times 2^1 + 0 \times 2^0 = 2 + 0 = 2$$

$$100 = 1 \times 2^2 + 0 \times 2^1 + 0 \times 2^0 = 4 + 0 + 0 = 4$$

$$1000 = 1 \times 2^3 + 0 \times 2^2 + 0 \times 2^1 + 0 \times 2^0 = 8 + 0 + 0 + 0 = 8$$

Sistema duale perché i simboli usati sono due. Un numero binario può essere visto come una somma di potenze di due dove l'esponente indica la POSIZIONE.



CODICE BINARIO - ALFABETO

a	01100001	n	01101110
b	01100010	o	01101111
c	01100011	p	01110000
d	01100100	q	01110001
e	01100101	r	01110010
f	01100110	s	01110011

Figura 27 sistema duale

Costruire un numero binario è semplice: con il numero decimale (due) riutilizzo le cifre 0 1 scrivendo 10, per il (tre) 11, per il (quattro) 100 e così via utilizzando sempre e solo le cifre 0 1 ma, giocando sulla posizione di queste.

In questa figura abbiamo introdotto anche la definizione di byte come gruppo di otto bit. Il byte è la “parola” con la quale noi comunichiamo e riceviamo risposte dal PC. Possiamo farlo, quindi, adoperando linguaggi composti da lettere dell’alfabeto a noi più usuali. Solo programmatori molto esperti comunicano con il pc usando un linguaggio macchina (assembly) molto vicino ai bit.

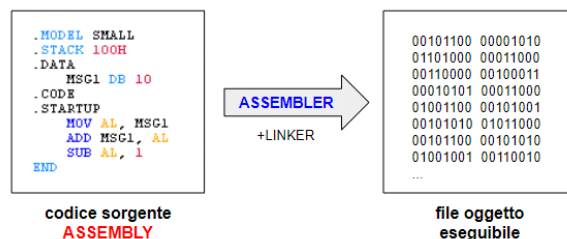


Figura 28 assembler

Perché operiamo con il sistema duale? È il nostro modo di pensare occidentale descritto mirabilmente da Aristotele con la definizione dei concetti di VERO/FALSO. Una proposizione può essere considerata

VERA/FALSA, questa è la base della logica aristotelica (la nostra logica) e come si può notare la natura di questa logica è **binaria o duale**.

George Boole

A questo punto della narrazione, sempre nel periodo storico vittoriano, introduciamo in modo più approfondito un altro personaggio che ha segnato profondamente il pensiero informatico: **George Boole**.

È un personaggio fondamentale nella storia dell'evoluzione del pensiero informatico, ha permesso la formalizzazione matematica della logica aristotelica. Le parole segnate qui sotto, sono le parole chiave del suo pensiero.

And, Or, Not, True, False [George Boole]

Nella *“Investigazione sulle leggi del pensiero”*¹⁷ Boole sosteneva testualmente:

"Progetto del seguente trattato è quello di investigare le leggi fondamentali di quelle operazioni della mente tramite le quali viene effettuato il ragionamento... Tali studi destano anche interesse di altro tipo derivato dalla luce che essi fanno sulle facoltà intellettive. Essi ci istruiscono sul modo in cui il linguaggio e i numeri servono come strumenti per i processi del ragionamento"

"Le leggi del pensiero, in tutti i processi di concezione e di ragionamento, in tutte quelle operazioni di cui il linguaggio è l'espressione o lo strumento, sono della stessa specie delle leggi di quelli che vengono riconosciuti come processi tipici della matematica".

George Boole (Irlanda, 1815-1864), logico, matematico e filosofo è colui che ha portato a compimento in forma organica il progetto di Wilhem Leibniz (ridurre la logica al calcolo).

CALCULEMUS!¹⁸

Boole riuscì a costruire un'algebra - chiamata con il suo nome (algebra booleana) o detta logica bivalente. È costituita dalle tre operazioni di somma logica, prodotto logico e complemento (negazione) applicate all'insieme costituito dai soli due numeri 0 e 1.

¹⁷ Ideò nel 1847 *“The Mathematical Analysis of Logic”* un libro fondamentale che individuava le modalità per scrivere in forma algebrica la logica proposizionale. Sviluppò poi nel 1854 in *“An Investigation of the Laws of Thought”* altro libro fondamentale che iniziava a formalizzare matematicamente la logica simbolica usando le leggi dell'algebra. Questa algebra prese il nome di *“algebra di Boole”*. Si è rivelata uno strumento teorico indispensabile nel campo dell'elettronica digitale per la realizzazione di quei circuiti che prenderanno il nome di *“LOGIC GATES”*. Cosa che avverrà nel 1940 con Claude Elwood Shannon. Il libro *“An Investigation of the Laws of Thought on The Mathematical Theories of Logic and Probabilities”* di George Boole, è un'opera che apre l'era dell'informatica moderna. Boole è stato professore di matematica in quello che allora era il Queen's College di Cork, in Irlanda.

¹⁸ *“Secondo ciò — scrive Leibniz — quando sorga una controversia, non ci sarà più necessità di discussione tra due filosofi di quella che c'è tra due calcolatori. Sarà sufficiente prendere una penna, sedersi al tavolo e dirsi l'un l'altro: calcoliamo (calculemus)!”.*

Boole riuscì così con il suo sistema a rappresentare la logica del sillogismo¹⁹ di Aristotele. Il fatto dirompente è che questo semplice sistema risulta equivalente (isomorfo) alla logica proposizionale del primo ordine: **basta mettere "1 = vero" e "0 = falso" e, per le operazioni, " And = prodotto = disgiunzione" " Not = complemento = negazione", " Or = somma = congiunzione"**

Questo giustifica ampiamente il titolo che l'irlandese scelse per la sua opera maggiore: *"Una investigazione sulle leggi del pensiero, sulle quali sono fondate le teorie matematiche della logica e della probabilità"*.

In seguito sono state messe a punto altre forme molto efficaci per rappresentare l'algebra di Boole - ed a essa equivalenti - quali per esempio i già ricordati diagrammi di Eulero-Venn o le tavole di verità (Charles Peirce).

L'idea su cui si basa la logica booleana è quella di immaginare due insiemi logici estremi: il Tutto, cioè l'insieme universale, che contiene ogni possibile cosa, e il Nulla, ovvero l'insieme vuoto, che non contiene nessun oggetto. Boole indica il Tutto col numero 1, e chiama 0 il Nulla. Poi prova ad immaginare cosa resta della nostra matematica se ci limitiamo a questi due numeri.

Le quattro operazioni sono sostanzialmente le stesse: $1+0 = 1$, perché Tutto + Nulla = Tutto, e così via. Unica eccezione: $1 + 1 = 1$, perché se aggiungo il Tutto al Tutto ottengo ancora il Tutto.

Claude Shannon (Tesi di master: Un'analisi simbolica dei relè e dei circuiti di commutazione, 1937) propose di indicare con 1 lo stato di un interruttore chiuso nel quale passa corrente, e con 0 lo stato di un interruttore aperto. Ad esempio due interruttori in serie su di una lampadina rappresentano un circuito AND perché debbono essere entrambi chiusi affinché la lampadina si accenda. Due interruttori in parallelo rappresentano un circuito OR perché è sufficiente che uno dei due sia chiuso perché passi corrente e la lampadina si accenda.

Ancora oggi le unità centrali e le memorie dei computer fanno largo uso di componenti bi-stabili (flip-flop) che sono basati sulle porte logiche AND, NOT e OR. Shannon in particolare dimostrò che qualunque circuito può essere rappresentato come concatenamento più o meno complicato di due sole porte logiche: la moltiplicazione (AND) e la negazione (NOT).

¹⁹ sillogismo Termine filosofico con cui Aristotele designò la forma fondamentale di argomentazione logica (s. categorico), costituita da tre proposizioni dichiarative connesse in modo tale che dalle prime due, assunte come premesse, si possa dedurre una conclusione (per es., «tutti gli uomini sono mortali, tutti i Greci sono uomini, quindi tutti i Greci sono mortali»); un ragionamento condotto con un s. è necessario (cioè sempre corretto) e formale, nel senso che la correttezza del ragionamento stesso dipende dalla sua struttura (forma) e non dal significato delle parole (come uomo, mortale ecc.).

Anche per quanto riguarda il software gli operatori logici, introdotti inizialmente da Boole, sono fondamentali nei linguaggi di programmazione, nei sistemi di ricerca dei data-base e nelle funzioni logiche dei fogli elettronici.

Tre sono in conclusione le dimensioni in cui si può inquadrare la ricerca di Boole sulla logica: la dimensione linguistica, quella psicologica e quella matematica. La logica è intimamente connessa con la teoria del linguaggio, ma il linguaggio è solo uno strumento, e non indispensabile, della logica. La psicologia esprime le possibilità e i limiti della attività simbolizzatrice dell'uomo, nel senso che la giustificazione ultima di un procedimento logico è sempre un atto mentale. Boole, separando la logica dal tradizionale ambiente filosofico, è convinto della natura matematica del processo logico inferenziale: anche operativamente la logica mutua dalla matematica tutti gli strumenti tecnici di rigore, di simbolizzazione e di procedure risolutive che le permettono d'indagare in maniera feconda e sistematica i propri problemi.

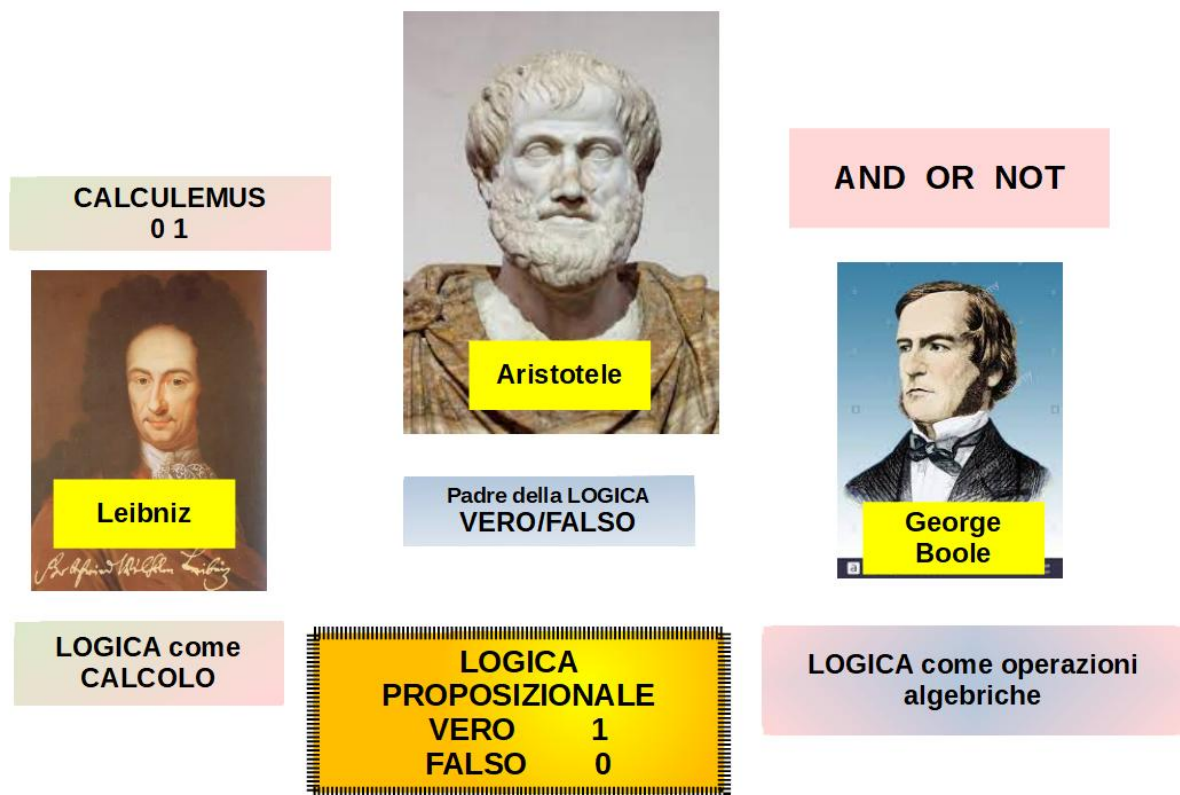


Figura 29 I padri della LOGICA.

Vediamo come funzionano gli operatori AND (e congiunzione), OR (oppure), NOT (negazione no). Questa parte è anche chiamata *logica proposizionale*. Supponiamo di avere delle proposizioni che presentino un

indiscutibile valore di verità VERO/FALSO, non sono ammesse proposizioni dubitative o imperative o altra natura delle quali non sia pienamente accertabile il valore di verità. Esempio:

1. Il sole è un pianeta (FALSO)
2. Pavarotti è un cantante lirico (VERO)
3. 3 è un numero dispari (VERO)
4. Roma è la capitale della Francia (FALSO)
5. Devi studiare (valore di verità non definito)
6. Forse domani faremo il lavoro (valore di verità non definito)

Possiamo operare con queste proposizioni con gli operatori logici e le regole dell'algebra booleana.

Per semplificare possiamo assegnare alle prime quattro proposizioni dei simboli nell'ordine:

p, q, r, s

valutiamo il contenuto di verità della seguente frase:

Pavarotti è un cantante lirico $\mathbf{e}$ (AND) Roma è la capitale della Francia

p AND r

VERO e FALSO

$$1 * 0 = 0$$

Diversi modi di rappresentare la frase, con l'ultimo abbiamo il valore di verità complessivo $1 * 0 = 0$ quindi il valore di verità complessivo: FALSO

Pavarotti è un cantante lirico $\mathbf{O}$ (OR) Roma è la capitale della Francia

P OR r

VERO O FALSO

$$1 + 0 = 1$$

Diversi modi di rappresentare la frase, con l'ultimo abbiamo il valore di verità complessivo $1 + 0 = 1$ quindi il valore di verità complessivo: VERO

Consiglio didattico: la logica booleana è piuttosto “asciutta” e priva di tutti gli orpelli e significati nascosti o sottintesi del nostro interpretare quotidiano, bisogna accettarla “matematicamente” appoggiandosi al linguaggio degli insiemi. Charles Lutwidge Dodgson (1832/1898), è stato uno scrittore, matematico, fotografo, logico e prete anglicano britannico dell'età vittoriana, meglio conosciuto con lo pseudonimo di Lewis Carroll: il padre di “Alice nel paese delle meraviglie”. È colui che ha rappresentato nel modo più affascinante la logica booleana.



Foto di Alice Liddell, realizzate da Charles Lutwidge Dodgson alias Lewis Carroll. È lei la bimba che ha ispirato la figura di “Alice nel paese delle meraviglie”.

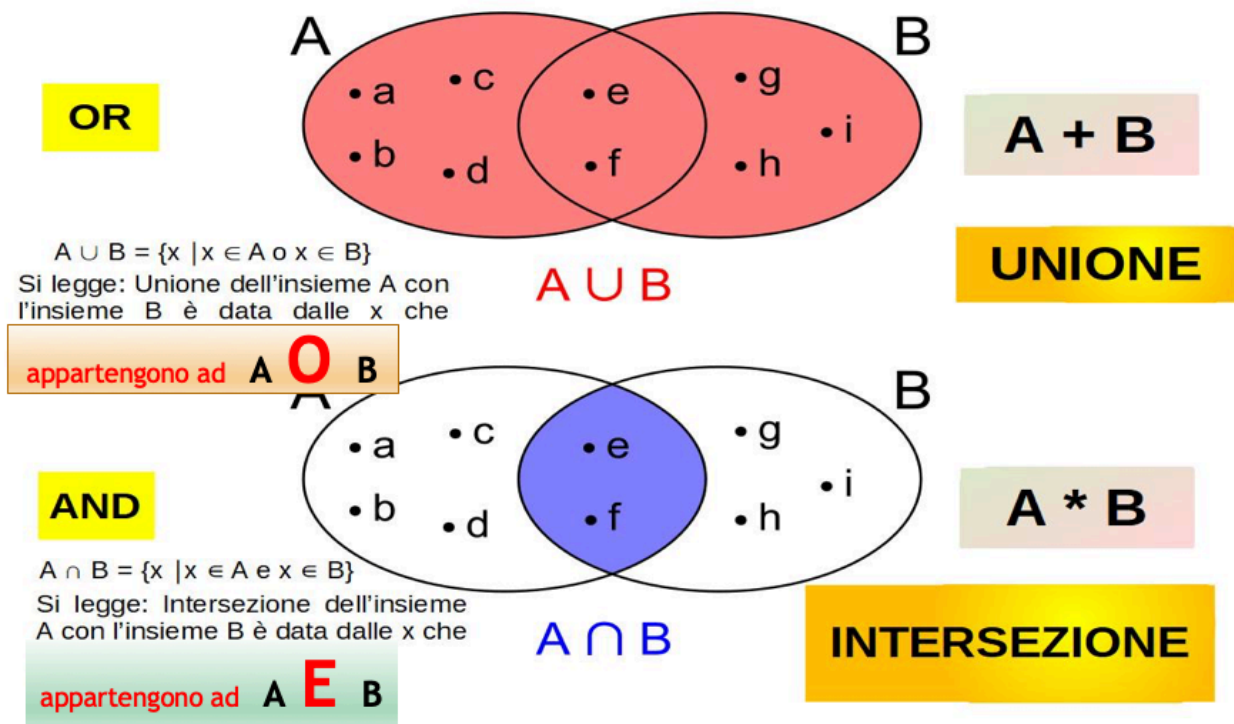


Figura 30 connettivi logici AND & OR e isomorfismo con la teoria degli insiemi

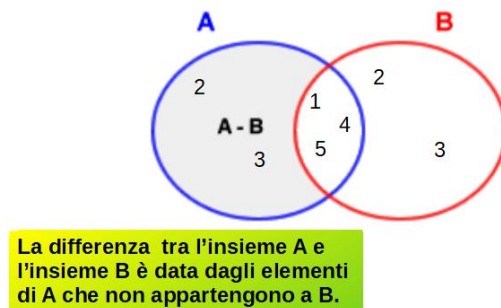
Invece con la negazione, il terzo operatore logico, di tipo unario, si verifica la seguente situazione:

$$A = \{1,2,3,4,5\} \quad B = \{2,3\}$$

$$A - B = \{1,4,5\}$$

$$A - B = \{x | x \in A \cap x \notin B\}$$

La rivoluzionaria algebra di Boole ha la peculiarità di essere isomorfa con la teoria degli insiemi. Tutti e tre i connettivi logici AND, OR, NOT e le loro operazioni sono isomorfe a quelle degli insiemi.



$$A = \{1, 2, 3, 4, 5\} \quad B = \{2, 3\}$$

$$A - B = \{1, 4, 5\}$$

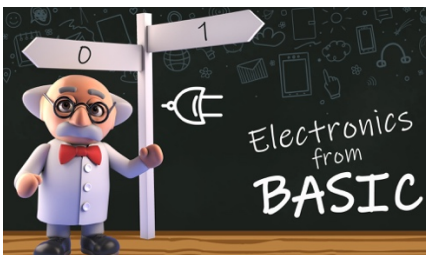
$$A - B = \{x | x \in A \cap x \notin B\}$$

Figura 31 la negazione NOT o differenza di insiemi

Tabelle di verità

Charles Sanders Peirce²⁰ è stato un matematico, filosofo, semiologo, logico, scienziato e accademico statunitense. Conosciuto per i suoi contributi, oltre che alla logica anche all'epistemologia, Peirce è stato un importante studioso, considerato fondatore del pragmatismo e uno dei padri della moderna semiotica.

Quello che a noi interessa di più è la realizzazione delle tabelle di verità, diventate uno strumento indispensabile per operare con l'algebra booleana. Il filosofo e logico americano è importante perché ha trovato le correlazioni tra la logica booleana e l'elettronica prima ancora del suo divenire. Quello che a noi interessa sono l'introduzione delle tavole di verità che diventeranno uno strumento matematico indispensabile per l'introduzione delle Logic Gates.



²⁰ Nascita: 10 settembre 1839, Cambridge, Massachusetts, Stati Uniti. Morte: 19 aprile 1914, Milford, Pennsylvania, Stati Uniti.



“Vi sono tre cose che non possiamo mai sperare di raggiungere con il ragionamento: la certezza assoluta, l'esattezza assoluta, l'universalità assoluta.”

Charles Sanders Peirce



Figura 32 Charles Peirce e le tavole di verità

p	$\bar{p}$
V	F
F	V

p	q	$p \wedge q$
V	V	V
V	F	F
F	V	F
F	F	F

p	q	$p \vee q$
V	V	V
V	F	V
F	V	V
F	F	F

Tavole di verità Charles Peirce

NOT			AND				OR		
P	nonP		P	Q	P AND Q		P	Q	P OR Q
V	F		V	V	V		V	V	V
F	V		V	F	F		V	F	V
			F	V	F		F	V	V
			F	F	F		F	F	F

VERO
FALSO

NOT			AND				OR		
P	nonP		P	Q	P AND Q		P	Q	P OR Q
1	0		1	1	1		1	1	1
0	1		1	0	0		1	0	1
			0	1	0		0	1	1
			0	0	0		0	0	0

1 VERO
0 FALSO

Figura 33 Tavole di verità

Esiste una stretta correlazione tra i simboli di V/F e le cifre del sistema duale 0/1.

Osserviamo bene queste tavole per capirne l'importanza!

1. Le proposizioni sono indicate come le variabili di una equazione ($p, q, r, s, \dots$);
2. Le operazioni con i connettivi NOT AND OR sono eseguite operando con gli asserti VERO/FALSO (V/F);
3. Le stesse sono poi eseguite con i numeri del sistema binario 1 0 dove 1 sta per VERO e 0 per FALSO.

Questo è l'inizio per il grande salto dell'algebra booleana nell'elettronica e la progettazione e realizzazione delle porte logiche o Logic Gates, cuore pulsante dei computer.

Claude Elwood Shannon

Claude Elwood Shannon (Petoskey, 30 aprile 1916 – Medford, 24 febbraio 2001) è stato un ingegnere e matematico statunitense, definito come "il padre della teoria dell'informazione".

Il testo "An Investigation of the Laws of Thought" fu pubblicato nel 1854, ma solo nel 1938 con il lavoro di Shannon l'algebra booleana trovò la sua piena utilizzazione e significato.²¹

Nel 1938 presentando la tesi *Un'analisi simbolica dei relè e dei circuiti*. In questo studio Shannon dimostrò che il fluire di un segnale elettrico attraverso una rete di interruttori - cioè dispositivi che possono essere in uno di due stati - segue esattamente le regole dell'algebra di Boole, se si fanno corrispondere i due valori di verità - VERO e FALSO - della logica simbolica - allo stato APERTO o CHIUSO di un interruttore. Pertanto un circuito digitale può essere descritto da un'espressione booleana, la quale può poi essere manipolata secondo le regole di quest'algebra. Shannon definì così un potente metodo, ancora oggi usato, per l'analisi e la progettazione dei sistemi digitali di elaborazione dell'informazione.

Questo è stato il salto che ci ha portato nell'era moderna del computer!

La rappresentazione dei circuiti elettrici si avvale di interruttori che hanno la natura binaria di APERTO/CHIUSO. Il circuito può avere due interruttori in serie e quindi il suo comportamento simula una porta AND, può avere due interruttori in parallelo e allora simula una porta OR, oppure un circuito può avere un interruttore invertitore e simulare una porta NOT. Ripetiamo che i primi due connettivi AND OR sono operatori che agiscono su due grandezze e per questo sono chiamati operatori binari mentre il connettivo NOT agisce su una sola grandezza e allora viene chiamato operatore unario.

I concetti fondamentali sono:

- I circuiti fondamentali sono tre: AND OR NOT
- Con la combinazione di questi tre circuiti si ottengono tutti gli altri operatori, tra i quali: NAND XOR...NOR ecc.....
- La miniaturizzazione e la nascita dei chip hanno permesso di implementare questi Logic Gates ed arrivare alla costruzione dei moderni computer.

²¹ Solo ottantaquattro anni dopo Boole venne riconosciuto come uno dei più grandi matematici di tutti i tempi. All'inizio la sua opera non ebbe la risonanza che le competeva, perché oscurata da altre che ebbero maggiore risonanza mondiale come "L'origine della specie" pubblicata da Charles Darwin nel 1859.

Le seguenti figure (LOGIC GATES) rappresentano lo schema operativo dei tre circuiti fondamentali, più il circuito XOR che rappresenta l'OR esclusivo (aut...aut) esempio: o fai studi o ti diverti, non puoi fare contemporaneamente le due cose! Le Logic Gates possono essere replicate facilmente in una scala reale in laboratorio per comprendere il semplice meccanismo. Occorrono una lampadina che simula il valore di verità, del filo di rame che simula il circuito e una tavoletta sulla quale implementare il circuito.

Questo è un esempio di chip che opera con quattro porte AND. Si vedono chiaramente i piedini collegati alle porte: due portano il segnale alla porta AND e il terzo il risultato dell'operazione. Es. se il primo segnale porta corrente e il secondo no la risultante sarà no corrente, se invece i primi due portano corrente anche il terzo porterà corrente, come esemplificato dalle tavole di verità.

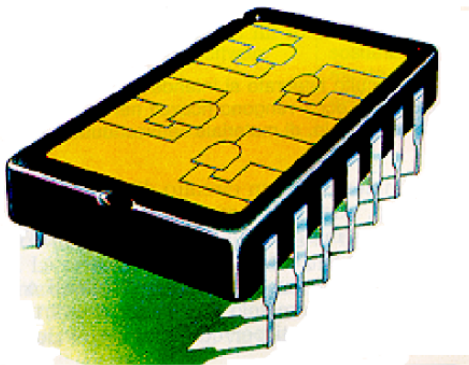
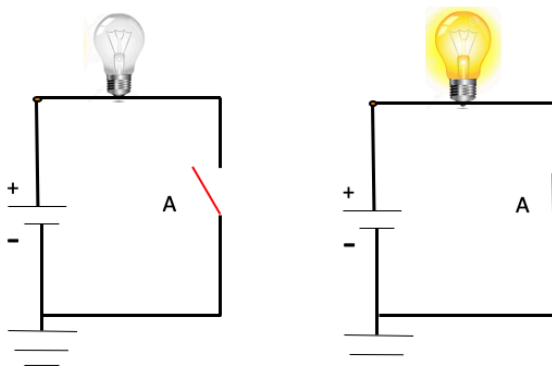


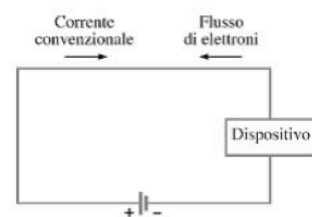
Figura 34 CHIP 7408

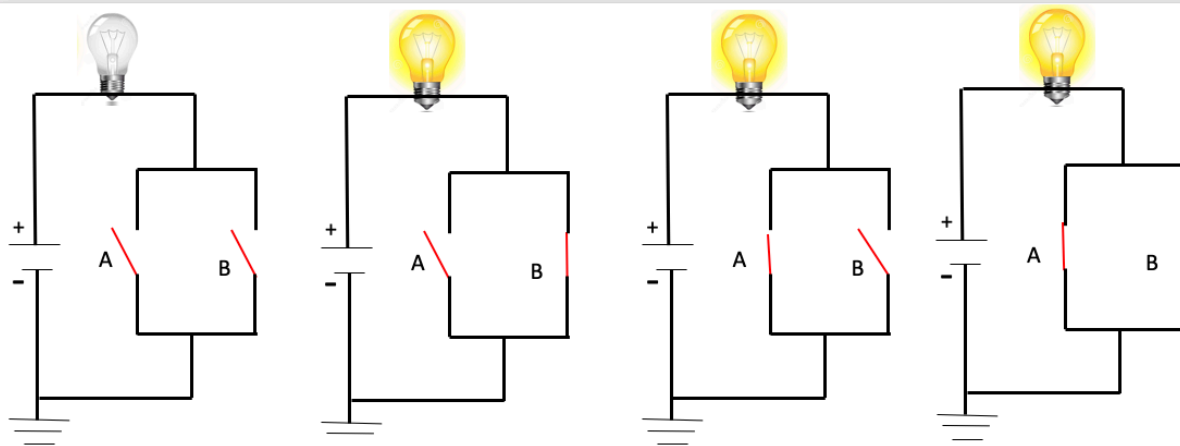


La tensione di lavoro è sempre di 5 Volt

A	lamp
0	off
1	on

CIRCUITO SEMPLICE

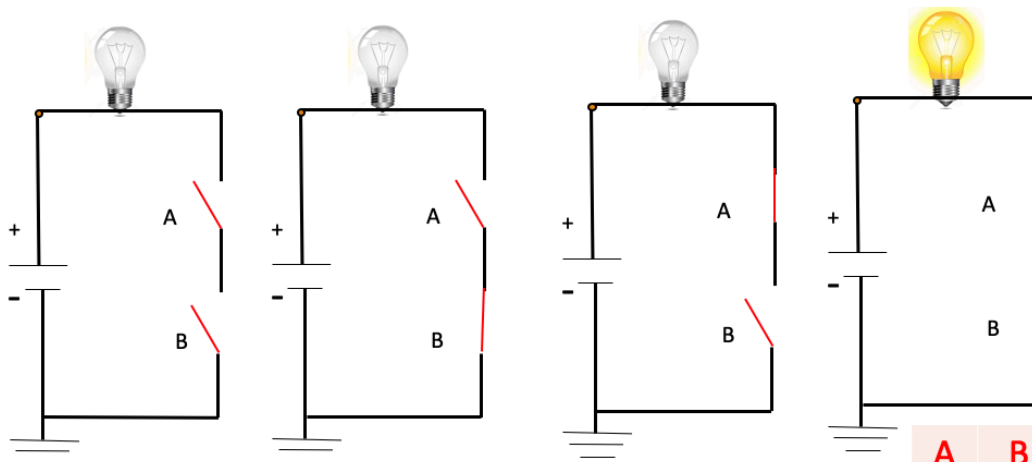




CIRCUITO CON DUE INTERRUITORI IN PARALLELO
SIMULA LOGIC GATE OR



A	B	A+B	lamp
0	0	0	off
0	1	1	on
1	0	1	on
1	1	1	on



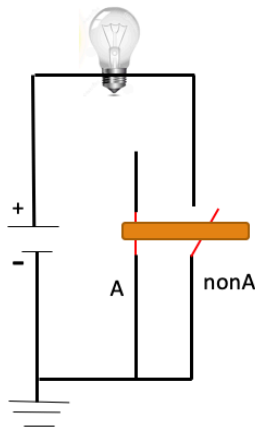
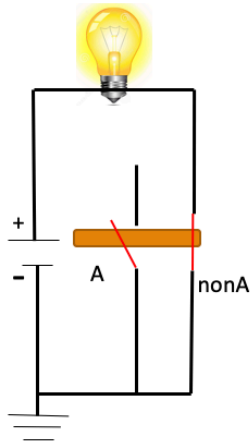
CIRCUITO CON DUE INTERRUITORI IN SERIE
SIMULA LOGIC GATE AND



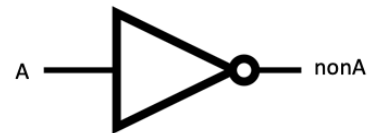
AB
sono
INPUT

lamp (Q)
OUTPUT
↑
AND

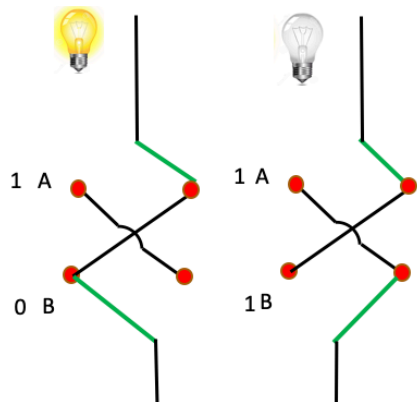
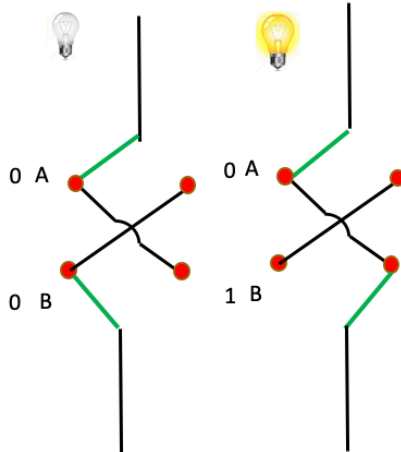
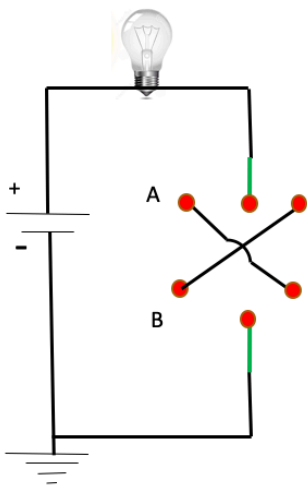
A	B	A · B	lamp
0	0	0	off
0	1	0	off
1	0	0	off
1	1	1	on



A	nonA	lamp
0	1	on
1	0	off



**CIRCUITO CON UN INTERRUTTORE INVERTITORE
SIMULA LOGIC GATE NOT**



A	B	$A \oplus B$	lamp
0	0	0	off
0	1	1	on
1	0	1	on
1	1	0	off

**CIRCUITO CON DUE INTERRUTTORI DEVIATORI
SIMULA LOGIC GATE XOR**



Due domande (Cosa servono? Come sono fatti?)

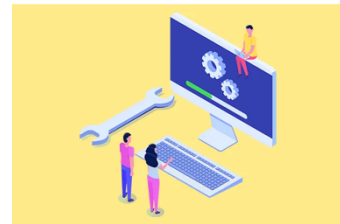
A seguito di questa breve rassegna dell'evoluzione del pensiero informatico, siamo di fronte allo **strumento dei nostri tempi**, tanto desiderato da Babbage e Lovelace: **un computer digitale!**

È una macchina con la quale noi lavoriamo, ci divertiamo, ci informiamo e comunichiamo tutti i giorni. È uno strumento importante e abbiamo visto quali sono state le scoperte teoriche e pratiche che hanno permesso la nascita del computer, ma.....

Ora le domande che possiamo porci sono due:

Cosa servono?

Come sono fatti?



Ognuno di noi ha avuto un inizio particolare e personale con il computer, il più comune avviene all'età delle scuole elementari e si tratta o di semplice video scrittura, o di un disegno con Paint. Per un ragazzino/a si tratta sempre di un primo approccio per prendere confidenza e imparare a destreggiarsi con il mouse per raggiungere una buona coordinazione oculo-manuale. I prodotti sono ovviamente semplici e banali, ma finalizzati all'auto addestramento.

Cosa servono?

La prima richiesta fatta ai computer, nei lontani anni 60 e precedenti, era quella di risolvere problemi matematici un po' alla Babbage. Ma è sempre qualcosa di misterioso e affascinante! Imparare ad affrontare problemi e risolverli (Problem Solving) è stato uno degli obiettivi più affascinanti e importanti di questo periodo!

Applicare le 5 azioni comporta modalità che devono adattarsi agli strumenti con i quali operiamo.

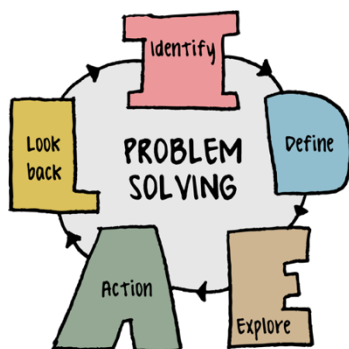


Figura 35 Problem Solving

In sintesi ecco i cinque punti che si affrontano in modo circolare e ricorsivo per risolvere un problema:

1. Identificazione
2. Definizione
3. Esplorazione
4. Azione
5. Guardare indietro, ricontrollare

DAL PROBLEMA AL PROGRAMMA

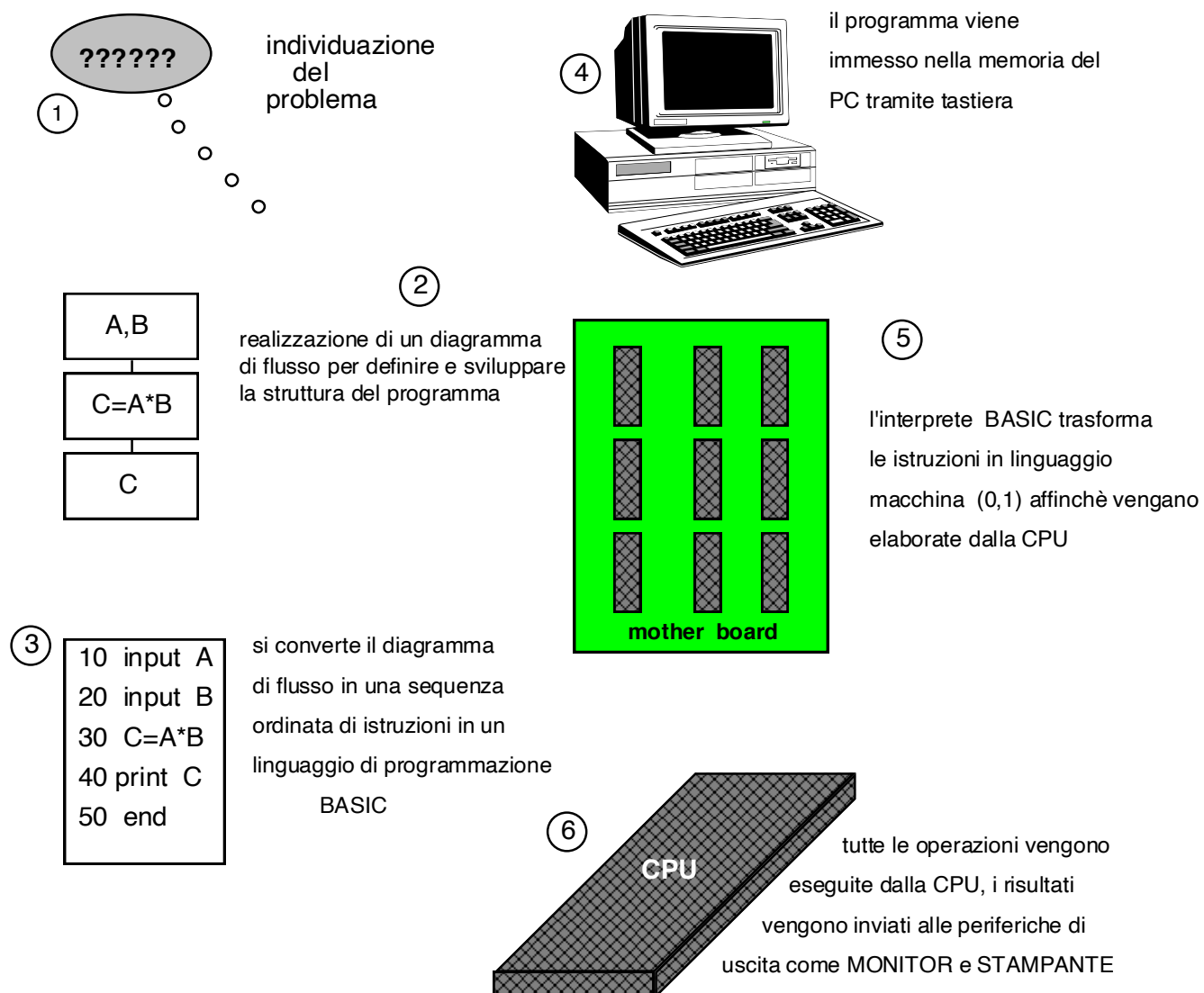
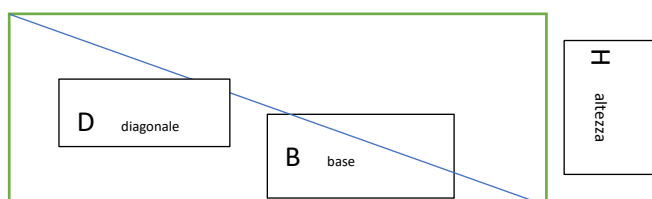


Figura 36 Dal Problema al Programma

Problema lineare

Si vuole calcolare la misura dell'area e del perimetro di un numero imprecisato, ma comunque indefinito di rettangoli. Per fare questo si utilizza il seguente programma:

```
10 INPUT B
20 INPUT H
30 A=B*H
40 P=2*(B+H)
50 PRINT A
60 PRINT P
70 END
```



Si osservi come tutte le istruzioni siano numerate (10;20;30;40;50;60;70) per assicurare la **giusta SEQUENZIALITA'**, appunto con i cosiddetti numeri di linea²².

- Le istruzioni caratterizzate dai numeri di linea 10 e 20 servono ad introdurre i dati riguardanti la base e l'altezza del rettangolo.
- Le istruzioni caratterizzate dai numeri di linea 30 e 40 eseguono il calcolo dell'area e del perimetro del rettangolo con i dati precedentemente immessi.
- Le istruzioni caratterizzate dai numeri di linea 50 e 60 visualizzano sullo schermo l'area ed il perimetro.
- L'istruzione caratterizzata dal numero di linea 70 pone fine all'esecuzione del programma.

Una volta digitato il programma lo si LANCIA con un opportuno comando (RUN) che lo mette in esecuzione. Se volessimo calcolare anche la diagonale, tramite il teorema di Pitagora, basta modificare leggermente il programma inserendo altre due righe di programma e dare di nuovo il comando RUN.

45 D=SQR(B^2+H^2)

65 PRINT D

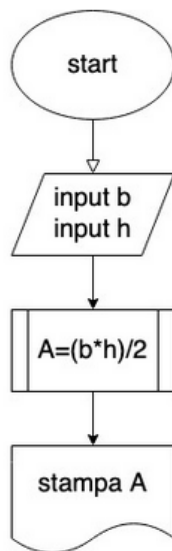
Sullo schermo appare un quadratino lampeggiante che ti chiede due numeri (due sono le istruzioni INPUT) e una volta soddisfatta la richiesta il programma calcola quanto richiesto. Questo programma può essere messo in esecuzione con il comando RUN quante volte ne abbia necessità.

Si calcoli la misura dell'area, del perimetro e la diagonale dei seguenti rettangoli (per brevità sono cinque):

	INPUT	INPUT	OUTPUT	OUTPUT	OUTPUT
	B	H	A	P	D
I rett.	4	7	28	22	8,06
II rett.	3,5	1,43	5,005	9,86	3,78
III rett.	12	6	72	36	13,42
IV rett.	39,4	10,1	397,94	99	40,67
V rett.	112	56	6272	336	125,22

Per meglio delineare le strutture di calcolo (algoritmi) ci si avvale dei flow chart detti diagrammi di flusso.

²² In genere i numeri di linea si intervallano di 10, in modo da facilitare l'inserimento di altre linee di programma.



Questo è un semplicissimo flow chart che mi permette di visualizzare il calcolo dell'area di un triangolo. Ci sono diverse simbologie per la rappresentazione dei simboli grafici.

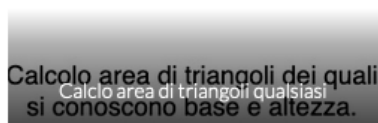


Figura 37 Calcolo dell'area di un triangolo

Il linguaggio adoperato è il BASIC. Quando apparvero sul mercato i primi HOME computer come il C64, il Texas TI90 o lo ZX Sinclair tutti si avvalevano del linguaggio BASIC e le prime applicazioni con le quali ci si cimentava erano quasi sempre di natura matematica.

BASIC è una famiglia di linguaggi di programmazione generici e di alto livello progettati per facilità d'uso. La versione originale è stata creata da John G. Kemeny e Thomas E. Kurtz al Dartmouth College nel 1964. Volevano consentire agli studenti in campi non scientifici di utilizzare i computer.

A quel tempo, anni 70, l'home computer più diffuso e famoso era il C64. Quando lo accendevi si apriva con una finestra dove potevi comunicare direttamente in BASIC:



Figura 38 Videata di apertura del C64

Si parla di un interprete BASIC, primo linguaggio a diffusione mondiale adoperato per strutturare problemi e dialogare con il PC. Questa parola è un acronimo il cui significato è:

Beginner 's
Pincipianti

All-Purpose
Tutte-Applicazioni

Symbolic
Simboliche

Instruction
Istruzioni

Code
Codice

In una espressione più accessibile significa: **Codifica a Istruzioni Simboliche, per Principianti, per Applicazioni di Carattere Generale.**

Il vocabolo **BASIC** in lingua inglese significa basilare, fondamentale, essenziale, semplice; questo è un esempio di come si sia voluto "forzare" l'acronimo in modo che assuma un doppio significato. Nel campo dell'informatica sono numerosi gli esempi di acronimi o di parole prese in prestito dal linguaggio comune e che hanno assunto poi un significato proprio.

In questi esempi lineari non sono state previste **scelte** e quindi l'esecuzione è stata lineare, ma non sempre è così! Ci sono problemi più complicati nei quali sono previste scelte. Il PC è in grado di farle? Direi proprio di sì: con la funzione IF THEN ELSE.

Il teorema di Böhm-Jacopini, enunciato nel 1966 dagli informatici Corrado Böhm e Giuseppe Jacopini, afferma che qualunque algoritmo può essere realizzato utilizzando le sole **tre** strutture di controllo fondamentali: **la sequenza, la selezione ed il ciclo.**

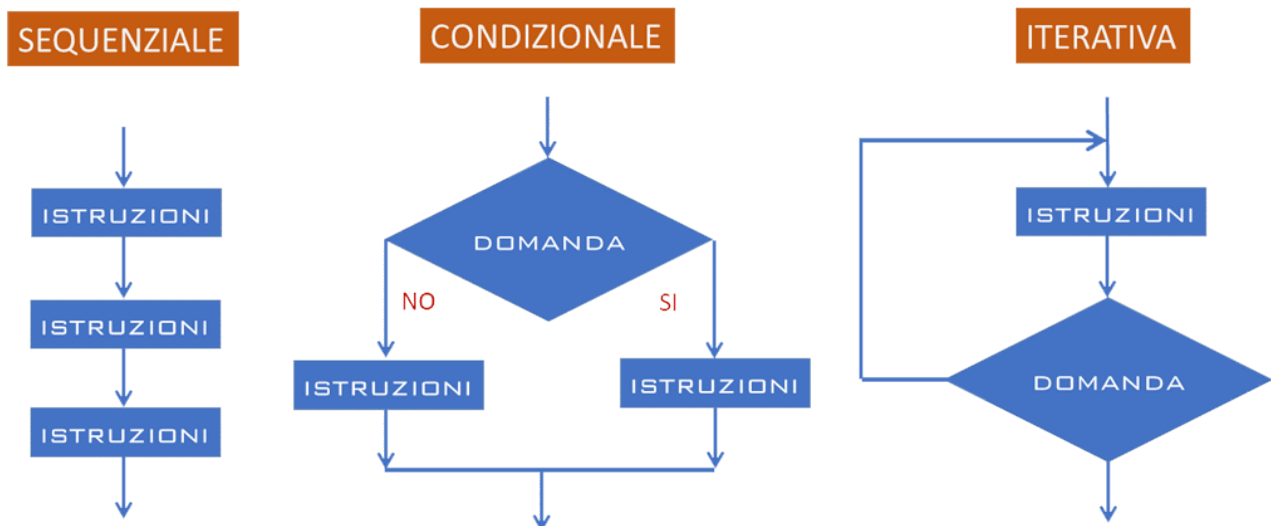


Figura 39 le tre strutture principali per definire e strutturare un algoritmo

Adesso definiamo cosa si intende per algoritmo.

L'algoritmo

Cosa sono gli algoritmi? Sono metodi di calcolo che risolvono i vari problemi e possono essere implementati, tramite apposito linguaggio, in un computer per essere calcolati.

I programmatori per risolvere i problemi con il computer, li devono esprimere sotto forma di *algoritmi* che verranno poi tradotti in programmi in un appropriato linguaggio di programmazione.

Il termine *algoritmo* deriva dal nome del matematico arabo **Al Khwarismi**²³ che pubblicò l'importante opera *Kitab al-jabr²⁴ wal muqabala* (L'arte di numerare ed ordinare le parti di un tutto) da cui derivò il termine *algebra*. Quando questa opera fu introdotta in Europa, fu tradotta in latino e prese il titolo di *Algorismus*, la sua importanza è fondamentale per l'umanità perché grazie ad essa fu introdotta la numerazione posizionale, quella che usiamo oggi normalmente.

La prima definizione del termine *algoritmo*, nella sua accezione attuale, è stata data dal matematico Markov.

L'algoritmo è un qualsiasi insieme di regole precise che definisca un procedimento di calcolo destinato ad ottenere un determinato risultato partendo da determinati dati iniziali.

Può sembrare una definizione approssimata: la migliore definizione di *algoritmo* attualmente valida in campo informatico è stata data da Knuth, nel libro intitolato *The Art of computer programming*²⁵.

L'algoritmo è un insieme di regole o istruzioni aventi le seguenti cinque caratteristiche:

1. deve essere finito, e concludersi dopo un numero finito di operazioni
2. deve essere definito e preciso: ogni istruzione deve essere definita in forma non ambigua
3. se ci sono dati in ingresso, il campo di applicazione deve essere precisato (ad esempio numeri interi, reali, caratteri ecc.)
4. deve fornire almeno un risultato (dato in uscita)
5. deve essere eseguibile: tutte le operazioni devono poter essere eseguite esattamente, e in tempo finito, da un uomo che utilizzi mezzi manuali

Individuato il problema bisogna quindi, come primo passo, creare l'algoritmo che ne permetta la soluzione.

Uno strumento utile per la definizione di un algoritmo è il diagramma di flusso o *flow-chart*. Nella figura seguente sono sintetizzate le principali fasi per risolvere un problema.

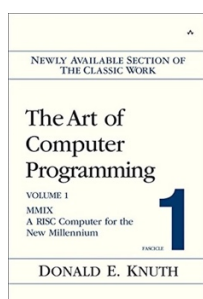


Figura 40 La copertina del primo volume di 5 di *The Art of Computer Programming* di Donald Knuth

²³ **Al Khwarismi** dal nome di questo matematico deriva il termine **algoritmo**.

²⁴ **Al-jabr**, da questa parola araba deriva il termine **algebra**!

²⁵ Tratto da "Introduzione al Pascal" di Pierre Le Beux JACKSON.

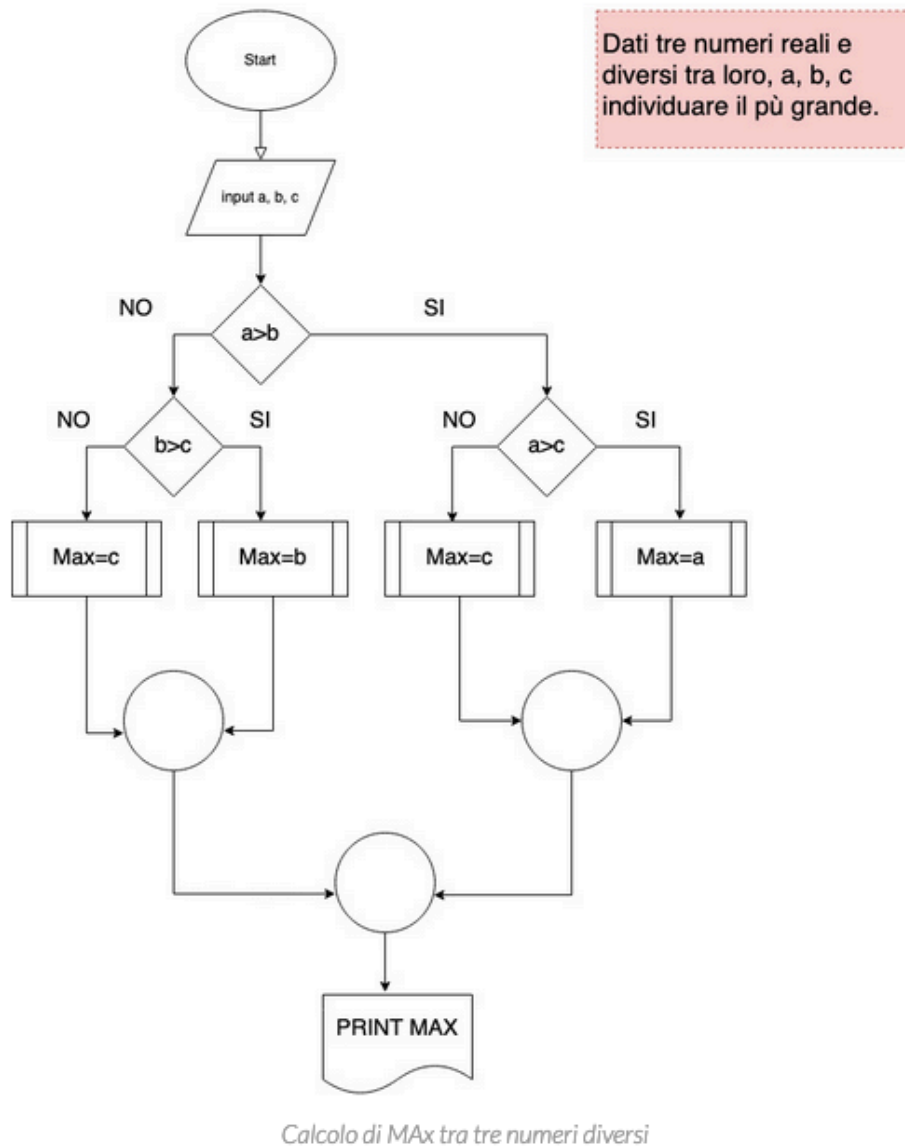


Figura 41 Flow Chart per il calcolo del MAX tra tre numeri

Proviamo a leggere questo flow chart.

- Si introducono i tre numeri a, b, c;
- a è maggiore di b? in questo caso si deve fare una scelta, SE no ALLORA si confronta b è maggiore di c?
- SE no ALLORA il MAX è c
-
-
-

Questo è l'inizio, acquisito il senso, poi è facile proseguire la lettura del flow chart.

Il problema poi è implementare con l'apposito linguaggio le istruzioni che codificano questo algoritmo.

Altri problemi

1 Come riconoscere con un apposito programma per computer, **se un numero è pari o dispari?**

Si individua l'algoritmo. È molto semplice si prende il numero da esaminare e lo si divide per due: **se** il resto della divisione è nullo **allora** il numero è pari **altrimenti** è dispari.

Abbiamo adoperato una implicazione logica che la macchina è in grado di riconoscere. In ambito informatico l'implicazione logica è indicata con l'asserzione IF THEN ELSE che può essere tradotta letteralmente in "se allora altrimenti". In alcuni linguaggi di programmazione, come il Basic, l'asserzione IF THEN coincide esattamente con la sintassi dell'istruzione condizionale.

Se volete seguire e vedere lo sviluppo e risoluzione di questo problema, la spiegazione completa e più dettagliata può essere reperita al seguente indirizzo:

<https://www.adalovelace.it/un-numero-e-pari-o-dispari/>

l'algoritmo è stato implementato in EXCEL (foglio elettronico di Microsoft).

2 Jenni

Fino ad ora abbiamo risolto dei semplici problemi numerici, l'esempio seguente parla di una bimba di 10 anni che ha difficoltà nella lingua (italiana):

Jenni era una bimba che aveva difficoltà nel capire la grammatica, non riesce a capire la differenza tra nome, verbo, avverbio: è un problema! Come si può risolverlo?

L'algoritmo e la sua risoluzione si possono reperire al seguente indirizzo:

<https://www.adalovelace.it/jenni/>

È un bel problema d'apprendimento, ma con apposito algoritmo si riesce a compilare una app che aiuta a risolvere questo difficoltà. (è sempre stato usato EXCEL)

3 Perché il periodo vittoriano e Ada Lovelace?

L'avventura moderna del calcolo così come la conosciamo si è sviluppata nel periodo vittoriano del primo 800 grazie a due personaggi già citati: Charles Babbage & Ada Byron contessa di Lovelace! Ed ecco a voi una presentazione che vi guida in questo magico mondo.

<https://www.adalovelace.it/presentazioni-in-pdf/>

sono presenti in formato pdf diverse presentazioni (scaricabili) quella che dovete cercare è la presentazione:

Ada & Charles

E' una monografia su questi due grandi personaggi della storia informatica. La presentazione è molto avvincente anche grazie all'uso dei disegni di Sydney Padua tratti dal libro "THE THRILLING ADVENTURES OF LOVELACE AND BABBAGE". Questo libro è un caposaldo di tutta la mia trattativa, il sottotitolo "THE (MOSTLY) TRUE STORY OF THE FIRST COMPUTER" esprime il senso di tutto questo lavoro ((per lo più) LA VERA STORIA DEL PRIMO COMPUTER). Un vero e sentito ringraziamento all'autrice! Mia opinione personale è che questa opera è un **capolavoro**! Sono 55 slide anno di produzione 2019

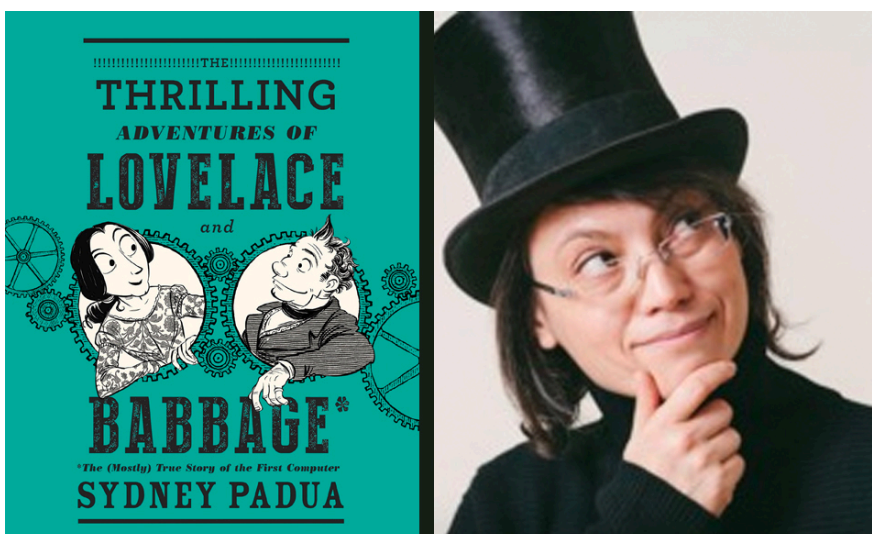


Figura 42 Il libro e la fantastica autrice

Dentro al computer

L'avventura prosegue!

Come è fatto un computer, quali sono i suoi componenti e come sono collegati tra loro?

Guardando una Chiesa o un edificio si cerca di capirne l'architettura, lo stile e quale architetto l'ha creata.

Nel nostro caso l'architetto del computer è stato John von Neumann.

Neumann, John von (Budapest 1903 - Washington 1957), matematico e logico statunitense di origine ungherese. Studiò a Zurigo e presso le università di Berlino e di Budapest. Recatosi negli Stati Uniti nel 1933 per collaborare con l'università di Princeton, da quell'anno divenne membro permanente dell'Institute for Advanced Study di Princeton. Durante la seconda guerra mondiale operò come consulente per il progetto di costruzione della bomba atomica presso il Los Alamos National Laboratory. Nel 1955 divenne membro della Commissione statunitense per l'energia atomica.



Figura 43 John Von Neumann

Brillante matematico, Von Neumann assiomatizzò la teoria degli insiemi, sviluppò insieme a Oskar Morgenstern il campo della teoria dei giochi e approfondì gli studi sulla teoria delle probabilità; inoltre, si distinse per il fondamentale contributo offerto alla teoria quantistica, in particolare per il concetto di "anelli di operatori" e per i suoi studi pionieristici di matematica applicata alla statistica e all'analisi numerica. In particolare comprese come l'impiego dei computer avrebbe dato un notevole impulso alla matematica applicata e consentito la risoluzione di specifici problemi. Fino a quel momento i computer erano stati utilizzati nella elaborazione di tabulati. Nel 1944 si interessò agli studi del fisico statunitense Howard Aiken, che aveva messo a punto il calcolatore ASCC, e del matematico George Stibitz, inventore di computer elettromeccanici. Negli anni seguenti, fu consulente di numerose commissioni di studio; in virtù di questo ruolo, avviò la collaborazione del Los Alamos National Laboratory con la Moore School of Electrical Engineering dell'università della Pennsylvania che si stava occupando della progettazione del computer ENIAC, e ideò il computer IAS per l'Institute for Advanced Studies. Nel 1945, descrisse l'architettura del computer elettronico digitale EDVAC (Electronic Discrete Variable Automatic Computer), capace di mantenere nella propria memoria i programmi da eseguire; l'apparecchio fu realizzato dal fisico John W. Mauchly e dall'ingegnere elettronico J. Presper Eckert. Operando con il gruppo di ricerca di Los Alamos, perfezionò il computer IAS, alla continua ricerca di adattare le potenzialità dei computer alla risoluzione di problemi scientifici. Nel 1952 progettò il primo computer utilizzando un programma flessibile, il MANIAC I. Nel 1956 la Commissione per l'energia atomica gli assegnò l'Enrico Fermi Award per il suo notevole contributo alla teoria e alla progettazione dei computer.

Microsoft ® Encarta ® Enciclopedia 2002. © 1993-2001 Microsoft Corporation. Tutti i diritti riservati.



Architettura di John von Neumann

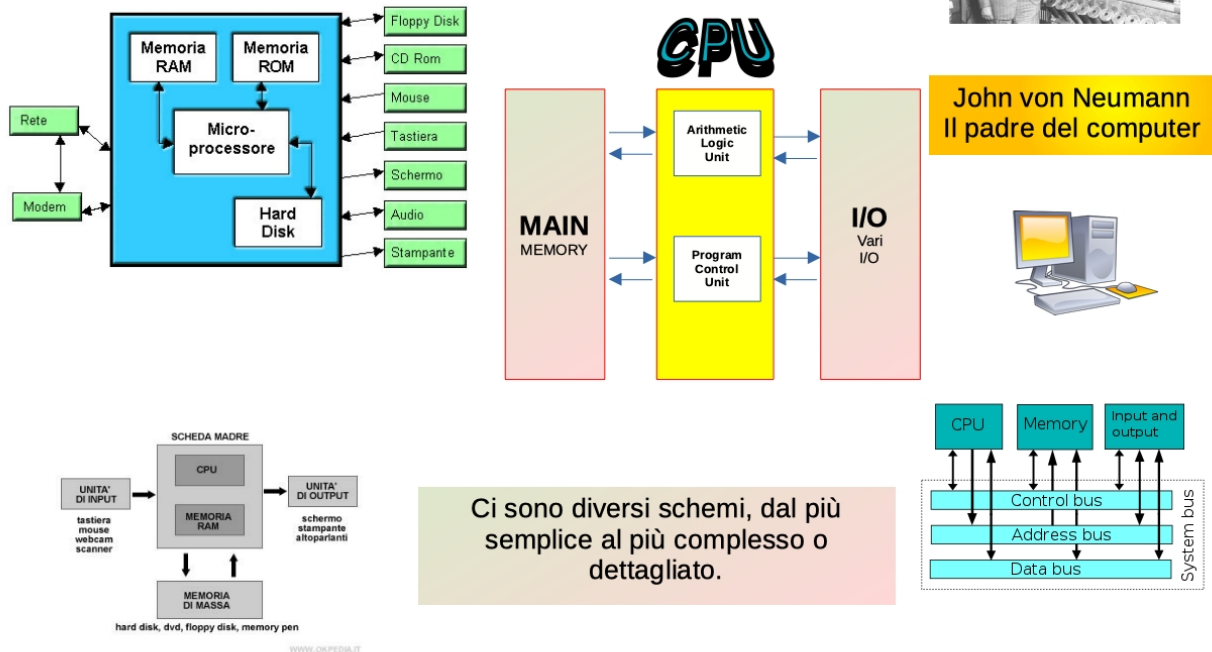
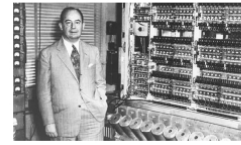


Figura 44 Vari schemi relativi all'architettura del computer

Gli schemi presentati nella figura sono tutti analoghi e rappresentano il funzionamento dei moderni computer. Tutti fanno riferimento al modello Von Neumann: cuore del modello è la CPU o la Central Processing Unit, il microprocessore dove vengono elaborati i programmi o i dati con l'ausilio della ALU o Arithmetic Logic Unit che è l'unità logica aritmetica. Esegue tutte le operazioni avvalendosi dell'apporto delle Logic Gates. Queste operazioni una volta eseguite vengono poi rispedite alla CPU che l'invia ai dispositivi di output.

Facciamo un esempio:

1. Inseriamo un programma di video scrittura, con un dispositivo di input viene passato alla CPU che lo invia in memoria;
2. Dalla memoria torna alla CPU per l'elaborazione;
3. Vengono inviati i dati sempre con dispositivo input;
4. La CPU li invia alla ALU che li elabora;
5. I dati elaborati tornano alla CPU che li invia in memoria o ad un dispositivo di output.

È una forte semplificazione, ma intanto diamo l'idea della complessità e numerosità delle operazioni che un computer deve eseguire. Sono molteplici e macchinose, ma la forza della macchina è la velocità con le quali riesce ad eseguirle. **LA VELOCITA'!!!**

Le specifiche più importanti che caratterizzano maggiormente un computer sono:

- La RAM (Random Access Memory) memoria ad accesso casuale, ovviamente più grande è più performante è il computer;
- La ROM (Read Only Memory) memoria di sola lettura dove sono contenute le istruzioni per l'avvio del computer. La memoria ROM ospita firmware e driver contenenti i set di istruzioni necessari all'avvio del processore e delle schede di espansione e periferiche ospitate dalla motherboard
- Il CLOCK Il termine clock, in elettronica, indica un segnale periodico, generalmente un'onda quadra, utilizzato per sincronizzare il funzionamento dei dispositivi elettronici digitali. Può essere generato da qualsiasi oscillatore, si usa generalmente il tipo a quarzo per la sua alta stabilità di oscillazione. Determina la velocità di esecuzione delle istruzioni.

Questo schema è quello più completo e sufficientemente dettagliato in tutte le sue componenti. Notare le frecce e la loro direzione che indicano i flussi di informazione.

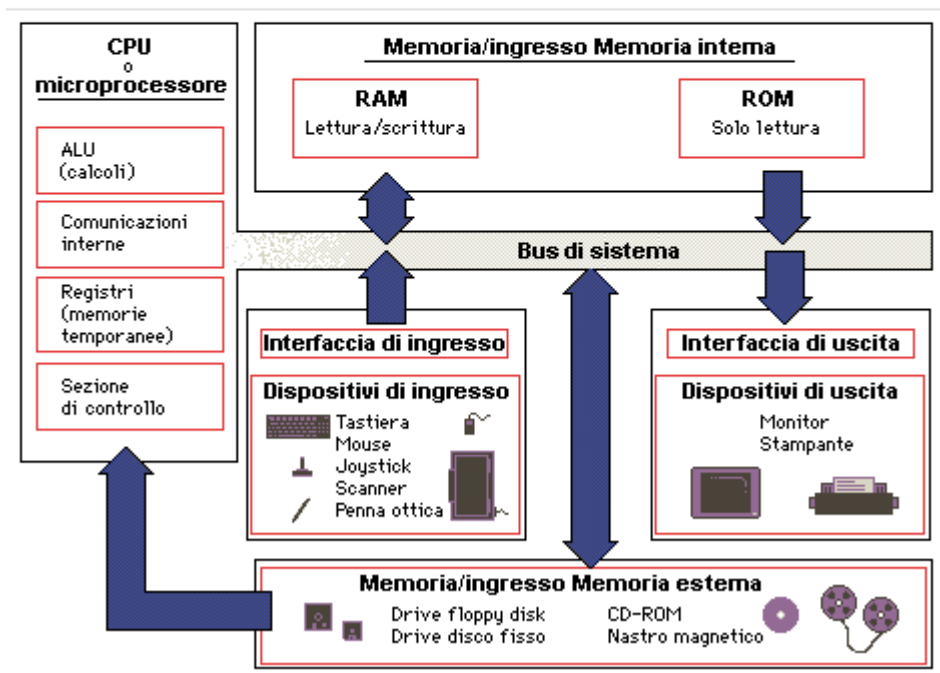
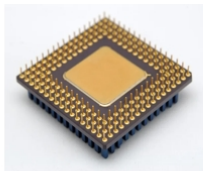


Figura 45 Schema dettagliato di un computer

Il computer tratta flussi di informazione. Quando accendi il computer prende le informazioni dalla ROM, tramite il bus si attivano tutte le periferiche o dispositivi I/O. Iniziamo a lavorare con la tastiera. Digitiamo le informazioni che vanno tramite il bus alla CPU e dopo essere elaborate, sempre con il bus alla RAM dove sono temporaneamente depositate. Sempre con il bus possono andare ai dispositivi di uscita più importanti come il monitor o la stampante. Se vogliamo che la nostra elaborazione rimanga permanente, sempre tramite il bus, la possiamo mandare ai dispositivi come l'hard disk. Spegniamo la macchina e quello che era presente nella RAM scompare, per questo è chiamata memoria volatile, mentre rimane nei drive come l'hard-disk.

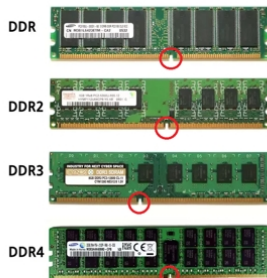


SPECIFICHE DI UN COMPUTER



CPU

prefisso			informatici		scientifici
KILO	K	2^{10}	1.024	10^3	1.000
MEGA	M	2^{20}	1.048.576	10^6	1.000.000
GIGA	G	2^{30}	1.073.741.824	10^9	1.000.000.000
TERA	T	2^{40}	1.099.511.627.776	10^{12}	1.000.000.000.000



Vari tipi di RAM

Simbolo	in Bit	in Byte	appross.
1 KB (kilobyte)	8.192	1.024	1.000
1 MB (megabyte)	8.388.608	1.048.576	1.000.000
1 GB (gigabyte)	8.589.934.592	1.073.741.824	1.000.000.000
1 TB (terabyte)	8.796.093.302.400	1.099.511.628.000	1.000.000.000.000



Hard Disk
HD
SSD
Solid State Drive



Clock, orologio, è un circuito oscillatore (basato su un cristallo di quarzo) che fornisce una temporizzazione a tutti i circuiti del computer e misura la velocità di esecuzione delle istruzioni. La frequenza degli impulsi è misurata in Mhz (MegaHertz).

Figura 46 Dettagli tecnici dei componenti principali del computer

Struttura operativa di un elaboratore

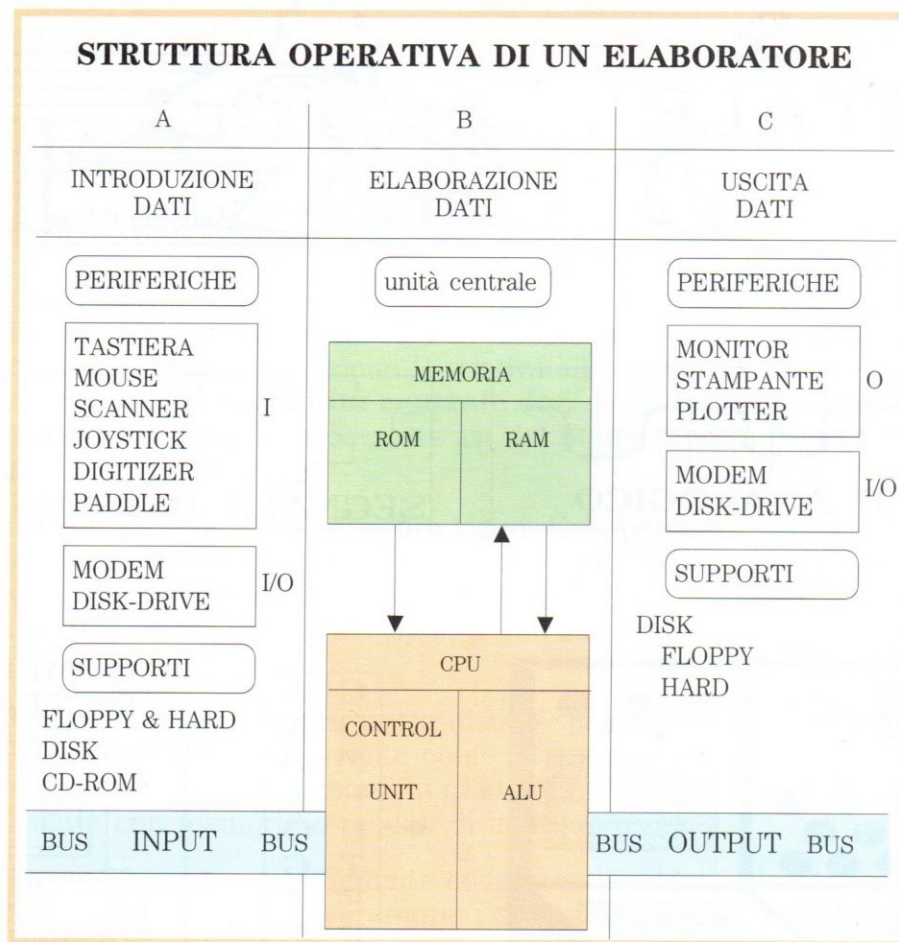


Figura 47 Struttura operativa di un computer

Questo vecchio schema disegnato negli anni 80 l'ho riproposto per sottolineare la struttura e il funzionamento di un calcolatore numerico che nel corso dei decenni non è cambiata.

Un calcolatore numerico lavora su **dati discreti** e **non continui**, difatti si parla di calcolatore numerico e non di calcolatore di tipo analogico. Questi dati discreti sono codificati per mezzo di numeri binari.

Analogico e Digitale

Nella letteratura informatica sono abbastanza ricorrenti due termini: *analogico* e *digitale*, (digitale deriva dall'inglese digit che significa *cifra* e digit deriva a sua volta dal latino *digitus* che significa dito).

I termini *analogico* e *digitale* si riferiscono a due differenti modi di rappresentare la cosiddetta parte quantitativa di una informazione. Una informazione è infatti costituita, semplicisticamente parlando, da due parti: una qualitativa, l'altra quantitativa.

Supponiamo di fornire delle "informazioni" di natura climatica su di una giornata di agosto.

1. **è caldo**, è la parte "qualitativa" dell'informazione

2. **la temperatura è di 35 gradi Celsius**, è la parte "quantitativa" dell'informazione.

Il computer elabora la parte quantitativa dell'informazione.
--

Nelle apparecchiature analogiche le quantità numeriche sono rappresentate dallo stato fisico di una grandezza che può variare in modo continuo entro un certo intervallo di valori. Ad esempio il termometro a mercurio è uno strumento analogico, in quanto il livello del liquido presente nel capillare può assumere un numero infinito di posizioni possibili.

Un esempio elementare di apparecchiatura digitale è costituito da un interruttore di circuito per il quale non sono possibili variazioni continue di posizione, ma solo posizioni discrete, in questo caso solo **due posizioni**: quella corrispondente al "circuito aperto" e quella corrispondente al "circuito chiuso". Gli storici calcolatori a manovella sono esempi di dispositivi digitali (numerici), essendo costituiti da rotismi in cui ogni ruota dentata del meccanismo aveva a disposizione solo dieci posizioni possibili.

I computer adoperati quotidianamente sono dei *dispositivi digitali*, perché il loro funzionamento è basato sulla logica del circuito aperto o chiuso, ma esistono anche computer di tipo analogico e sono adoperati in laboratori a carattere scientifico e tecnico.

Elaborazione dati

Lo schema esemplificativo è suddiviso in tre sezioni principali: l'introduzione dati, l'elaborazione dati e l'uscita dati. Vengono quindi citate le periferiche necessarie all'introduzione e all'uscita dati e i relativi supporti, queste due sezioni saranno trattate diffusamente in seguito, mentre un discorso necessariamente più approfondito deve essere fatto per quanto riguarda la sezione B cioè l'elaborazione dati.

In questa sezione viene descritta **l'unità centrale** dove sono svolte tutte le operazioni richieste al PC. L'unità centrale può essere scomposta sia dal punto di vista fisico sia funzionale in tre unità principali:

ALU: Arithmetic and Logic Unit, unità aritmetico logico. È la parte esecutiva del computer, difatti esegue le operazioni matematiche (addizione, sottrazione, moltiplicazione, divisione etc.) logiche (confronti del tipo maggiore, minore etc e del tipo vero falso); inoltre esegue la manipolazione dei bit all'interno dei byte, il suo funzionamento è controllato dall'unità di controllo.

UNIT CONTROL: unità di controllo. Si tratta di uno speciale circuito, progettato in modo tale che la CPU si comporti esattamente come le istruzioni ricevute in memoria. Questo importante blocco funzionale è quindi in grado di controllare l'esecuzione di una istruzione e di interagire con memorie e moduli di ingresso-uscita.

MEMORIA: La memoria, che è direttamente collegata ai suddetti blocchi funzionali, contiene i programmi e i dati sui quali lavoreranno i programmi. Le memorie in genere sono caratterizzate dalle seguenti grandezze: supporto fisico, modalità e tempo d'accesso, capacità, tipo di operazioni consentite.

Entrando in maggior dettaglio, la memoria che interagisce nell'unità centrale è del tipo a semiconduttori (tecnologia MOS da Metal Oxide Semi-conductor). L'elemento base di questo tipo di memoria è un **BISTABILE** che contiene l'informazione codificata come 0 o 1. I bistabili sono costituiti da due transistori opportunamente collegati e sono caratterizzati da due stati stabili. In uno stato un transistore è saturo e l'altro è interdetto, mentre nell'altro stato vi è una situazione opposta. Ad uno di questi stati è associato 1 e all'altro 0.

La modalità d'accesso è del tipo ad accesso diretto, ed il tempo che indica il tempo necessario alla lettura di un quantum di informazione è dell'ordine dei nanosecondi.

Come tipo di operazioni consentite si possono avere **memorie a lettura/scrittura** e **memorie a sola lettura**.

RAM: Random Access Memory. È la memoria ad accesso casuale (o diretto), ed è quella dove vengono collocati i programmi e i dati che dovranno essere elaborati dal processore. È una memoria volatile, non ritiene permanentemente le informazioni, pertanto quando si spegne il computer, si perde tutto!!!!

ROM: Read Only Memory. Questa è la memoria di sola lettura, in essa risiede un programma elementare di inizializzazione del computer, necessario quando si avvia la macchina per andare a recuperare il sistema operativo residente in genere su memorie di massa.

È venuto il momento di parlare del componente fondamentale dell'unità centrale: il **MICROPROCESSORE**.

Viene anche chiamato **CPU** (Central Processing Unit), è un chip dalle dimensioni molto ridotte dell'ordine delle decine di μm , in esso vi sono racchiuse mediante tecniche di microfilmatura gli schemi e i componenti dei circuiti elettrici. In pratica si tratta di un circuito ad alta integrazione di componenti.

È la cosiddetta UNITA' CENTRALE DI ELABORAZIONE ed è preposta al controllo, al coordinamento di tutte le funzioni del PC oltre all'elaborazione dei dati. Le sue dimensioni sono molto ridotte (dell'ordine di pochi cm^2) ed insieme ad altri chip come ad esempio quelli costituenti la memoria, è alloggiata sulla MOTHER BOARD o scheda madre. La MOTHER BOARD assieme ad altre schede preposte a diverse funzioni specifiche è alloggiata all'interno della UNITA' DI SISTEMA.

A questo scopo viene proposto un disegno che illustra in modo più approfondito la struttura dell'unità di sistema, alloggiata in una scatola metallica detta *cabinet*. Le varie retinature sottolineano le connessioni tra le varie parti. Un rilievo particolare riveste la MOTHER BOARD (scheda madre); è una scheda dove sono alloggiati i chips più importanti come la CPU, la memoria e altri.

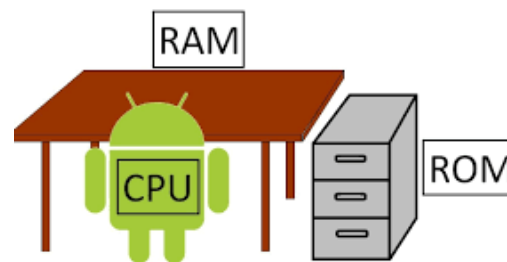
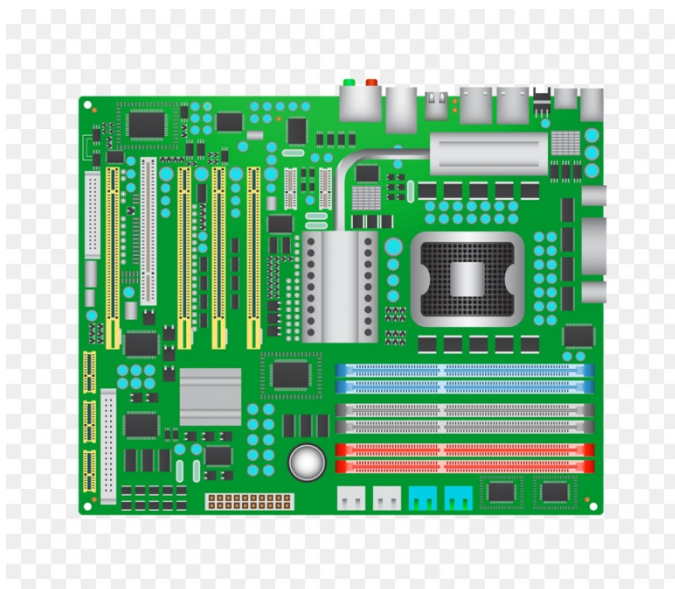


Figura 48 Le memorie RAM e ROM, notare la ROM disegnata come archivio e la RAM disegnata come un tavolo libero.

Figura 49 Mother Board cartoon

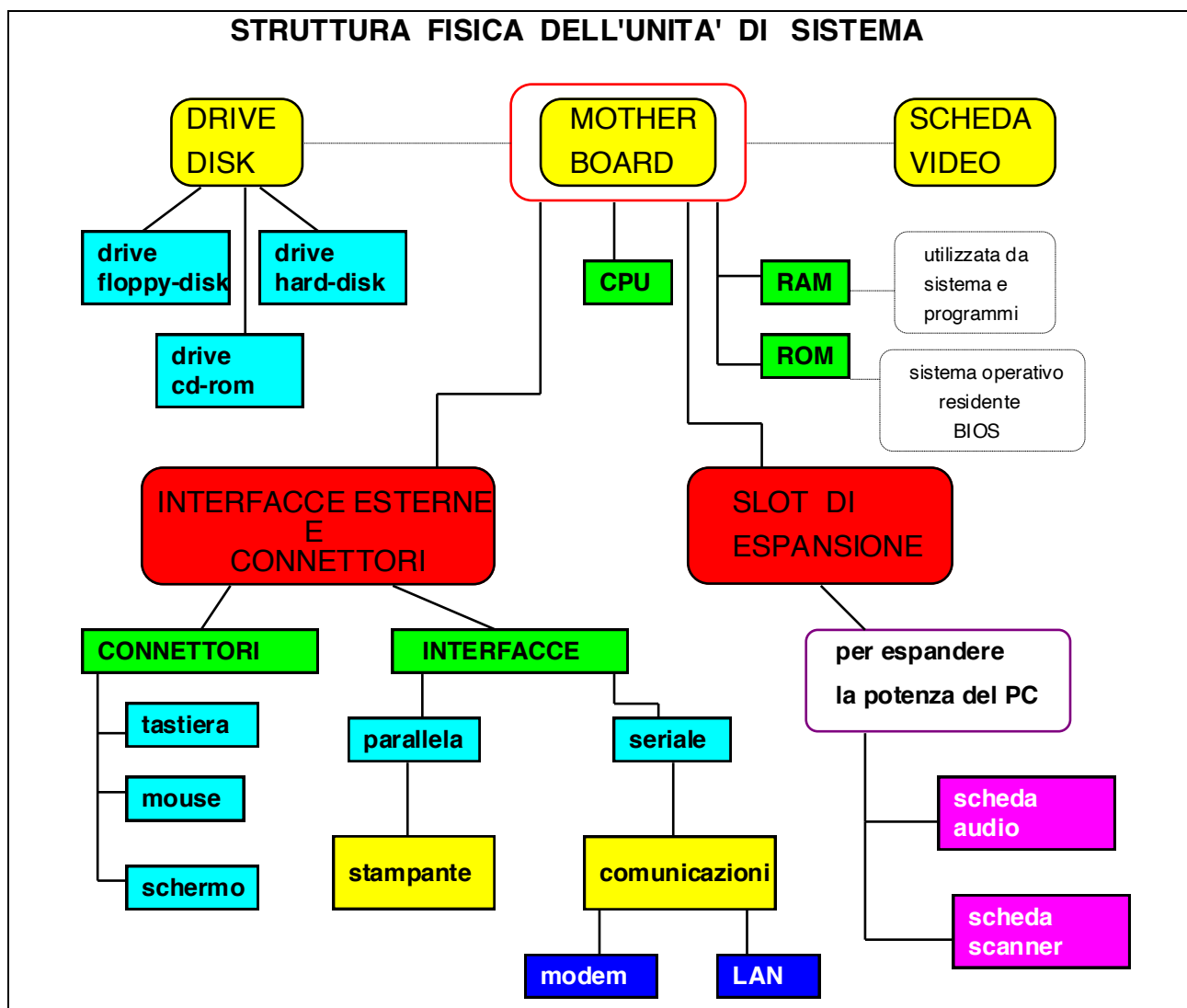


Figura 50 Struttura fisica dell'unità di sistema

BUS

Le informazioni che transitano fra le varie parti del sistema, la memoria e le unità di ingresso e uscita viaggiano per mezzo di un insieme di fili elettrici detti **bus**. È l'abbreviazione di busbar che letteralmente significa fascio di fili formanti il tracciato per gli impulsi elettrici in modo coordinato. Un bus è un mezzo fisico che trasporta un'informazione da una parte all'altra di un sistema formato da tanti circuiti digitali.

L'informazione è codificata in binario. Un bus è composto da tanti conduttori elettrici, lungo i quali è trasportata l'informazione sotto forma di segnali elettrici binari. Ogni calcolatore contiene molti tipi di bus, essi contribuiscono a determinare la velocità e la potenza di calcolo.

Lo schema riassume l'intera e numerosa famiglia dei bus.

1. BUS INTERNI sono costituiti da piste conduttrici di dimensioni microscopiche presenti su **singolo chip**; figura A
1. 2. BUS INTERNI sono anche quelli che costituiscono i collegamenti interni ad un **microprocessore**; figura A
2. 3. BUS DI COMPONENTI costituiscono il collegamento tra i vari microprocessori, installati su di una singola **scheda**; figura B
3. BACKPLANE BUS ogni scheda ha un connettore di collegamento, per backplane bus si intendono le varie linee di bus collocate sulla **mother board** dove sono installate le varie schede. Le schede così installate formano un **cassetto**; figura C
4. BUS DI SISTEMA sono i collegamenti tra i vari cassette. L'insieme di cassette costituisce il **rack**, detto anche **cabinet** che contiene fisicamente il computer.
5. BUS DI INPUT/OUTPUT sono le **prese di interconnessione** per le periferiche.

Poiché il compito di ogni bus è quello di trasferire informazioni, la misura fondamentale di questa capacità è la velocità di trasferimento. L'unità di misura usata è il **baud** (impulsi al secondo) oppure più semplicemente in **bit/s** (bit al secondo)

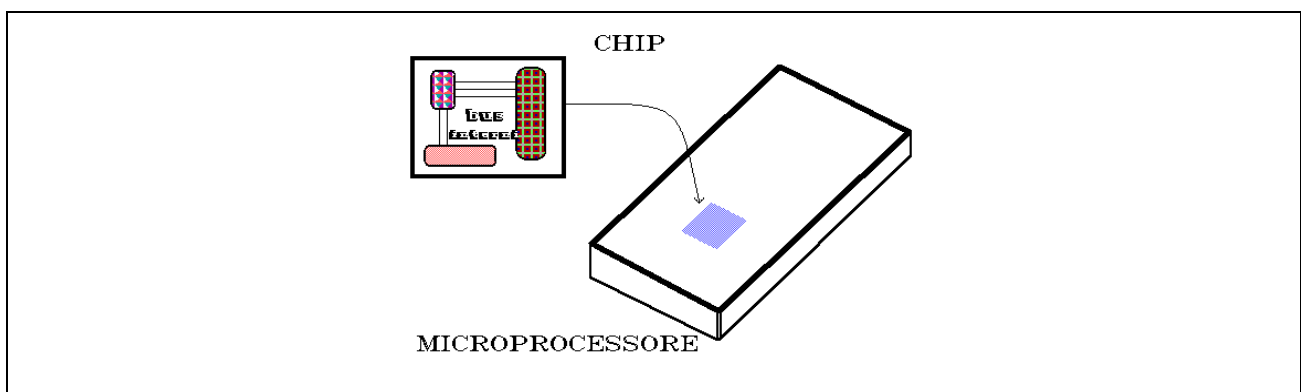


Figura A: visualizza i bus interni.

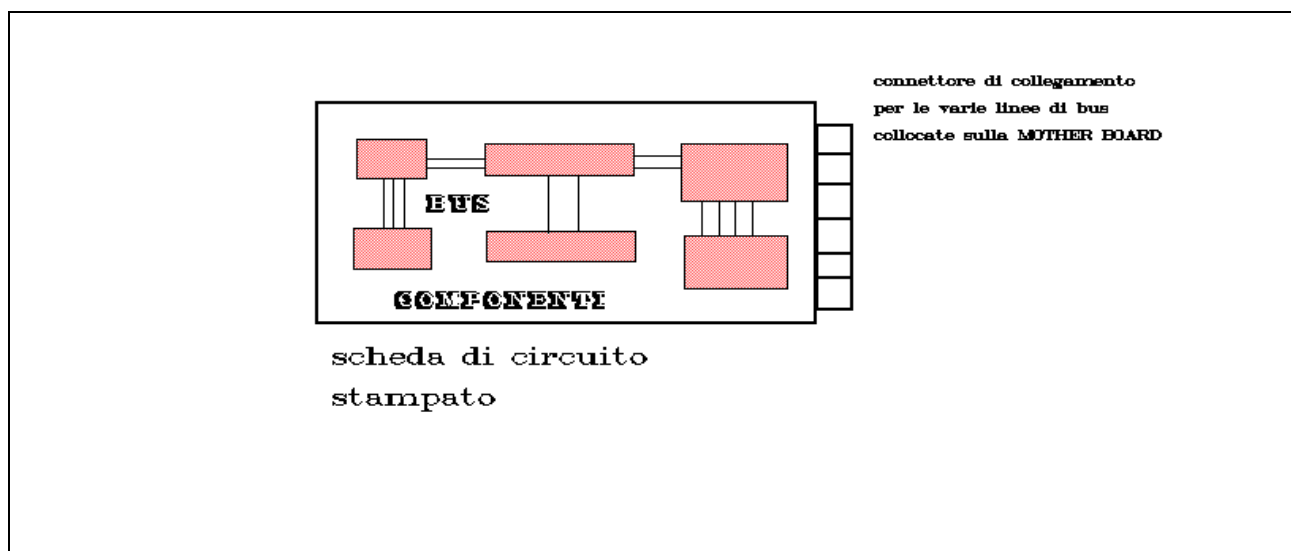


Figura B: inerente ai bus di componenti.

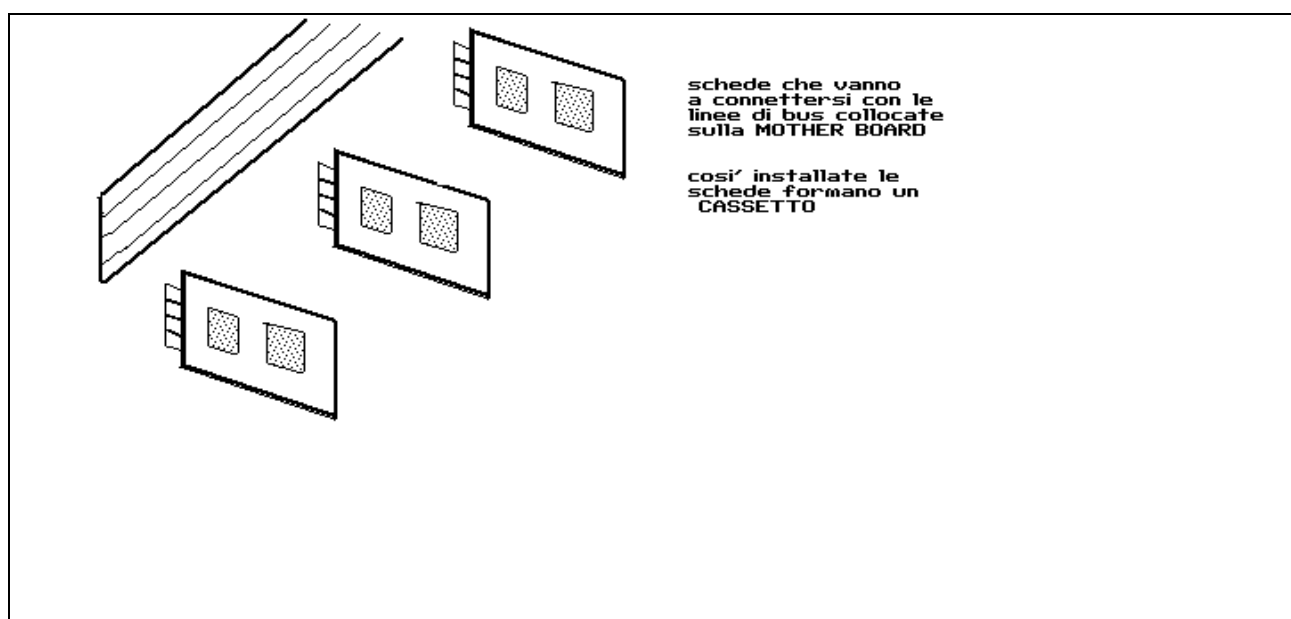


Figura C: le schede, tramite il loro connettore, si collegano alla mother board.

Configurazione di un Personal Computer

Per lavorare con un computer è altresì importante conoscere la configurazione disponibile e le sue possibili estensioni.

La configurazione base di un PC è la seguente:

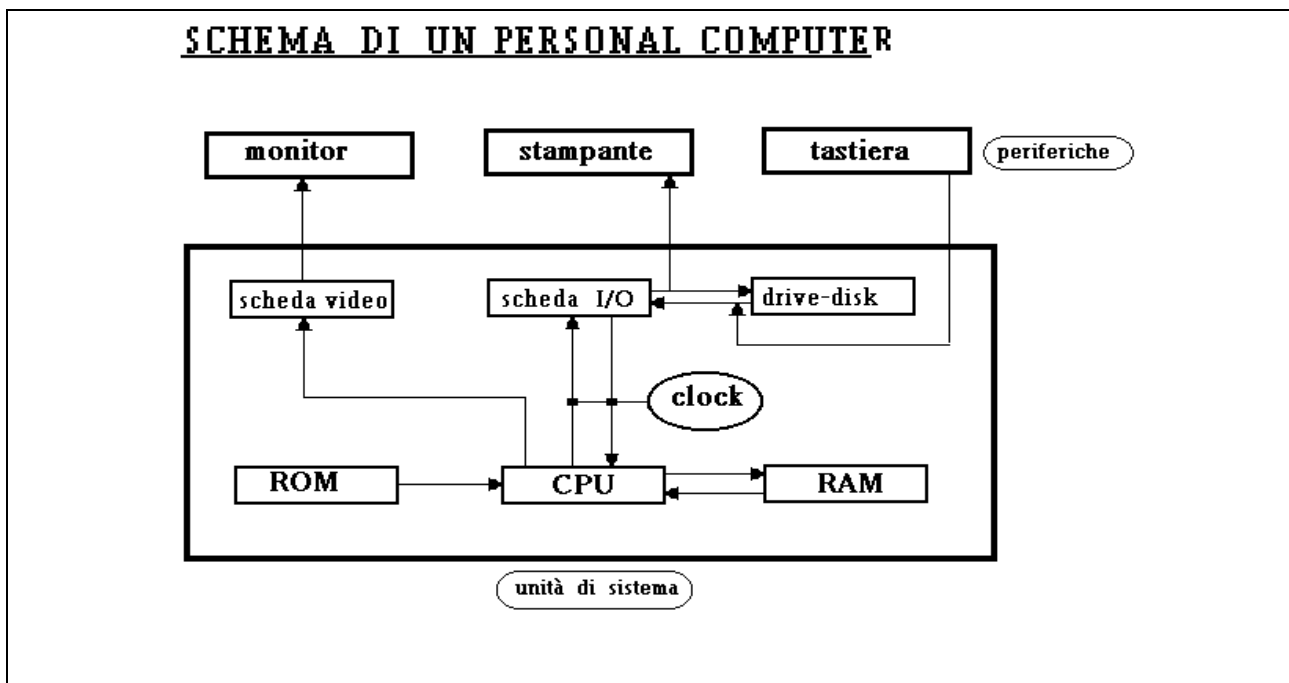


Figura 51 ulteriore schema di un pc

In figura si è operata una separazione fra *unità di sistema* e *periferiche*.

All'interno dell'unità di sistema sono evidenziati i principali gruppi funzionali con i rispettivi flussi di informazioni, all'esterno sono evidenziate invece le tre periferiche essenziali per un corretto e produttivo funzionamento del computer.

Le configurazioni possibili possono essere numerose e rispondere a particolari esigenze operative.

Le periferiche possono essere suddivise in tre categorie:

INPUT	OUTPUT	INPUT/OUTPUT
-------	--------	--------------

INPUT: sono le periferiche di sola entrata come *la tastiera, il mouse, il joystick, la tavoletta grafica, lo scanner per digitalizzare immagini e testo, il CD-ROM, il digitizer, la penna ottica*. Il joystick, la penna ottica, il mouse e la tavoletta grafica con il software applicativo richiesto per farli funzionare, sono strumenti di INPUT in grado di fornire una alternativa alla tastiera. In vario modo permettono lo spostamento del cursore sul video e tramite la pressione di un apposito tasto sono in grado di opzionare una determinata funzione rappresentata in questo modo da una *icona* (immagine simbolica). Un altro strumento che immette nel computer informazioni è lo scanner; esso permette di digitalizzare immagini, testi e fotografie da introdurre poi nel computer e memorizzare per successive elaborazioni.

OUTPUT: sono periferiche di sola uscita come *il monitor, la stampante, il plotter, macchine da cutting*; se si vuole stampare su carta le informazioni elaborate si collega al PC una stampante per i documenti, per i disegni il plotter che è una stampante in possesso di pennini a vari colori; è utilizzato per riprodurre grafici, disegni e progetti e viene adoperato in genere in quegli studi in cui occorre una progettazione grafica. La copia su carta di quanto viene elaborato è chiamata *hard-copy* in contrapposizione ai dati che compaiono sul monitor che costituiscono la *soft-copy*. Le macchine da cutting sono delle macchine da taglio, in pratica incidono su materiali di diversa natura come fogli adesivi, plastica ecc. ad esempio per scritte di tipo pubblicitario dove testo e figure sono elaborate con appositi programmi.

INPUT/OUTPUT: sono periferiche di entrata e uscita come i *drive* che agiscono su *supporti di tipo magnetico e ottico come l'hard-disk, il floppy-disk, e il CD-ROM*. Un ruolo particolare lo svolge il *modem* che permette il collegamento in rete dei computer, come modem si può anche intendere il *fax* che può essere inserito come scheda aggiuntiva nell'*unità di sistema*.



Come si comunica con il computer?

La comunicazione con il computer è un bel problema, sia nell'immettere dati e sia nella risposta che viene fornita dalla macchina. In ogni caso si tratta di numeri, noi immettiamo numeri e lui risponde con numeri! I numeri sono sempre espressi nel sistema binario 0 e 1. Come si può immaginare per noi è complicato comunicare in binario e leggere le risposte in binario. Per questo motivo è stato necessario inventare un codice che permettesse l'implementazione dei dati in una forma a noi più intellegibile, così come le risposte.

Codice ASCII

Nel 1963 si è dovuto accettare l'idea che serviva un alfabeto comune per tutti i computer con i quali comunicare. Si trovò l'accordo con la creazione del ASCII di seguito:

CODICE ASCII ASCII - American Standard Code for Information Interchange è un codice standard a 7-bit che fu proposto dall'ANSI nel 1963 e diventò definitivo nel 1968. ASCII (si pronuncia "askii") è il codice standard per i microcomputer e consiste di 128 numeri decimali che vanno da 0 a 127. I numeri che vanno da 128 a 255 costituiscono il set di caratteri estesi che comprendono caratteri speciali, matematici, grafici e di lingue straniere.											
ASCII è un codice per la codifica di caratteri. La prima edizione dello standard ASCII è stata pubblicata dall'American National Standards Institute nel 1963, quindi il codice ha subito un'importante revisione nel 1968. L'aggiornamento più recente risale al 1986.			Byte	Cod.	Char	Byte	Cod.	Char	Byte	Cod.	Char
			00000000	0	Null	00100000	32	Spc	01000000	64	@
			00000001	1	Start of heading	00100001	33	!	01000001	65	A
			00000010	2	Start of text	00100010	34	"	01000010	66	B
			00000011	3	End of text	00100011	35	#	01000011	67	C
			00000100	4	End of transmit	00100100	36	\$	01000100	68	D
			00000101	5	Enquiry	00100101	37	%	01000101	69	E
			00000110	6	Acknowledge	00100110	38	&	01000110	70	F
			00000111	7	Audible bell	00100111	39	'	01000111	71	G
			00001000	8	Backspace	00101000	40	(	01001000	72	H
			00001001	9	Horizontal tab	00101001	41	)	01001001	73	I
			00001010	10	Line feed	00101010	42	*	01001010	74	J
			00001011	11	Vertical tab	00101011	43	+	01001011	75	K
			00001100	12	Form Feed	00101100	44	,	01001100	76	L
			00001101	13	Carriage return	00101101	45	-	01001101	77	M
			00001110	14	Shift out	00101110	46	.	01001110	78	N
			00001111	15	Shift in	00101111	47	/	01001111	79	O
			00010000	16	Data link escape	00110000	48	0	01010000	80	P
			00010001	17	Device control 1	00110001	49	1	01010001	81	Q
			00010010	18	Device control 2	00110010	50	2	01010010	82	R
			00010011	19	Device control 3	00110011	51	3	01010011	83	S
			00010100	20	Device control 4	00110100	52	4	01010100	84	T
			00010101	21	Neg. acknowledge	00110101	53	5	01010101	85	U
			00010110	22	Synchronous idle	00110110	54	6	01010110	86	V
			00010111	23	End trans. block	00110111	55	7	01010111	87	W
			00011000	24	Cancel	00111000	56	8	01011000	88	X
			00011001	25	End of medium	00111001	57	9	01011001	89	Y
			00011010	26	Substitution	00111010	58	:	01011010	90	Z
			00011011	27	Escape	00111011	59	;	01011011	91	[
			00011100	28	File separator	00111100	60	<	01011100	92	\
			00011101	29	Group separator	00111101	61	=	01011101	93	]
			00011110	30	Record Separator	00111110	62	>	01011110	94	^
			00011111	31	Unit separator	00111111	63	?	01011111	95	_
									01100000	96	~
									01100001	97	a
									01100010	98	b
									01100011	99	c
									01100100	100	d
									01100101	101	e
									01100110	102	f
									01100111	103	g
									01101000	104	h
									01101001	105	i
									01101010	106	j
									01101011	107	k
									01101100	108	l
									01101101	109	m
									01101110	110	n
									01101111	111	o
									01110000	112	p
									01110001	113	q
									01110010	114	r
									01110011	115	s
									01110100	116	t
									01110101	117	u
									01110110	118	v
									01110111	119	w
									01111000	120	x
									01111001	121	y
									01111010	122	z
									01111011	123	{
									01111100	124	
									01111101	125	}
									01111110	126	~
									01111111	127	Del

Figura 52 Codice ASCII

In questo codice ogni sequenza di otto bit (un **byte**) corrisponde ad una lettera o un numero o a un controllo di operazioni macchina. Nella versione originale sono 128. Ad ogni byte corrisponde il corrispettivo numero decimale, difatti abbiamo quattro zone formate da tre colonne con intestazione Byte, Cod., Char e corrispondono a:

1. Caratteri di comando;

2. Caratteri speciali;
3. Caratteri dell'alfabeto maiuscoli;
4. Caratteri dell'alfabeto minuscoli.

Sistemi di numerazione ottale e esadecimale

Nel campo informatico per evitare la ridondanza²⁶ delle cifre 0 1 del sistema binario si ricorre a due altri sistemi di numerazione, quello ottale e quello esadecimale che “comprimono” le lunghe serie di 0 e 1.

Un sistema di numerazione ottale si basa solo su otto cifre:

0 1 2 3 4 5 6 7

Il principio di costruzione di questi sistemi di numerazione è sempre lo stesso: quello del sistema decimale o del sistema binario. Per il sistema ottale si ha che al numero otto corrisponde 10, al numero nove 11, al numero dieci 12 e così via.

I sistemi impiegati in informatica sono genericamente tre, il sistema binario, ottale ed esadecimale.

sistema decimale	sistema binario	sistema ottale	sistema esadecimale
0	0	0	0
1	1	1	1
2	10	2	2
3	11	3	3
4	100	4	4
5	101	5	5
6	110	6	6
7	111	7	7
8	1000	10	8
9	1001	11	9
10	1010	12	A
11	1011	13	B
12	1100	14	C
13	1101	15	D
14	1110	16	E
15	1111	17	F
16	10000	20	10
17	10001	21	11
18	10010	22	12
19	10011	23	13
20	10100	24	14
21	10101	25	15
22	10110	26	16
23	10111	27	17
24	11000	30	18
25	11001	31	19
26	11010	32	1A
27	11011	33	1B
28	11100	34	1C
29	11101	35	1D
30	11110	36	1E
31	11111	37	1F
32	100000	40	20

Il sistema binario ha due cifre, il sistema ottale otto cifre, l'esadecimale sedici cifre e per la prima volta compaiono anche le lettere dell'alfabeto (maiuscole) A B C D E F. Esempio di conversione tra i vari sistemi. Prendiamo il numero decimale 28 e lo scriviamo in forma polinomiale con potenze di dieci che indicano la posizione della cifra.

$$28 (dec) = 2 \cdot 10^1 + 8 \cdot 10^0 = 28 (dec)$$

$$34 (ott) = 3 \cdot 8^1 + 4 \cdot 8^0 = 28 (dec)$$

$$11100 (bin) = 1 \cdot 2^4 + 1 \cdot 2^3 + 1 \cdot 2^2 + 0 \cdot 2^1 + 0 \cdot 2^0 = 28 (dec)$$

$$1C (esa) = 1 \cdot 16^1 + 12 \cdot 16^0 = 28 (dec)$$

Scriviamo il numero decimale 28 nel sistema ottale che corrisponde a 34. La forma polinomiale è scritta con potenze di otto per indicare la posizione delle cifre. Nel sistema binario il numero decimale 28 è 11100, in forma polinomiale abbiamo il numero espresso con potenze di due.

Il numero dec 28 in esadecimale corrisponde a 1C nella forma polinomiale si capisce $1 \cdot 16^1 + 12 \cdot 16^0$ la prima parte è comprensibile, mentre si resta perplessi sul dodici per sedici alla 0. Il C corrisponde al 12 in dec.

Figura 53 I tre sistemi numerici adoperati in informatica

²⁶ La ridondanza è avere una serie di zero e uno, facilmente riconducibili ad un numero o istruzione.

L'ultima versione della tabella ASCII aggiornata possiede più di 128 caratteri e li si può suddividere in stampabili e non stampabili.



Figura 54 ASCII

La figura rappresenta benissimo, in modo intuitivo ed immediato, cosa rappresenta il codice ASCII e la sua stretta correlazione con i numeri binari.

L'utente digita l'istruzione che vuole assegnare alla macchina tramite la tastiera e quando preme un tasto, ad esempio, la lettera S (maiuscola) il computer la tramuta nel byte corrispondente nella tabella ASCII e lo invia all'elaborazione. La risposta elaborata del byte inviata se operiamo con un word processor sarà la comparsa di **S** sullo schermo.



La Pescheria a Treviso

Binario	Ottale	Decimale	Esadecimale	
000 0000	000	0	00	NUL NUL ^@ \0 Null character
000 0001	001	1	01	SOF SOH ^A ☺
000 0010	002	2	02	STX STX ^B ☹
000 0011	003	3	03	ETX ETX ^C ♥
000 0100	004	4	04	EOT EOT ^D ♦
000 0101	005	5	05	ENQ ENQ ^E ♣
000 0110	006	6	06	ACK ACK ^F ♠
000 0111	007	7	07	BEL BEL ^G \a •
000 1000	010	8	08	BS BS ^H \b ▣
000 1001	011	9	09	HT HT ^I \t ○
000 1010	012	10	0A	LF LF ^J \n ■
000 1011	013	11	0B	VT VT ^K \v ♂
000 1100	014	12	0C	FF FF ^L \f ♀
000 1101	015	13	0D	CR CR ^M \r ♪
000 1110	016	14	0E	SO SO ^N ♫
000 1111	017	15	0F	SI SI ^O ☼
001 0000	020	16	10	DLE DLE ^P ►
001 0001	021	17	11	DC1 DC1 ^Q ◀
001 0010	022	18	12	DC2 DC2 ^R ↑
001 0011	023	19	13	DC3 DC3 ^S !!
001 0100	024	20	14	DC4 DC4 ^T ¶
001 0101	025	21	15	NAK NAK ^U §
001 0110	026	22	16	SYN SYN ^V —
001 0111	027	23	17	ETB ETB ^W ⚡
001 1000	030	24	18	CAN CAN ^X ↑
001 1001	031	25	19	EM EM ^Y ↓
001 1010	032	26	1A	SUB SUB ^Z →
001 1011	033	27	1B	ESC ESC ^[←
001 1100	034	28	1C	FS FS ^\ ⌞
001 1101	035	29	1D	GS GS ^] ↔
001 1110	036	30	1E	RS RS ^^ ▲
001 1111	037	31	1F	US US ^_ ▼
111 1111	177	127	7F	DEL DEL ^? Delete (tasto elimina-bakspace)

Figura 55 Tabella ASCII aggiornata al 1986 riguardante i comandi

Binario	Oct	Dec	Hex	Glifo	Binario	Oct	Dec	Hex	Glifo	Binario	Oct	Dec	Hex	Glifo
010 0000	040	32	20	Spazio	100 0000	100	64	40	@	110 0000	140	96	60	`
010 0001	041	33	21	!	100 0001	101	65	41	A	110 0001	141	97	61	a
010 0010	042	34	22	"	100 0010	102	66	42	B	110 0010	142	98	62	b
010 0011	043	35	23	#	100 0011	103	67	43	C	110 0011	143	99	63	c
010 0100	044	36	24	\$	100 0100	104	68	44	D	110 0100	144	100	64	d
010 0101	045	37	25	%	100 0101	105	69	45	E	110 0101	145	101	65	e
010 0110	046	38	26	&	100 0110	106	70	46	F	110 0110	146	102	66	f
010 0111	047	39	27	'	100 0111	107	71	47	G	110 0111	147	103	67	g
010 1000	050	40	28	(	100 1000	110	72	48	H	110 1000	150	104	68	h
010 1001	051	41	29	)	100 1001	111	73	49	I	110 1001	151	105	69	i
010 1010	052	42	2A	*	100 1010	112	74	4A	J	110 1010	152	106	6A	j
010 1011	053	43	2B	+	100 1011	113	75	4B	K	110 1011	153	107	6B	k
010 1100	054	44	2C	,	100 1100	114	76	4C	L	110 1100	154	108	6C	l
010 1101	055	45	2D	-	100 1101	115	77	4D	M	110 1101	155	109	6D	m
010 1110	056	46	2E	.	100 1110	116	78	4E	N	110 1110	156	110	6E	n
010 1111	057	47	2F	/	100 1111	117	79	4F	O	110 1111	157	111	6F	o
011 0000	060	48	30	0	101 0000	120	80	50	P	111 0000	160	112	70	p
011 0001	061	49	31	1	101 0001	121	81	51	Q	111 0001	161	113	71	q
011 0010	062	50	32	2	101 0010	122	82	52	R	111 0010	162	114	72	r
011 0011	063	51	33	3	101 0011	123	83	53	S	111 0011	163	115	73	s
011 0100	064	52	34	4	101 0100	124	84	54	T	111 0100	164	116	74	t
011 0101	065	53	35	5	101 0101	125	85	55	U	111 0101	165	117	75	u
011 0110	066	54	36	6	101 0110	126	86	56	V	111 0110	166	118	76	v
011 0111	067	55	37	7	101 0111	127	87	57	W	111 0111	167	119	77	w
011 1000	070	56	38	8	101 1000	130	88	58	X	111 1000	170	120	78	x
011 1001	071	57	39	9	101 1001	131	89	59	Y	111 1001	171	121	79	y
011 1010	072	58	3A	:	101 1010	132	90	5A	Z	111 1010	172	122	7A	z
011 1011	073	59	3B	;	101 1011	133	91	5B	[	111 1011	173	123	7B	{
011 1100	074	60	3C	<	101 1100	134	92	5C	\	111 1100	174	124	7C	
011 1101	075	61	3D	=	101 1101	135	93	5D	]	111 1101	175	125	7D	}
011 1110	076	62	3E	>	101 1110	136	94	5E	^	111 1110	176	126	7E	~
011 1111	077	63	3F	?	101 1111	137	95	5F	_					

Figura 56 Tabella ASCII aggiornata al 1986 riguardante i caratteri

La tastiera estesa del Personal Computer

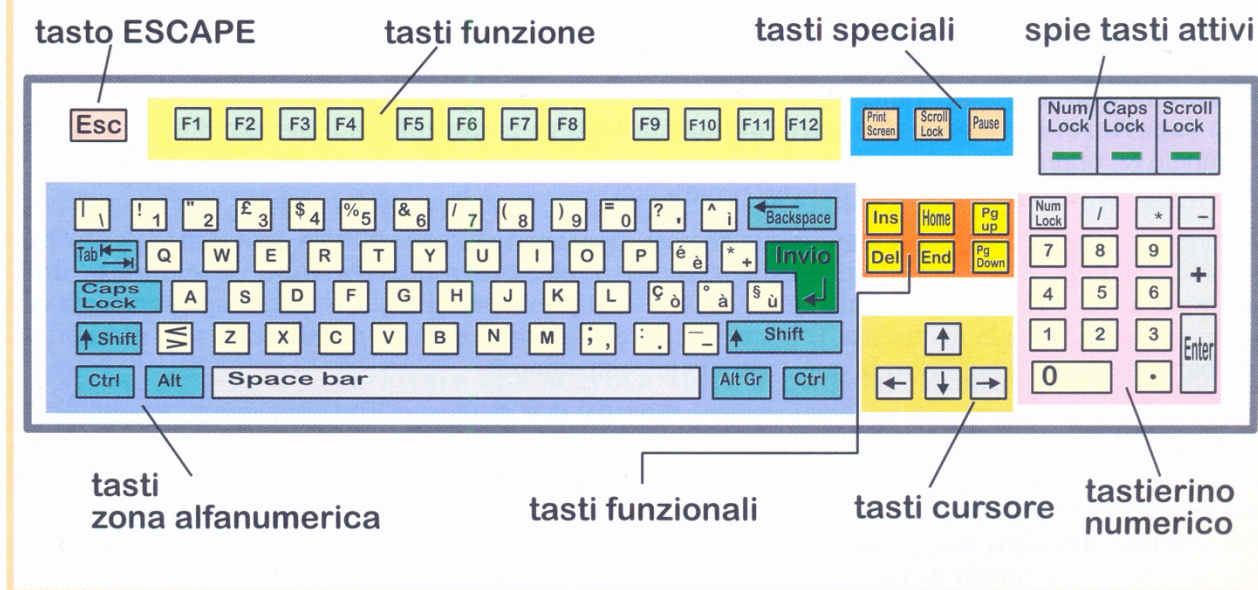
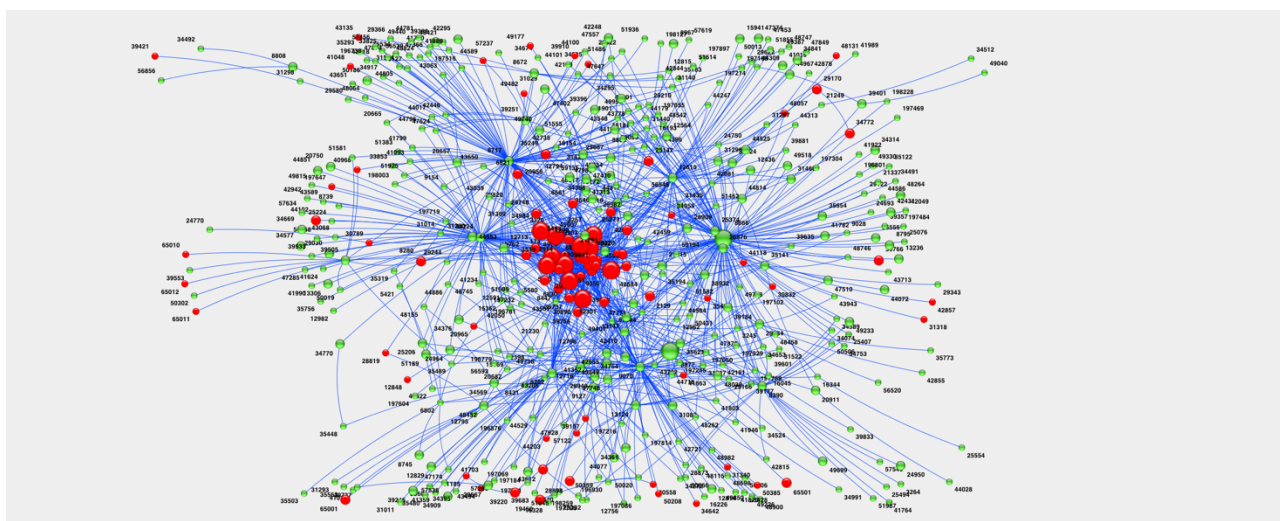


Figura 57 Tastiera PC (SO Windows)

Un po' di INTERNET

di [SANDRO CORRADINI](#) · Pubblicato 13 Febbraio 2020 · Aggiornato 8 Marzo 2020



Internet è l'acronimo di “interconnected networks” (in italiano “reti interconnesse”). Internet è la rete delle reti!

Il termine Internet viene scritto in italiano sia con l'iniziale maiuscola sia con la minuscola. L'iniziale maiuscola è più frequente ed è l'uso originale, ma l'uso della minuscola è in crescita.

Introduzione

È riconosciuta come una delle più grandi invenzioni del secolo scorso! Mette in comunicazione tutte le popolazioni del nostro globo terracqueo. L'importanza e rilevanza è sotto gli occhi di tutti, ma quali sono stati i fattori principali che hanno permesso balzo in avanti della tecnologia? Il primo fattore è la nascita dei computer digitali e la loro sempre più crescente potenza, il secondo fattore è sicuramente imputabile alla rivalità tecnologica tra russi e americani, come poi vedremo meglio.

Il balzo in avanti della tecnologia unita a alla sua rapidità è un qualcosa di strabiliante. Ci ha permesso il raggiungimento di traguardi impensabili e da considerare fantascientifici e questo fino a pochi anni fa! Per chiarire e sottolineare il fenomeno facciamo un esempio: la data del primo volo effettuato dai fratelli Wright è stato il 17 dic 1903. Bene! Quel trabiccolo si sollevò appena da terra e rimase in volo per pochi metri. Oggi, nel 2023 cosa sono diventati gli aerei nel breve giro di un secolo? Qualcosa, appunto di fantascientifico! La stessa cosa è successa per la comunicazione dell'informazione e la nascita di Internet.

PROGRESSO TECNOLOGICO



Il primo volo dei fratelli Wright a Kitty Hawk, North Carolina il 17 dicembre 1903.

Airbus Maverick, aereo a idrogeno
12 feb 2020



Internet, la rete
delle reti, è
l'invenzione del
secolo!



Figura 58 Il progresso tecnologico

Vorrei sottolineare che furono le **idee visionarie** di tanti scienziati e ingegneri che contribuirono a questa scoperta! Per quanto riguarda questa succinta trattazione, dovete leggerla con un punto di vista storico: la

rivalità scientifica tra due sistemi contrapposti e da un altro punto di vista come le idee di pochi scienziati influirono sullo sviluppo delle conoscenze!

L'inizio dell'era di INTERNET

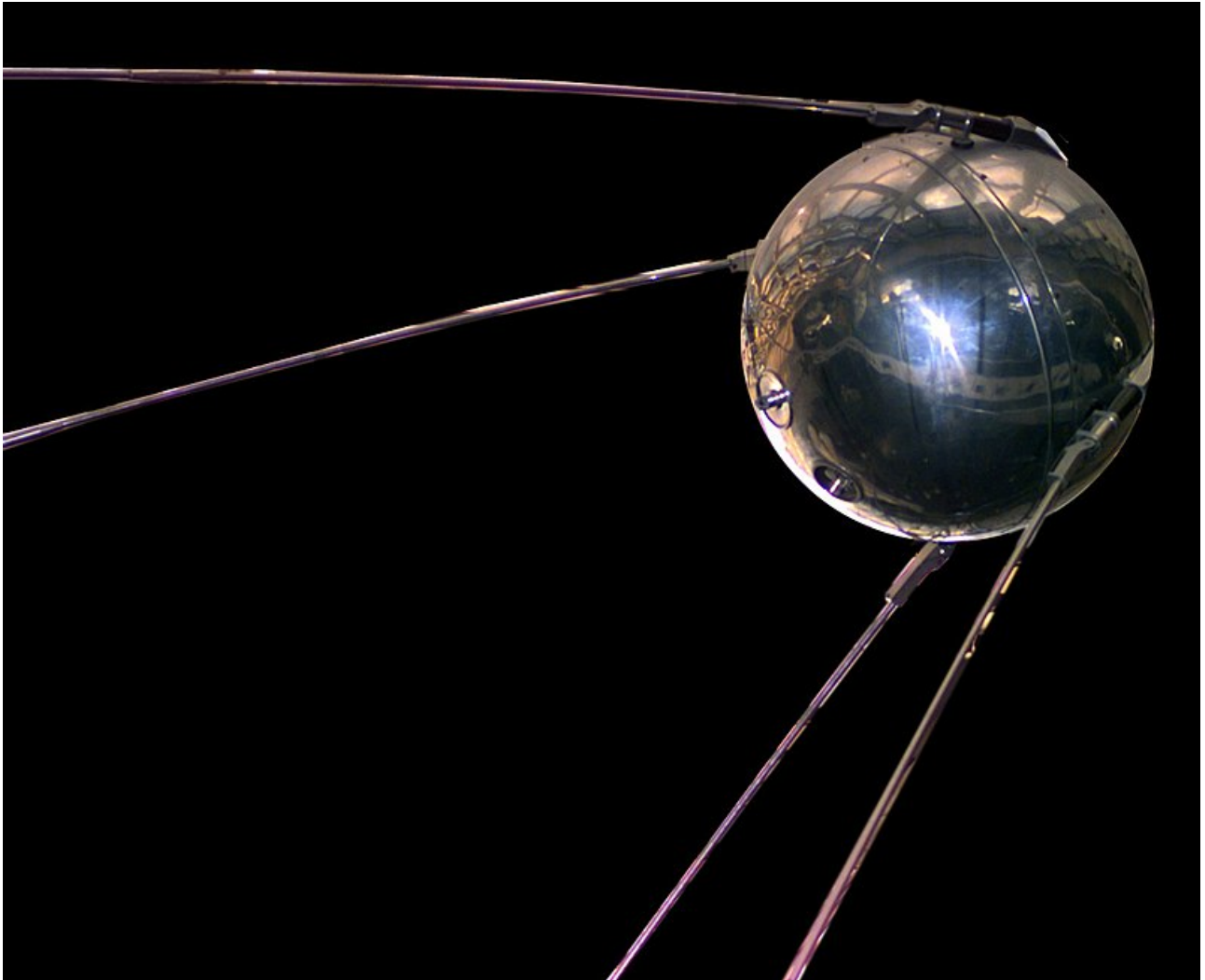


Figura 59 Lo Sputnik

Il 4 ottobre 1957 l'Unione Sovietica lanciò nello spazio il primo satellite della storia dell'umanità: lo Sputnik!

Sputnik1 (Простейший Спутник-1 o Prosteyshiy Sputnik-1, "satellite elementare 1") fu il primo satellite artificiale mandato in orbita intorno alla Terra. Venne lanciato dal cosmodromo di Bajkonur dall'Unione Sovietica raggiungendo un'orbita ellittica bassa terrestre il 4 ottobre 1957; rimase in orbita per tre settimane prima che le sue batterie si esaurissero, quindi continuò ad orbitare per altri due mesi prima di rientrare nell'atmosfera distruggendosi. Era costituito da una sfera di metallo levigata del diametro di 58 cm con

quattro antenne radio esterne per trasmettere gli impulsi. Il suo segnale radio fu facilmente rilevabile anche dai radioamatori, la sua inclinazione orbitale di 65° e il periodo orbitale furono tali che la sua traiettoria di volo sorvolava praticamente l'intera Terra abitata. La sorpresa per questo successo scatenò negli Stati Uniti la crisi dello Sputnik e dette il via alla corsa allo spazio nel contesto della guerra fredda. Il lancio ebbe profonde conseguenze portando a nuovi sviluppi in campo politico, militare, tecnologico e scientifico. Il tracciamento da Terra dello Sputnik 1 fornì agli scienziati preziose informazioni. Ad esempio fu possibile dedurre la densità dell'atmosfera superiore dalla sua resistenza sull'orbita, mentre l'analisi della propagazione dei suoi segnali radio ha fornito dati sulla ionosfera.

Sputnik1 venne lanciato durante l'anno geofisico internazionale dal sito n. 1/5 del cosmodromo di Baikonur, allora nella RSS Kazaka. Esso viaggiò a circa 29.000 chilometri all'ora impiegando 96,2 minuti per completare ciascuna orbita. Trasmetteva a 20,005 e a 40,002 MHz, permettendo l'ascolto a operatori radio di tutto il mondo. I segnali continuarono per 21 giorni fino a quando le batterie del trasmettitore si esaurirono il 26 ottobre 1957. Lo Sputnik bruciò il 4 gennaio 1958 mentre rientrava nell'atmosfera terrestre, dopo tre mesi, 1440 orbite completate della Terra e una distanza percorsa di circa 70 milioni di km.

In russo la parola "Sputnik" significa "compagno di viaggio", inteso come "satellite" in astronomia.

Lo **Sputnik2** fu il secondo satellite artificiale entrato in orbita della storia. Venne lanciato il 3 novembre 1957, a un mese di distanza dal primo, lo Sputnik1 e il primo con un essere vivente a bordo. Dopo vari test coi cani nell'ambito del programma spaziale sovietico, lo Sputnik2 fu la prima sonda con a bordo un essere vivente, la cagnolina Kudrjavka (erroneamente denominata "Laika", che era il nome convenzionale russo della razza) a raggiungere lo Spazio.



Figura 60 Sputnik2

Guerra fredda

Con l'espressione "guerra fredda" si indica la contrapposizione politica, ideologica e militare che venne a crearsi intorno al 1947 tra le due potenze principali emerse vincitrici dalla seconda guerra mondiale, gli Stati Uniti e l'Unione Sovietica.

Data: 12 mar 1947 – 26 dic 1991

Causa: Riorganizzazione del potere mondiale dopo la II Guerra Mondiale.

Luogo: Stati Uniti, Unione Sovietica, Europa, Vietnam, Cuba, Corea, Grecia, America del Sud, Asia orientale

Come avvenne per lo Sputnik 1, il razzo che lo mise in orbita fu il Semyorka (R-7). La massa era però ben superiore al primo satellite, 508,3 kg, compresi i 6 kg di Kudrjavka. La batteria del satellite si esaurì dopo appena 6 giorni. Rientrò nell'atmosfera terrestre il 14 aprile 1958, dopo un viaggio di 162 giorni. Il satellite rientrò nell'atmosfera come previsto vicino Mosca dopo aver raggiunto un'altitudine massima di 350 km; la cagna Kudrjavka morì invece dopo appena cinque ore dal lancio a causa degli sbalzi di temperatura.

Questi due avvenimenti epocali furono un tremendo choc per gli USA, perché diede loro la sensazione di avere perso la supremazia delle armi e della ricerca tecnologica e scientifica.

I radioamatori ascoltarono e registrarono i primi "bip" provenienti dallo spazio e questo assieme al clamore suscitato dal lancio provocò un grande sconcerto presso l'opinione pubblica, realmente impaurita dalla possibilità che l'Unione Sovietica potesse armarsi di razzi con testate nucleari e colpire l'Occidente.

Il presidente degli Stati Uniti, Dwight David Eisenhower, convocò subito il Congresso e in quel frangente prese atto che la supremazia tecnologica e militare degli Stati Uniti era stata messa in discussione. Gli americani sono pragmatici e visto il problema, **in pochi mesi** presero le misure per contrastare questo fenomeno e dare inizio alla grande corsa per la conquista dello spazio.

L'inizio dell'era di Internet la si può far risalire all'evento epocale del lancio dello Sputnik avvenuto il 4 ottobre 1957. Il governo statunitense iniziò a investire e a spendere molto di più nella ricerca spaziale e nella

comunicazione. Furono create l'agenzia per lo sviluppo militare DARPA e la NASA assieme ad altre iniziative per aumentare la spesa nell'istruzione e nella ricerca scientifica.

DARPA La Defense Advanced Research Projects Agency è un'agenzia del Dipartimento della Difesa degli Stati Uniti responsabile dello sviluppo di tecnologie emergenti per uso militare

NASA La National Aeronautics and Space Administration è un'agenzia indipendente del governo federale degli Stati Uniti responsabile del programma spaziale civile, nonché dell'aeronautica e della ricerca aerospaziale. La NASA è stata fondata nel 1958, succedendo al Comitato consultivo nazionale per l'aeronautica.

L'agenzia che più ci interessa per la nostra storia è DARPA, togliendo la D di Defense resta Advanced Research Projects Agency con l'aggiunta di net diventa **ARPAnet**, qui nasce la storia di internet!

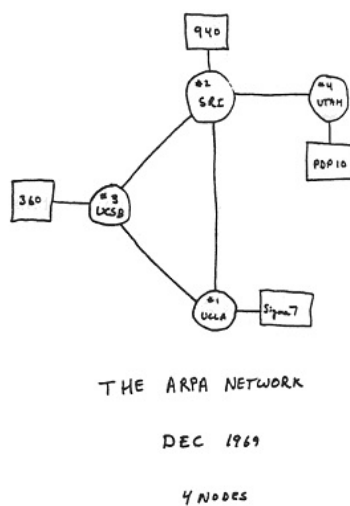


Figura 61 I primi quattro nodi di ARPAnet



Figura 62 Le quattro Università collegate

La prima idea è stata quella di riuscire a collegare i vari centri di calcolo universitari e fare in modo che gli scienziati potessero facilmente scambiarsi dati e conoscenze.

La vera storia di Arpanet. Attenzione: non nacque come progetto militare²⁷

Internet non è nata come progetto militare. Internet è nata per battere i sovietici nella corsa allo spazio. Come? Collegando fra di loro i migliori scienziati americani e facilitando lo scambio dei dati fra i centri di super calcolo sparsi negli Stati Uniti, i primi tre collegamenti sono tra l'Università di Stanford, UCLA Los Angeles, UCSB l'Università di Santa Barbara poi successivamente venne collegata anche l'Università di Utah.

L'idea fu di Dwight David "Ike" Eisenhower, il presidente americano che da generale aveva guidato lo sbarco in Normandia per sconfiggere i nazisti di Hitler. Il presidente, preoccupato che l'America perdesse la propria egemonia in campo scientifico e tecnologico (militare), dopo il lancio nello spazio dello Sputnik sovietico nel 1957, riunì attorno a sé i migliori cervelli dell'epoca e nominò il rettore del Mit James Killian a capo dell'Arpa, Advanced Project, Research Agency (Agenzia per i progetti di ricerca avanzata) per contrastare il grande numero di scienziati messi in campo dalla Russia.

Pochi anni dopo, ma prima che nel 1972 l'Arpa assumesse compiti militari diventando DARPA (Defense Advanced Project, Research Agency), aveva generato la rete **Arpanet**, progenitrice di Internet.

LO SFORZO CONGIUNTO DI MILITARI E ACCADEMICI

Lo sforzo di creare una rete per migliorare l'allocazione delle risorse umane e finanziarie dedicate alla ricerca scientifica richiedeva un alto grado di collaborazione a tutti i livelli, tra aziende, militari e accademici, ma furono questi ultimi a teorizzare la rete delle reti e a svilupparne la tecnologia e non solo matematici e ingegneri, difatti un giovane psicologo, **James Robnett Licklider**, fu nominato capo dell'ufficio dedicato al progetto. Teorizzò l'**Intergalactic Computer Network** realizzando una sua idea di come dovessero essere le biblioteche nel futuro, consultabili da chiunque e da qualsiasi posto. Ma fu il suo successore, **Larry Roberts**, brillante ingegnere, che sviluppò l'idea dell'ARPAnet, il network di computer dell'agenzia.

Era il 1967

L'idea semplice, quasi banale di Roberts era di creare una rete distribuita di computer per evitare gli spostamenti umani e usare le risorse di calcolo laddove c'erano già.

Ma doveva risolvere il problema di far parlare i computer tra di loro.

Certo dovevano essere collegati attraverso una normale linea telefonica, magari dedicata, ma come tradurre il linguaggio di macchine eterogenee e far viaggiare i bit senza perderli? Gli vennero allora in aiuto le ricerche quasi contemporanee di **Leonard Kleinrock**, **Paul Baran** e **Donald Davies**, che intorno al 1965 erano arrivati a teorizzare la trasmissione dei dati con la **commutazione di pacchetto**: per dirla in parole semplici i dati avrebbero dovuto viaggiare linearmente e in sequenza come i vagoncini di un trenino con dentro le istruzioni (i metadati) aggiuntive sul viaggio che dovevano fare. Questa tecnologia, che spiegheremo più avanti,

²⁷ Tratto da un articolo di Repubblica, redatto da Arturo Corinto, 29 aprile 2018

prevedeva che se questi vagoncini dovessero incontrare ostacoli o interruzioni potessero scegliersi percorsi alternativi ed arrivare sempre a destinazione.

Ma questa geniale intuizione non risolveva il problema di come far parlare computer di reti diverse e allora Roberts usò gli studi di **Wes Clark** sugli Interface Message Processor (**IMP**). Gli IMP, costruiti poi dalla Bolt Beranek e Newman nel 1969, erano computer intermedi tra i nodi host, instradavano il traffico tra le macchine, non sovraccaricavano i mainframe dedicati ai calcoli e standardizzavano il traffico. Facevano più o meno quello che fanno gli odierni router.

LA NASCITA DI ARPANET

Così, definite le regole di comunicazione tra host e IMP grazie a una RFC (Request for comments) di Stephen Crocker, nel **1969** venne realizzato il primo collegamento tra i computer dell'Università della California Los Angeles (Ucla) e lo Stanford Research Institute di Palo Alto.

Era il 29 ottobre 1969

Altri due nodi vennero aggiunti entro dicembre del 69: l'Università della California Santa Barbara (UCSB) e quella dello Utah. Era nata ARPANET!

Gli studi successivi di **Vinton Cerf** e **Bob Kahn** risolsero il problema di non perdere pezzi di informazione. Nel primo collegamento infatti, la parola da trasmettere, LOGIN, arrivò solo in due lettere "LO", che pure diceva che l'esperimento aveva funzionato. Ma solo con la definizione del protocollo **TCP/IP** (Transfer Control Protocol/Internet Protocol), i dati non venivano più persi perché l'IP gli diceva dove devono andare e il TCP come si dovevano comportare i computer che comunicavano tra di loro. Era il 1973, e **fu Bob Kahn a usare il termine Internet per le reti che si fossero scambiati i dati via TCP/IP, riservando il nome internet con la i minuscola alle sole tecnologie che consentivano di farlo.**

Prima che Arpanet diventasse Internet, però passò altro tempo.

Il resto è storia recente. Nel 1985 nasce NSFNet, la rete della Fondazione americana per la scienza (National Science Foundation), che doveva collegare i centri di supercomputing americani con delle dorsali di trasmissione dedicate (backbone). Nel 1990 Arpanet fu chiusa e la rete della NSF andò incontro a un processo di evoluzione in cui ai sussidi federali si affiancarono quelli di molte aziende private come MCI. NSFNet chiuderà nel 1995. Ma nel frattempo non smettevano di moltiplicarsi i computer privati collegati in rete e accessibili dai cittadini.

Perché?

Nel 1991 era nato il World Wide Web (Ragnatela attorno al mondo) che permetteva di sfruttare agevolmente la capacità trasmissiva della rete basata su TCP/IP. Ed era nato dall'idea di uno scienziato inglese che aveva progettato un sistema di relazione ipertestuale tra documenti elettronici, la Html (Hypertext markup

Language), ancora una volta, per facilitare il lavoro degli scienziati delle alte energie, stavolta però accadeva in Europa, al Cern di Ginevra.

Insieme al Http (Hyper Text Control Protocol) e al sistema degli Url (Uniform Resource Locator) che costituirono il primo nucleo del web, Internet uscì fuori dai laboratori di ricerca e hacker e appassionati ne svilupparono i programmi, come il browser Mosaic che permetteva di accedere i documenti elettronici e ipertestuali residenti sui computer collegati via Internet e anche di “leggere” i primi siti web.



Figura 63 Laika



Figura 64 L'uomo informatico

Approfondimento

L'accavallarsi delle scoperte, il numero delle persone coinvolte la frenesia del periodo hanno bisogno di un approfondimento generale sulla linea di quanto scritto sopra.

L'agenzia ARPA

Nel **1958** il **Congresso degli Stati Uniti** approvò la costituzione e il finanziamento della **Advanced Research Projects Agency**, l'**ARPA** (più tardi il nome dell'agenzia divenne **DARPA**), un'agenzia il cui compito era quello di stimolare e finanziare la ricerca in quei settori che avrebbero potuto avere una ricaduta militare. Uno dei **settori finanziati** da questa agenzia fu proprio quello informatico, settore allora del tutto nuovo.

Come già accennato uno dei primi personaggi coinvolto nella direzione dell'ARPA fu J. C. R. **Licklider**, che si distinse per alcune idee e progetti innovativi.

Le prime idee sulla rete

In alcuni documenti scritti **attorno al 1962** **Licklider** discusse a livello di ipotesi una possibile **rete di comunicazione** (denominata **Galactic Network**) **in grado di collegare vari computer** in centri di calcolo diversi e in grado di consentire a chiunque di scambiare dati e programmi da un qualunque centro di calcolo.

Alla fine degli anni '50 un giovane ingegnere della Rand Corporation, **Paul Baran**, fu incaricato di occuparsi del problema di **come garantire che il sistema di comando e controllo strategico** dell'esercito americano

I dispositivi più adatti per gestire una comunicazione di questo tipo erano ovviamente i computer!

potesse **rimanere operativo a livello globale** anche in caso di attacco nucleare con la distruzione di una parte dei centri di difesa, tenendo conto della **vulnerabilità delle reti di comunicazione tradizionali**.

Lo studio di Baran giunse fondamentalmente a due conclusioni importanti:

- era necessario creare **una rete di collegamento ridondante** in modo che ci fossero vie alternative per riuscire a collegare due qualsiasi centri di comando;
- per riuscire a garantire una **buona flessibilità ad una rete di comunicazione era necessario che la trasmissione delle informazioni non fosse gestita da dispositivi centralizzati**, ma fosse guidata invece da unità più "intelligenti" in grado di trovare vie di collegamento alternative tra quelle ancora funzionanti in caso di distruzione parziale della rete.



Figura 65 Il maestro Jedi YODA (WAR STARS)

On Distributed Communications Networks

PAUL BARAN, SENIOR MEMBER, IEEE

Summary—This paper¹ briefly reviews the distributed communication network concept in which each station is connected to all adjacent stations rather than to a few switching points, as in a centralized system. The payoff for a distributed configuration in terms of survivability in the cases of enemy attack directed against nodes, links or combinations of nodes and links is demonstrated. A comparison is made between diversity of assignment and perfect switching in distributed networks, and the feasibility of using low-cost unreliable communication links, even links so unreliable as to be unusable in present type networks, to form highly reliable networks is discussed.

The requirements for a future all-digital data distributed network which provides common user service for a wide range of users having different requirements is considered. The use of a standard format message block permits building relatively simple switching mechanisms using an adaptive store-and-forward routing policy to handle all forms of digital data including digital voice. This network rapidly responds to changes in the network status. Recent history of measured network traffic is used to modify path selection. Simulation results are shown to indicate that highly efficient routing can be performed by local control without the necessity for any central, and therefore vulnerable, control point.

INTRODUCTION

LET US CONSIDER the synthesis of a communication network which will allow several hundred major communications stations to talk with one another after an enemy attack. As a criterion of survivability we elect to use the percentage of stations both surviving the physical attack and remaining in electrical connection with the largest single group of surviving stations. This criterion is chosen as a conservative measure of the ability of the surviving stations to operate together as a coherent entity after the attack. This means that small groups of stations isolated from the single largest group are considered to be ineffective.

Although one can draw a wide variety of networks, they all factor into two components: centralized (or star) and distributed (or grid or mesh). (See types (a) and (c), respectively, in Fig. 1.)

The centralized network is obviously vulnerable as destruction of a single central node destroys communication between the end stations. In practice, a mixture of star and mesh components is used to form communications networks. For example, type (b) in Fig. 1 shows the hierarchical structure of a set of stars connected in the form of a larger star with an additional link forming a

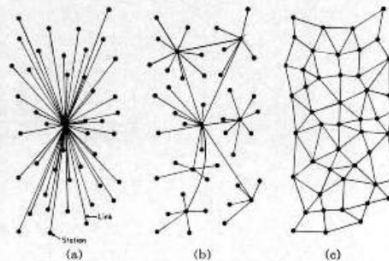


Fig. 1—(a) Centralized. (b) Decentralized. (c) Distributed networks.

loop. Such a network is sometimes called a “decentralized” network, because complete reliance upon a single point is not always required.

EXAMINATION OF A DISTRIBUTED NETWORK

Since destruction of a small number of nodes in a decentralized network can destroy communications, the properties, problems, and hopes of building “distributed” communications networks are of paramount interest.

The term “redundancy level” is used as a measure of connectivity, as defined in Fig. 2. A minimum span network, one formed with the smallest number of links possible, is chosen as a reference point and is called “a network of redundancy level one.” If two times as many links are used in a gridded network than in a minimum span network, the network is said to have a redundancy level of two. Fig. 2 defines connectivity of levels 1, $1\frac{1}{2}$, 2, 3, 4, 6 and 8. Redundancy level is equivalent to link-to-node ratio in an infinite size array of stations. Obviously, at levels above three there are alternate methods of constructing the network. However, it was found that there is little difference regardless of which method is used. Such an alternate method is shown for levels three and four, labelled R' . This specific alternate mode is also used for levels six and eight.²

Each node and link in the array of Fig. 2 has the capacity and the switching flexibility to allow transmission between any i th station and any j th station, provided a path can be drawn from the i th to the j th station.

Starting with a network composed of an array of stations connected as in Fig. 3, an assigned percentage of nodes and links is destroyed. If, after this operation,

Manuscript received October 9, 1963. This paper was presented at the First Congress of the Information Systems Sciences, sponsored by the MITRE Corporation, Bedford, Mass., and the USAF Electronic Systems Division, Hot Springs, Va., November, 1962. The author is with The RAND Corporation, Santa Monica, Calif.

¹ Any views expressed in this paper are those of the author. They should not be interpreted as reflecting the views of The RAND Corporation or the official opinion or policy of any of its governmental or private research sponsors.

² See L. J. Craig, and I. S. Reed, “Overlapping Tessellated Communications Networks,” The RAND Corporation, Santa Monica, Calif., paper P-2330; July 3, 1961.

Figura 66 Articolo di Paul Baran sulle reti di comunicazione 1964

La struttura di collegamento dell'intera rete non doveva quindi essere di tipo gerarchico ma di tipo **distribuito** in modo che ogni nodo potesse operare alla pari degli altri nella comunicazione e in modo da evitare di creare un obiettivo specifico per il nemico da cui dipendesse il funzionamento di tutta la rete. Un'altra idea importante proposta da Baran fu quella che la **trasmissione delle informazioni non doveva avvenire in forma di un unico blocco**, ma bisognava **spezzettare ogni documento** in piccole parti separate (**packet switching**) in modo tale che potessero viaggiare in modo indipendente, magari anche attraverso canali diversi.

Negli stessi anni, a conclusioni simili a quelle di Baran era giunto anche un fisico inglese, **Donald Davies**, che lavorava al *National Physical Laboratory*, e che voleva creare una **rete pubblica** per mettere a disposizione di

tutti la capacità di elaborazione a distanza dei computer, **assicurando la comunicazione anche tra macchine con un sistema operativo diverso.**

Egli introdusse anche i termini '**pacchetto**' (*packet*) per indicare una parte di un messaggio, e il termine '**commutazione di pacchetto**' (*packet switching*) per indicare le modalità di trasmissione delle informazioni, ancora oggi usate nell'ambito di internet.

Anche **Leonard Kleinrock** nel 1962 completò presso il MIT di Boston una tesi di dottorato dedicata alle tematiche di comunicazione tra reti (**message switching**) e negli anni successivi sviluppò idee per certi versi simili a quelle di Baran e di Davies

Nel corso degli anni '60 diverse persone si adoperarono per portare avanti il progetto di una rete di computer in modo concreto. **Una decisione importante fu quella di spostare la sperimentazione delle idee dal contesto militare a quello della ricerca e, in particolare, dell'università.** Il progetto migrò così dagli ambienti strettamente militari a quelli universitari.

I primi esperimenti svolti nella seconda metà degli anni '60 non diedero i frutti sperati, ma le cose cominciarono ad andare meglio sperimentando **la tecnica della commutazione di pacchetto (packet switching).** Inoltre si decise che per ogni nodo della rete sarebbe stato presente un apposito computer di piccole dimensioni (battezzato **Interface Message Processor, IMP**) con il compito specifico di gestire le comunicazioni con gli altri nodi.

L'implementazione effettiva della rete incominciò nel 1969 e per l'organizzazione dei computer previsti per la gestione del traffico dati in ogni nodo (gli IMP) venne incaricato **Robert Kahn** (presso la Bolt Beranek and Newman, ora BBN Technologies), uno dei più importanti esperti di reti del tempo, che ebbe un ruolo fondamentale nella progettazione dell'intera architettura della rete e nello studio dei protocolli di comunicazione tra le diverse macchine.

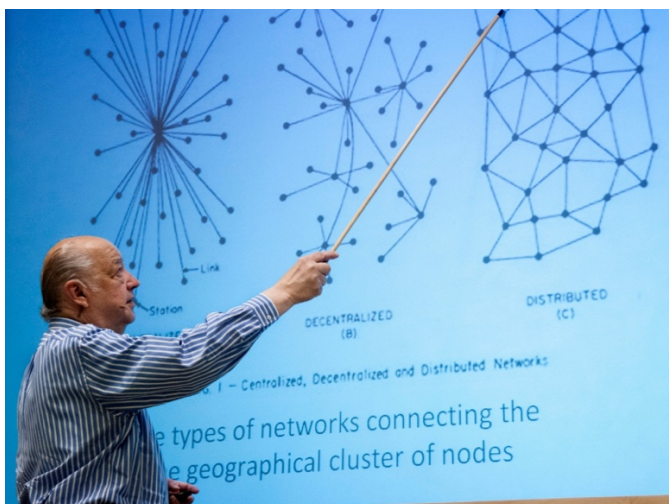


Figura 67 Paul Baran che indica come deve essere la rete: distribuita.

La commutazione a pacchetto

La commutazione di pacchetto (in inglese *packet switching*), nelle telecomunicazioni, è una tecnica di accesso multiplo a divisione di tempo, specificamente concepita per il trasporto di dati, utilizzata per condividere un canale di comunicazione tra più nodi in modo non deterministico, suddividendo l'informazione da trasferire in pacchetti trasmessi individualmente e in sequenza, seguendo un meccanismo di instradamento dettato da relative tabelle di instradamento. La commutazione di pacchetto trova applicazione nelle reti di calcolatori e più in generale nelle reti di telecomunicazione. Esempi di reti basate sulla commutazione di pacchetto sono le reti locali di calcolatori e Internet.

Paul Baran è stato un ingegnere polacco naturalizzato statunitense.

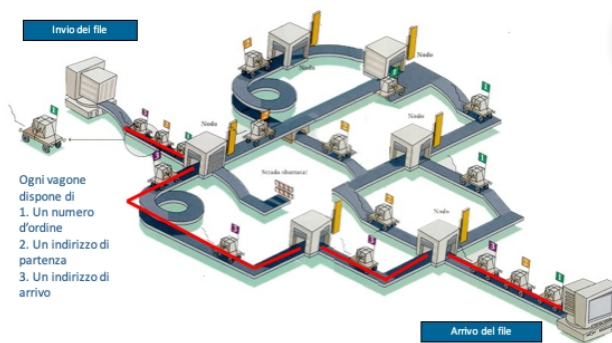
È considerato, insieme a Leonard Kleinrock e Donald Davies, uno degli inventori della commutazione di pacchetto.



Abbiamo da trasferire un file da un punto di partenza a un punto di arrivo! Per motivi di sicurezza si adotta la tecnologia della commutazione a pacchetto.

Il file viene suddiviso in diversi pacchetti che hanno le seguenti caratteristiche:

- ☐ Una intestazione (Header) per il riconoscimento;
- ☐ Un numero d'ordine per come poi i pacchetti devono ricostituirsi nel file originario all'arrivo;
- ☐ Si segue il protocollo TCP/IP;
- ☐ Il router è lo strumento che organizza il traffico;
- ☐ **UPLOAD** e **DOWNLOAD**: spedire e ricevere informazioni.



Leonard Kleinrock

Figura 68 Commutazione di pacchetto

Con la commutazione veniva brillantemente risolto il problema dell'interruzione di comunicazione²⁸ dovuto ad un attacco militare o semplicemente ad un guasto. Le informazioni viaggiavano frammentate su pacchetti ai quali venivano assegnati degli indirizzi relativi al punto d'arrivo. Questi pacchetti potevano, a seconda delle condizioni in cui si trovavano, un qualsiasi percorso della rete distribuita, **ma arrivavano tutti allo stesso punto d'arrivo. Una volta arrivati si ricostruiva il messaggio iniziale.**

È interessante ricordare che l'idea della commutazione di pacchetto fu presa dagli scienziati americani osservando il funzionamento del cervello umano quando veniva colpito da un ictus. Detto in parole molto semplici, si accorsero che il cervello isolava la parte malata e iniziava a ricostruire le sinapsi, ripristinando le comunicazioni (anche se in parte) ricreando una rete distribuita. Il principio di questo processo affascinò

²⁸ Siamo in piena guerra fredda e gli Stati Uniti e tutto l'Occidente vivevano nell'incubo di un possibile attacco nucleare che avrebbe messo a repentaglio le reti di comunicazione mettendo tutti nell'impossibilità di prendere le opportune decisioni. Una rete dedicata con una linea telefonica che metteva in comunicazione direttamente sia il sorgente, sia il ricevente poteva subire un attacco e così interrompere, irrimediabilmente, le comunicazioni. Bisognava escogitare un altro sistema che potesse mettere, **in ogni caso**, in comunicazione sia il sorgente, sia il ricevente.

moltissimo gli scienziati che decisero di applicarlo nell'ambito delle telecomunicazioni assegnandoli il nome di commutazione di pacchetto.

Tecnica della commutazione di pacchetto

I pacchetti dati sono suddivisi in piccoli segmenti e sono inviati al nodo di destinazione senza stabilire a priori un percorso da seguire. Ogni pacchetto può decidere in autonomia quali nodi passare e come raggiungere il destinatario cui è affidato il compito di ricostruire il messaggio una volta ricevuti tutti i dati. Ciò permette, come accennato, di utilizzare in maniera efficiente tutte le risorse di rete disponibili al momento. Non essendoci un percorso programmato da seguire, i pacchetti possono utilizzare tutti i nodi liberi della rete per raggiungere il nodo-destinatario, velocizzando di conseguenza le operazioni di spedizione. Alla base del funzionamento di una rete a commutazione di pacchetto troviamo le cosiddette **tabelle di routing**. All'interno di ogni nodo appartenente alla rete, infatti, sono registrati dinamicamente (ovvero aggiornati continuamente) lo stato di funzionamento dei vari altri nodi ad esso direttamente collegati: in questo modo è sempre possibile sapere se un nodo non è funzionante, se è occupato o se è libero. Basandosi su queste informazioni, il nodo attualmente in possesso di un particolare pacchetto dati può determinare di volta in volta il migliore percorso da far seguire ai dati in modo che raggiungano il nodo destinatario nel minor tempo possibile.

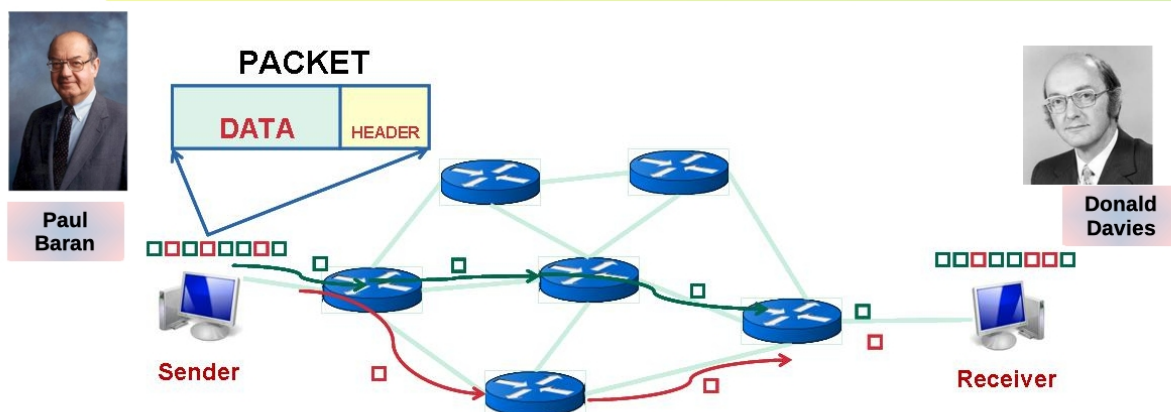


Figura 69 Tecnica della commutazione di pacchetto

E nel frattempo in Italia

L'avvento del Web e l'Italian Internet Day

Le reti di computer connessi tra di loro è storia principalmente americana, il resto del mondo ha storie diverse. ARPAnet è stata la rete che ha dato il via a Internet. Nel 1985 nasce NSFNet, la rete della Fondazione americana per la scienza (National Science Foundation), che doveva collegare i centri di supercomputing americani con delle dorsali di trasmissione dedicate (backbone). Nel 1990 Arpanet fu chiusa e la rete della NSF andò incontro a un processo di evoluzione in cui ai sussidi federali si affiancarono quelli di molte aziende private come MCI. NSFNet chiuderà nel 1995. Ma nel frattempo non smettevano di moltiplicarsi i computer privati collegati in rete e accessibili dai cittadini.

Perché?

Nel 1991 era nato il World Wide Web (Ragnatela attorno al mondo) che permetteva di sfruttare agevolmente la capacità trasmissiva della rete basata su TCP/IP. Ed era nato dall'idea di uno scienziato inglese che aveva progettato un sistema di relazione ipertestuale tra documenti elettronici, la Html (Hypertext markup

Language), ancora una volta, per facilitare il lavoro degli scienziati delle alte energie, stavolta però accadeva in Europa, al Cern di Ginevra.

Insieme al Http (Hyper Text Control Protocol) e al sistema degli Url (Uniform Resource Locator) che costituirono il primo nucleo del web, Internet uscì fuori dai laboratori di ricerca e hacker e appassionati ne svilupparono i programmi, come il browser Mosaic che permetteva di accedere i documenti elettronici e ipertestuali residenti sui computer collegati via Internet e anche di “leggere” i primi siti web.

All’epoca dei fatti la connessione digitale non era una novità assoluta, non solo negli Stati Uniti. Nel Vecchio come nel Nuovo Continente università e organizzazioni si contendevano il primato per affermare i propri protocolli di comunicazione.

E in Italia?

I tecnici del **CNUCE (Centro Nazionale del Calcolo Elettronico)** colsero la palla al balzo e seguirono l’esempio di **Norvegia, Gran Bretagna e Germania, i primi paesi europei a connettersi alla rete.**

Gli ingegneri italiani compresero immediatamente le grandi potenzialità del TCP/IP e iniziarono, da un lato, a **individuare la giusta configurazione dei gateway** che dovevano trasportare i dati. Dall’altro a **stabilire l’orbita necessaria al satellite** affinché questo potesse attraversare l’oceano nel minor tempo possibile. A capo della ricerca vi erano l’ing. **Luciano Lenzini** e **Stefano Trumpy**, direttore del centro.

Da sottolineare il fatto che **la politica italiana non fu per niente partecipe di questo successo.** Al contrario lo ignorò, tanto che l’evento passò praticamente inosservato anche agli occhi della stampa nazionale.

Gli Stati Uniti permettevano il collegamento solo attraverso satellite. L’ing. Lenzini, con grande fatica, riuscì a fare un contratto con la SIP (l’allora compagnia di telefoni) che permetteva la comunicazione tramite rete telefonica con la compagnia SATnet (satellitare) con le parabole satellitari presenti nella conca del Fucino in Abruzzo. Un ulteriore contratto fu necessario con SATnet per effettuare il collegamento satellitare con la Pennsylvania negli Stati Uniti.

Nonostante le difficoltà, la voglia di fare vinse su tutto. Nel **1986**, più precisamente **il 30 aprile alle ore 18:55:27 Antonio Blasco Bonito**, uno dei tecnici del centro da Pisa, **spinse il pulsante che collegò ufficialmente l’Italia alla rete.**

Era il 30 aprile 1986 quando anche in Italia avvenne la prima connessione internet. Fu l’avvio della lenta ma inarrestabile digitalizzazione del nostro paese.

Pioniera dell’evento fu l’Università di Pisa, dalla quale partì la prima richiesta di collegamento verso ARPANET, la rete USA precorritrice dell’odierna Internet.

Molti di noi con il web ci sono cresciuti, tanti altri invece hanno vissuto il passaggio dall’analogico al digitale non senza timori iniziali. Quel che è certo è che oggi la rete fa parte della nostra quotidianità ed è divenuta

un elemento della nostra vita ormai indispensabile. D'altronde, quanti di voi sarebbero in grado di vivere senza Internet?

Nella figura seguente è raffigurata la videata della prima chiamata di internet dall'Italia fatta con un McIntosh collegato al Butterfly Internet Gateway. La chiamata fu instradata, tramite rete telefonica SIP, all'antenna di Telespazio presente nella piana del Fucino in Abruzzo che, a sua volta, con il collegamento via satellite alla rete Satnet inviò il segnale a Roaring Creek in Pennsylvania USA.

La parola digitata a Pisa fu:

PING

La risposta da Cedar Creek, dopo pochi secondi:

OK!

**Questo è stato il primo collegamento internet
avvenuto in Italia!!!**

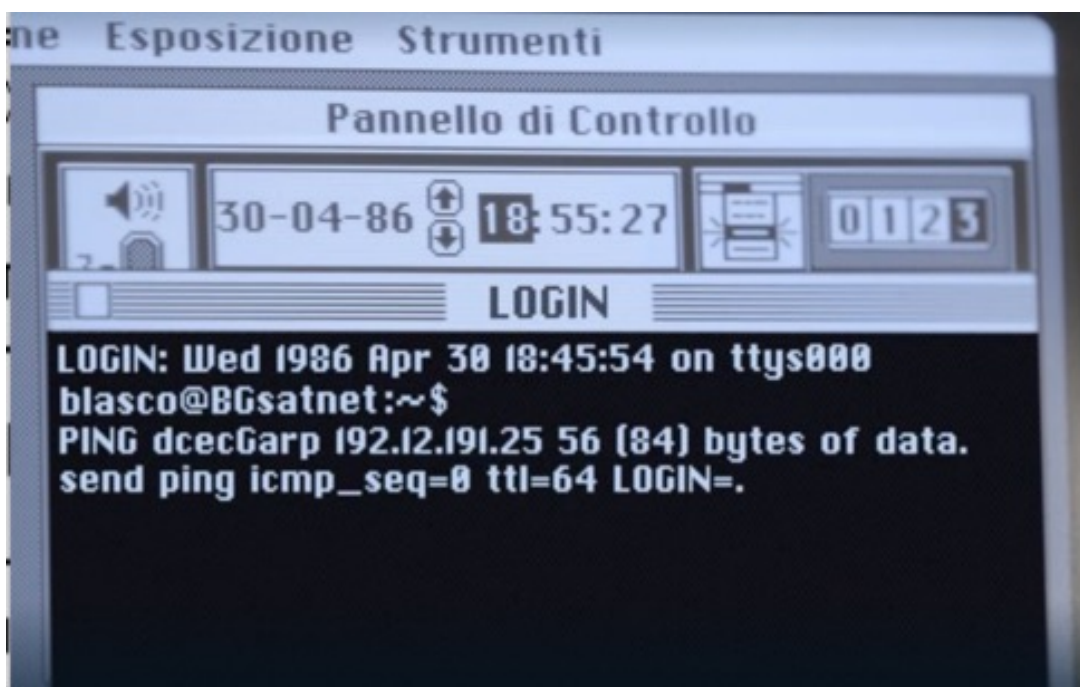


Figura 70 Videata del primo collegamento internet in Italia



Figura 71 Mappa del primo segnale

Molto interessante e significativo è l'atteggiamento avuto in Italia da parte delle Istituzioni e della stampa:

totale disinteresse!!!

Questa è parte della lettera che fu inviata al governo e ai giornali, che non stamparono la notizia e non la presero nella dovuta considerazione. **Ma questa è storia!**

Dal 30 Aprile scorso, il sistema di calcolo dell'Istituto CN (con sede in Pisa) del Consiglio Nazionale delle Ricerche stato collegato alla rete di elaboratori USA denominata ARPANET (Advanced Research Projects Agency NETWORK). Tale rete sponsorizzata dal Dipartimento della Difesa USA, collega ora varie migliaia di elaboratori eterogenei per dimensione e costruttore, operanti presso i piu' prestigiosi Centri di ricerca, Universita' ed Istituzioni Militari prevalentemente USA.

Dopo la Norvegia, la Gran Bretagna e la Germania Ovest, l'Italia e' la quarta nazione europea dotata di accesso ad ARPANET tramite la sottorete via satellite SATNET (SATEllite NETWORK).

L'obiettivo dell'accesso italiano ad ARPANET era stato proposto dall'Istituto CNUCE e sostenuto attivamente dal CNR in seno alla Commissione Generale per l'informatica (CGI), per attuare la politica del calcolo scientifico dell'Ente.

La realizzazione del collegamento ad ARPANET e' stata resa possibile grazie alla cooperazione con le Societa' Telespazio e Italcable del Gruppo IRI-STET, nel quadro di un accordo per la sperimentazione congiunta delle tecniche di accesso ad ARPANET.

In virtua di tale accordo gli impianti del Centro Spaziale

Figura 72 Lettera inviata da Pisa che annunciava l'avvenuto collegamento con Internet

Uno stralcio della lettera inviata da Pisa al governo Italiano che annunciava l'evento. **Non ebbero alcuna risposta.....**



Figura 73 Significativa immagine di chi c'era arrivato prima

Il world wide web

Al giorno d'oggi Internet è identificata dalla maggior parte delle persone come il WEB!

Il World Wide Web (acronimo WEB) nasce nel 1991 e diventa la Ragnatela attorno al mondo che permetterà di sfruttare agevolmente la capacità trasmissiva della rete basata sul protocollo **TCP/IP**.

Era nato dall'idea di uno scienziato inglese che lavorava presso il CERN²⁹ di Ginevra. La sua idea era quella di poter condividere con facilità i documenti di ricerca tra i vari scienziati. Progettò un sistema di relazione ipertestuale tra documenti elettronici, la **Html**³⁰ (Hypertext markup Language), era quindi possibile ricercare i vari documenti e tramite **link**³¹ collegarsi con altri documenti e così facilitare il lavoro degli scienziati delle alte energie.

Il protocollo **Http**³² (Hyper Text Control Protocol) e il sistema degli indirizzi **Url**³³ (Uniform Resource Locator) formarono il primo nucleo fondante del web, Internet uscì fuori dai laboratori di ricerca e hacker e appassionati ne svilupparono i programmi che usiamo ancora oggi, come i browser³⁴, permettendo l'accesso ai documenti elettronici e ipertestuali residenti sui computer collegati via Internet. Si ebbero così le prime visite ai siti web.

Tim Berners Lee & Robert Cailleau

Si possono considerare **Tim Berners-Lee & Robert Cailleau** come i "Padri dell'internet moderno". Inventarono il **World Wide Web** "la ragnatela".

²⁹ CERN, the European Organization for Nuclear Research, is one of the world's largest and most respected centres for scientific research. (centro di ricerca per le alte energie)

³⁰ Il codice HTML è un linguaggio di markup (HyperText Markup Language) giunto alla versione 5 pensato per creare delle pagine web.

³¹ LINK. In informatica si intende il collegamento tra l'elaboratore centrale e le sue unità periferiche, o tra elaboratori diversi. In un ipertesto è una parola o una immagine appositamente designata che, quando viene selezionata, determina l'accesso del browser a una nuova pagina web. Origine Propr. "anello (di una catena), collegamento" •1995.

³² In telecomunicazioni e informatica l'HyperText Transfer Protocol è un protocollo a livello applicativo usato come principale sistema per la trasmissione d'informazioni sul web ovvero in un'architettura tipica client-server. Le specifiche del protocollo sono gestite dal World Wide Web Consortium.

³³ URL sta per Uniform Resource Locator. Chiamato colloquialmente indirizzo web, è un riferimento a una risorsa web come un sito, una pagina o un file specifico.

³⁴ Browser o applicazione che consente la navigazione WEB. Il primo fu quello di Tim Berners Lee e si chiamava WorldWideWeb. I browser presenti in Internet sono molti, uno dei primi fu Mosaic, seguito da Netscape, Internet Explorer, Firefox ecc.ecc.

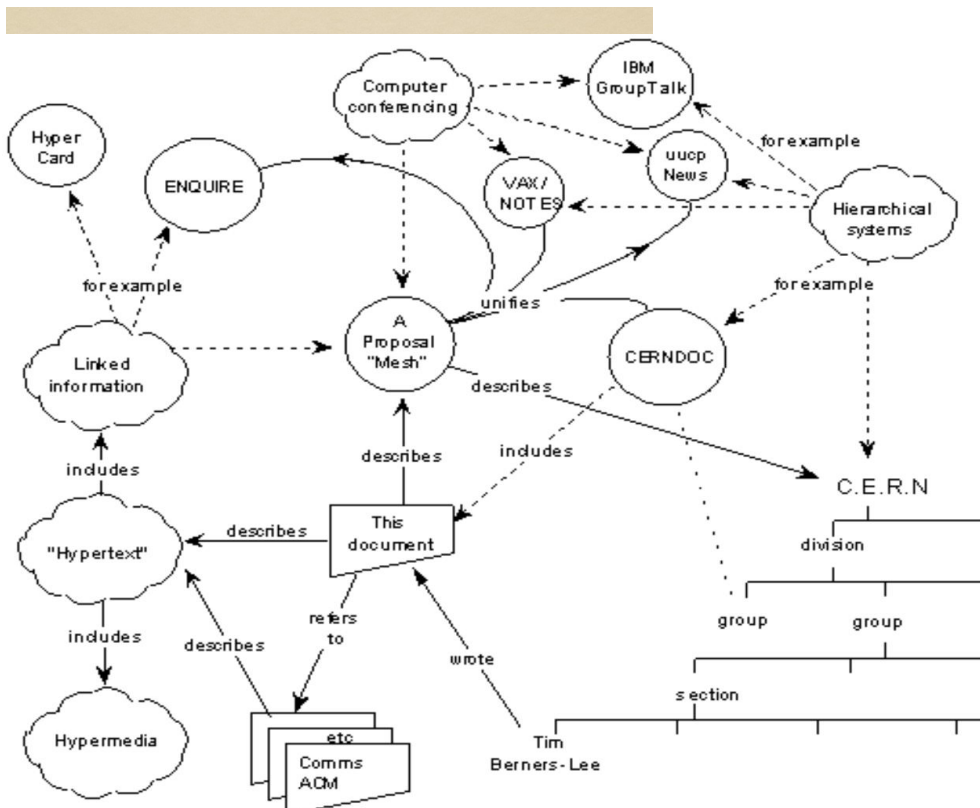


Figura 75 Rete ipertestuale senza immagini

Agli inizi degli anni '90 nei laboratori informatici del CERN di Ginevra nacque un nuovo strumento per internet che cominciò rapidamente ad attirare l'attenzione degli utenti della rete e che avrebbe reso popolare più di ogni altra idea precedente Internet: il World Wide Web.

L'idea per realizzare uno strumento del

genere risale al 1989 e la si deve ad un fisico inglese Tim Berners-Lee, a quel tempo impegnato al Cern di Ginevra. Egli era stato molto colpito dalla flessibilità e facilità d'uso degli strumenti ipertestuali, già utilizzati da qualche tempo sui singoli computer e ciò lo portò a concepire l'idea di un "sistema ipertestuale per facilitare la condivisione di informazioni tra i gruppi di ricerca nella comunità della fisica delle alte energie"

Con l'aiuto di un collega, Robert Cailliau cominciò a progettare lo strumento introducendo un apposito protocollo di comunicazione (il protocollo http) e i concetti di browser e server per la gestione delle informazioni. Il sistema fu battezzato World Wide Web.

Nel 1991 fu diffusa una prima versione del Sistema ipertestuale con un'interfaccia a caratteri cioè di un browser che faceva uso delle immagini. Il primo sito web ad essere realizzato fu quello del Cern di Ginevra, ma a poco a poco cominciarono ad essere realizzati siti web anche in altre istituzioni scientifiche.

Purtroppo l'interfaccia a caratteri dello strumento progettato da Tim Berners Lee limitava parecchio le potenzialità del world wide web: la mancanza più sentita era proprio quella legata all'assenza delle immagini.

Il WorldWideWeb è solo testuale, solo con caratteri, mancavano le immagini in questa rete ipertestuale!³⁵

³⁵ Mi ricorda Alice nel paese delle meraviglie quando afferma: "A che cosa servono i libri senza figure né dialoghi? Se lo chiede Alice, seduta sulla riva del fiume, sbirciando il libro che la sorella sta leggendo. Un attimo dopo vede un Coniglio Bianco con gli occhi rosa, che corre dicendo "è tardi, è tardi..." tirando fuori un orologio dal panciotto, e decide di seguirlo....."

Nel 1993, Marc Andressen, studente dell'Università dell'Illinois, pensò di sviluppare un browser web grafico e realizzò il famoso browser **Mosaic**.

Mosaic fu una vera e propria rivelazione per gli utenti di internet e nel giro di poco tempo attrasse migliaia di nuovi utenti rendendo evidente come non mai le potenzialità della rete nel rendere pubbliche informazioni di qualunque genere.

Uno dei fattori che maggiormente contribuì alla diffusione di questo strumento fu l'estrema semplicità con cui era possibile muoversi tra le diverse informazioni senza che l'utente fosse obbligato ad utilizzare indirizzi e comandi strani e senza dover conoscere i dettagli tecnici dell'architettura sottostante della rete.

Il successo di Mosaic fece aumentare di parecchio il numero di siti web disponibili in rete.

Nel 1994, Marc Andressen fondò la Netscape Communication, realizzando un nuovo browser Web, Netscape Navigator, che ha rappresentato uno dei browser più utilizzati per navigare tra le pagine web.

Nel 1994 si tenne a Ginevra la prima WWW Conference e a partire da quegli incontri si decise di creare il W3 Consortium, per gestire in modo pubblico lo sviluppo delle tecnologie web.

Il successo del world wide web fece uscire definitivamente internet dal mondo strettamente accademico e trasformò definitivamente internet nello strumento di comunicazione di massa che noi oggi conosciamo.

Negli anni successivi le infrastrutture per la trasmissione dei dati cominciarono ad essere gestite anche da aziende e tutta internet cominciò ad attirare grossi investimenti da parte di settori privati.

La stessa Microsoft Corporation entrò in campo realizzando quello che diventò il browser più utilizzato in quel periodo, Microsoft Internet Explorer.

Il motore di ricerca

A questo punto subentra un'altra grande applicazione della quale facciamo uso tutti i giorni: il motore di ricerca!! Un motore di ricerca è un programma con il compito di aiutare l'utente nella ricerca di documenti inerenti ad un certo argomento. Oggi esistono numerosi motori di ricerca disponibili in rete e sono diventati uno strumento indispensabile per navigare nella rete.

Uno dei primi motori di ricerca ad essere realizzato fu Wandex, realizzato nel 1993 e oggi non più disponibile. A questo seguì il motore Aliwe e poco dopo Lycos sviluppato alla Carnegie Mellon University come progetto di ricerca nel 1994.

Questi motori presentavano diverse caratteristiche, alcuni consentivano una ricerca per parole chiave mentre altri, come il famoso Yahoo! consentivano una ricerca per soggetto andando da temi generali ad argomenti sempre più specifici. Per ultimo è comparso nel 2001 Google, che attualmente rappresenta il motore di ricerca più potente e con il maggiore numero di riferimenti a documenti. Questi motori di ricerca vengono continuamente aggiornati e tale operazione avviene anche automaticamente attraverso programmi



Figura 76 Il motore di ricerca Google

appositi che viaggiano ininterrottamente nella rete alla ricerca di nuovi documenti da indicizzare e da inserire negli archivi di ricerca.

*Il Browser serve per accedere ad internet, a un Motore di Ricerca o a specifici siti web.
Un Motore di Ricerca serve per trovare siti web o anche immagini o video in internet.
La differenza, per esempio, tra Google e Google Chrome è che il primo è un motore di ricerca e ci aiuta a trovare le risposte alle nostre domande, facendoci scoprire nuovi siti che hanno le potenziali soluzioni ai nostri problemi, il secondo invece è un programma che si utilizza per navigare sul web.....*

Il Villaggio globale

Internet più di ogni altro strumento di comunicazione ha contribuito a creare quel senso di "Villaggio globale", espressione usata per la prima volta da Marshall McLuhan, uno studioso delle comunicazioni di massa, nel 1964, in un suo libro ("Understanding Media: The Extensions of Man").

Le varie app che sono presenti in rete:

1. Internet caffè;
2. Giornali in rete;
3. Forum on line;
4. Chat;
5. Web cam;
6. Video conferenze;
7. E-commerce;
8. E-learning

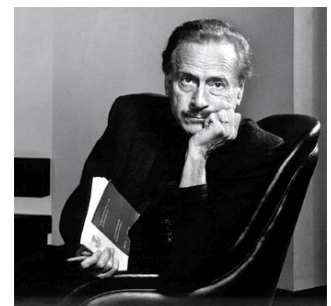


Figura 77 Marshall McLuhan

Web 1.0 Web 2.0 e Web 3.0: spiegazioni e differenze (di Federica Brancale)



Figura 78 metafora dell'evoluzione umana

Per alcuni specialisti è indispensabile conoscere l'evoluzione del web, ma quante volte ritroviamo i termini web 2.0, web 3.0 nei giornali, alla televisione o all'università? Ecco allora l'esigenza di chiarire questi termini.

Fin dal 1993, Internet era esclusivamente utilizzato da scienziati e militari e le applicazioni commerciali nell'uso della rete erano limitate. L'affermazione dei browser e delle attività commerciali su internet, che viene definita web 1.0, rappresenta la prima fase dell'uso recente di Internet; il web 2.0, più attuale, vede la crescita dei siti di social network e la nascita di una cultura partecipativa sulla rete, che contraddistingue il web 2.0; infine il web 3.0 rappresenta la fase che stiamo vivendo attualmente, definita da una serie di percorsi possibili che approfondiremo in seguito.

Cerchiamo però di approfondire la tematica:

WEB 1.0

Nel primo stadio internet attua un'interconnessione degli utenti basata sulle reti di comunicazione; sviluppa siti, portali e piattaforme di servizi web nei quali gli utenti possono solo navigare, sfogliare il catalogo virtuale dei prodotti, approfondendo le loro caratteristiche, e acquistare dai siti web delle aziende. Con il **web 1.0 viene limitata la possibilità d'interazione tra l'azienda e i propri clienti**, quindi gli unici punti di contatto sono costituiti dai mezzi classici: mailing, fax, telefono e pubblicità. Si determina così un flusso comunicativo di tipo unidirezionale che, partendo dall'alto verso il basso, mira al mercato di riferimento, senza esplorare né condividere i suoi desideri e le sue proposte.

WEB 2.0

Il secondo stadio invece è caratterizzato dal web 2.0, inteso come l'insieme di tutte quelle applicazioni online che permettono uno spiccato livello d'interazione tra il sito web e l'utente, in cui strumenti come social

network, blog, tag e podcast offrono la possibilità di approfondire il rapporto azienda-cliente e di sviluppare un flusso di comunicazione partecipativo tra gli utenti in rete.

Il web 2.0 poggia quindi su tre pilastri: interazione, condivisione e partecipazione. L'interazione offre a ciascun individuo la possibilità di usufruire, in tempo reale, dei contenuti che più lo interessano e di condividerli con gli altri utenti della rete. In questo modo la comunicazione diventa partecipativa, perché chiunque può dare il suo contributo nella diffusione dei contenuti presenti su internet, che diventano così accessibili a tutti.

La moltiplicazione di nuovi strumenti informatici denominati social media, tra cui palmari e smartphone, consentono di ottenere l'interconnessione on-line e sono in grado di veicolare nuovi contenuti specifici, riuscendo a superare il limite (temporale e spaziale) dei servizi basati sui canali tradizionali. Inoltre l'odierna condivisione si basa sulla semplicità di utilizzo dei social network (Facebook, MySpace, LinkedIn, ecc.), sulla possibilità di restare sempre in contatto, condividendo opinioni ed esperienze di consumo e non. Appare qui fondamentale il fenomeno della convergenza digitale³⁶.

WEB 3.0

Seguendo questo percorso arriviamo al web 3.0 di cui non possiamo dare una definizione precisa dato che lo stesso processo è in continua evoluzione, ma cercheremo, comunque, di riassumerlo in alcuni punti:

trasformazione del web in un Database;

sfruttamento al meglio delle tecnologie basate sull'intelligenza artificiale capace di interagire con il web in modo quasi umano.

La presenza del web semantico, per cui saranno possibili ricerche molto più evolute delle attuali, basate sulla presenza nel documento di parole chiave, collegamenti ipertestuali ecc;

la presenza del web potenziato, ovvero un web capace di influenzare la realtà come mai prima era successo grazie ai Social (Social references);

la presenza del web 3D, la trasformazione del web in una serie di spazi in 3D, in linea con ciò che ha già realizzato "Second life";

³⁶ La **convergenza**, in ambito multimediale, è l'ibridazione, resa possibile dalla tecnologia digitale, di tanti strumenti atti ad erogare informazione. Convergenza significa utilizzare una sola interfaccia per tutti i servizi di informazione: educazione, sorveglianza, commercio, servizi bancari, intrattenimento, ricerche, medicina, ecc. questa definizione fu opera di Nicholas Negroponte.

un meccanismo di fusione dei poli: non più due poli distinti (artista-fan, azienda-consumatore, politico-elettore) che dialogano indipendentemente dall'altro. I due poli si sono fusi e costituiscono un unico flusso di co-creazione continua.



Figura 79 Evoluzione del marketing

dei consumatori, portandoli a riscoprire le proprie tradizioni locali. Seguendo questa direzione le imprese dovranno dunque, sia salvaguardare le culture locali, sia dimostrarsi attive nella partecipazione alla risoluzione delle problematiche locali, generando così le nuove pratiche di marketing che verranno successivamente esposte.

E così vediamo cambiare anche il marketing:

Si può dire, dunque, che l'era in cui stiamo vivendo risente dei profondi cambiamenti delle tecnologie dell'informazione, della comunicazione (ICT) e della globalizzazione. La società adesso sta vergendo verso una crescente rilevanza della creatività come motore del tessuto connettivo della società attuale. Inoltre la globalizzazione si è rilevata ben lontana dal creare un "consumatore universale", provocando invece contaminazioni culturali che arricchiscono le aspettative ed i bisogni

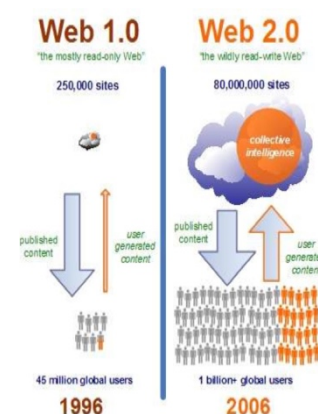


Figura 80 Convergenza digitale

Siamo davanti ad un contesto estremamente vantaggioso per il settore commerciale, il cui processo di trasformazione in bit è reso tanto potente da tre fattori principali:

la legge di Moore per cui i bit diventano molto più economici da utilizzare poiché è possibile manipolarli e memorizzarli;

la possibilità di creare ambienti digitali da sfruttare, come ad esempio i social network;

la convergenza digitale.

Il **Web 2.0** rappresenta un'evoluzione di Internet (e in particolare del World Wide Web). È caratterizzato da uno spiccato livello di interazione sito-utente (blog, forum, chat, sistemi quali Wikipedia, Youtube, Facebook, Myspace, Twitter, Gmail, Wordpress, Tripadvisor, ecc.). L'obiettivo è quello di superare i limiti della prima generazione del web, introdotta negli anni novanta, e basata prevalentemente da siti web statici, con un'interazione limitata alla semplice navigazione tra le pagine, l'uso delle email e l'uso dei motori di ricerca.

Grazie all'integrazione con database e all'utilizzo di sistemi di gestione dei contenuti, Internet si è evoluta offrendo siti sempre più dinamici (come ad esempio i forum o i blog).

L'utilizzo di linguaggi come Javascript, di aspetti dinamici e dei fogli di stile (CSS) ha permesso di creare delle applicazioni web molto più interattive del vecchio ipertesto sempre più somiglianti ad applicazioni residenti sul computer.

Da un punto di vista strettamente tecnologico, il Web 2.0 – termine introdotto a partire dal 2003 – è del tutto equivalente al Web 1.0, poiché l'hardware, i protocolli di comunicazione e il concetto di pagina web sono ancora basilari. La differenza sta essenzialmente nell'approccio con il quale l'utente dialoga con Web, passato dalla semplice consultazione alla possibilità di contribuire con contenuti personali il Web.

La possibilità di accedere a servizi di editing, adatti anche all'utente poco evoluto, rappresenta un aspetto importante per coinvolgere nell'evoluzione del Web 2.0.

La posta elettronica o semplicemente e-mail



Figura 81 Ray Tomlinson

Nel 1972 arrivò anche una delle applicazioni più utilizzate in internet, cioè la posta elettronica. Ray Tomlinson, un ingegnere informatico della Bolt Beranek and Newman (BBN), perfezionò un sistema di messaggistica utilizzabile solo a livello locale e, impiegando un opportuno protocollo di comunicazione, realizzò un sistema per mandare messaggi ad un qualunque computer collegato alla rete Arpanet.

Egli ebbe anche l'idea di separare il nome dell'utente da quello che identifica la macchina con il simbolo '@', come viene ancora oggi utilizzato in tutti gli indirizzi di posta elettronica. Ben presto cominciarono ad apparire programmi per leggere i messaggi di posta sempre più raffinati e dotati di nuove funzionalità.

Nel 1975 nacque il primo gruppo di discussione basato sulla posta elettronica, che permetteva di tenere discussioni a distanza tra coloro che erano interessati a particolari temi. A questo seguirono ben presto altri gruppi di discussioni.

Nel 1983 Jon Postel definì un nuovo protocollo per la posta elettronica, il **Simple Mail Transfer Protocol**, che ancora oggi viene utilizzato.

Glossario

È necessario un piccolo e succinto glossario dei principali termini adoperati in Internet, così come le principali architetture e servizi.

Chi volesse approfondire consiglio la visita di questo sito:

<https://www.adalovelace.it/glossy-internet/>

è una presentazione in pdf di sessanta slide, con un briciolo di pazienza si riesce a leggerla e se uno vuole può effettuare il download.



Figura 82 Prima slide di sessanta

Le interazioni tra uomo e macchina

Quali sono le interazioni tra uomo e macchina? Se si parte da Charles Babbage la sua interazione con le macchine era finalizzata a produrre tavole numeriche che fossero precise, Ada Lovelace vide qualcosa di più e come abbiamo illustrato precedentemente, ha aperto la via a tutte le scoperte che sono poi state fatte!



Figura 83 Motto di Mandalorian (Star Wars)

Come potete immaginare sono un fan di mondo di “Star Wars”, ma ho trovato questo slogan molto efficace per illustrare l’importanza delle idee e della capacità di avere “VISIONI” cioè essere visionari e così realizzare le scoperte fantascientifiche dell’ultimo secolo! La prossima sezione è dedicata a due scienziati che hanno rivolto i loro studi all’interazione uomo-macchina, fondamentali nello sviluppo della conoscenza!

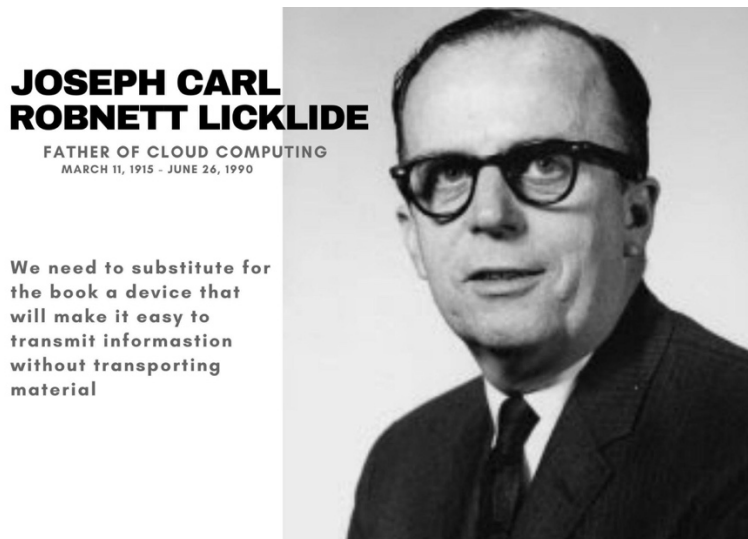
Joseph Licklider & Doug Engelbart

Joseph Licklider

Un altro grande personaggio della storia di INTERNET è Lick (così veniva soprannominato) Joseph Carl Robnett Licklider, chiamato anche JCR o “Lick”: era uno psicologo americano, uno sperimentatore e teorico fantasioso, che ha lasciato segni importanti non solo in psicoacustica, campo nel quale era un esperto, ma nella nascente disciplina dell’informatica dove le sue idee furono fondamentali

L’articolo “Man-Computer Symbiosis” è il titolo di un’opera di JCR Licklider, pubblicata nel 1960. L’articolo rappresentava quello che oggi considereremmo un testo fondamentale, o chiave, della moderna rivoluzione informatica. Descriveva le varie fasi della collaborazione uomo-macchina e delle enormi potenzialità che

derivavano da questa collaborazione. In fondo metto a disposizione l'intero articolo in formato pdf, tradotto in italiano. L'articolo è stato pubblicato nel marzo 1960.



Occorre sostituire al libro un dispositivo che faciliti la trasmissione delle informazioni senza trasportare materiale

Figura 84 Lick

Negli anni '50, lavorando come professore associato presso il MIT (Massachusetts Institute of Technology) e direttore del Acoustics Laboratory, Lick fu coinvolto nel Project SAGE. Era un programma pensato per creare un sistema di difesa aerea basato su computer contro i bombardieri a lungo raggio sovietici. Il computer del progetto SAGE era Whirlwind (vedi la foto in basso), che era in fase di sviluppo al MIT dal 1944 e ultimamente era stato completato sotto la direzione di Jay Forrester. Altri computer primitivi, come ENIAC, erano nati come calcolatrici giganti, con uno stile operativo corrispondente: inserisci i numeri e alla fine ottieni una stampa con la risposta. Questo divenne noto come elaborazione in batch³⁷. Whirlwind, al contrario, era iniziato come un simulatore di volo e si era evoluto nel primo computer in tempo reale del mondo: avrebbe cercato di rispondere **istantaneamente** a qualsiasi cosa l'utente facesse alla console. La sfida consisteva nel dimostrare che un computer poteva prendere i dati provenienti da una nuova generazione di radar di difesa aerea e mostrare rapidamente i risultati in una forma significativa.

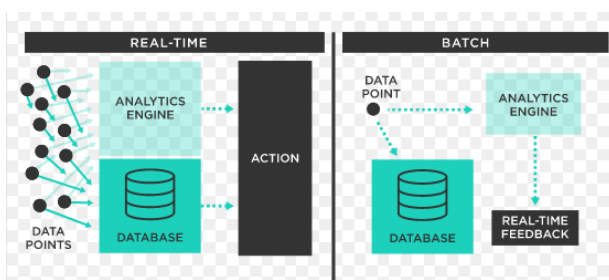


Figura 85 elaborazione in tempo reale e batch

³⁷ L'elaborazione batch **consiste nell'elaborazione da parte di un computer di una serie di attività raccolte in un gruppo**. È progettata per essere un processo completamente automatizzato, senza intervento umano. Può anche essere chiamata automazione del carico di lavoro (WLA) e pianificazione del lavoro.



Whirlwind fu un computer sviluppato presso il Massachusetts Institute of Technology. Fu il primo computer ad operare in tempo reale, utilizzava un monitor per mostrare i risultati delle operazioni e fu il primo computer elettronico che non rimpiazzava semplicemente le componenti meccaniche con quelle elettroniche, ma che se ne avvantaggiava per sviluppare una nuova architettura. Venne sviluppato sotto la direzione del Semi Automatic Ground Environment (SAGE) della United States Air Force.

Figura 86 Il computer WHIRLWIND

Lick ha guidato il team di SAGE e ha visto il progetto come un esempio di come **le macchine e gli esseri umani potrebbero lavorare in partnership**. Senza i computer, gli umani non potevano iniziare a integrare tutte le informazioni radar. Senza gli umani, i computer non sono in grado di riconoscere il significato di tali informazioni o prendere decisioni.

Sviluppando negli anni '50 le sue teorie sulla percezione, Lick usava l'apparecchiatura analogica per generare stimoli, raccogliere risposte, analizzarle e così via. Ha scoperto, tuttavia, che i computer analogici non erano abbastanza flessibili da aiutarlo nel suo sforzo per la costruzione di una teoria. Questa delusione con i computer analogici segna l'inizio della sua storia d'amore con i computer digitali come strumenti di modellazione.

Nel 1957 lasciò il MIT per la piccola società di consulenza Bolt Beranek e Newman (BBN), come vice presidente e direttore della ricerca dei dipartimenti di psicoacustica, psicologia ingegneristica e sistemi di informazione. La sua linea di pensiero andò in strani nuovi percorsi. Quella primavera ed estate, tenne traccia di ciò che effettivamente faceva durante il giorno, analizzando in seguito i dati con risultati scioccanti *"Circa l'85% del mio tempo di pensiero è stato speso per essere in grado di pensare, di prendere una decisione, di imparare qualcosa che dovevo sapere"*, ha poi scritto. Concluse che le sue decisioni su quale lavoro tentare *"erano determinate in modo imbarazzante da considerazioni di fattibilità, non di capacità intellettuale"*.

Questo 85% del suo tempo di ricerca, dedicato all'esecuzione di operazioni matematiche o meccaniche di routine che vanno dal calcolo e la tracciatura dei dati alla raccolta di informazioni, sono compiti che in linea di principio potrebbero essere eseguiti meglio e più velocemente da un computer. I computer, secondo lui, avrebbero salvato la mente umana dalla sua schiavitù con dettagli banali. Umano e macchina erano destinati a unirsi in una collaborazione quasi mistica, con i computer che gestivano algoritmi automatici mentre le persone fornivano gli impulsi creativi. La speranza, ha detto, è che *"la partnership risultante penserà come nessun cervello umano ha mai fatto. Con tutti i dati di pensiero e di processo, si possono affrontare la gestione delle informazioni con la simbiosi uomo-macchina in un modo così efficace e efficiente da disegnare un nuovo approccio per il futuro a differenza di quello che conosciamo oggi"*. Lick ha trovato questa visione della

simbiosi uomo-computer così avvincente che pensò che con la psicologia standard non poteva più competere.

Così ha cambiato campo, diventando un membro attivo della comunità dei computer.

*Nel marzo del 1960, Lick pubblicò in un seminario: **Man-Computer Symbiosis**, dove formulò una nuova visione dell'informatica. Ha descritto una macchina alla quale gli umani potrebbero riferirsi nel modo di "un collega la cui competenza completa la tua" – un amico che ti potrebbe aiutare quando i problemi diventano troppo difficili. Tali problemi "sarebbero stati più facili da risolvere", scrisse, "e potrebbero essere risolti più velocemente, attraverso una procedura di prova ed errore guidata intuitivamente in cui il computer ha collaborato, risolvendo i difetti nel ragionamento o rivelando svolte inattese nella soluzione. "*

Lick ha sottolineato la necessità di opere di riferimento distribuite tramite la "memoria pubblicata" di massa prodotta a basso costo; archiviazione dei dati dove si potrebbe accedere agli elementi per contenuto, e non solo per nomi o parole chiave; e lingue che ti consentono di istruire il computer dandogli degli obiettivi, invece delle procedure passo-passo. Ha anche rivelato i suoi sentimenti contrastanti sull'intelligenza artificiale. La considerava potenzialmente molto utile, ma sapeva troppo del cervello e della sua complessità nel credere che i computer avrebbero presto superato gli umani.

Nell'ottobre del 1962 Lick divenne il primo direttore dell'Ufficio informazioni tecniche di elaborazione (IPTO) dell'Agenzia per i progetti di ricerca avanzata (ARPA) del Dipartimento della Difesa e lanciò un programma di ricerca dopo la sua visione della simbiosi uomo-computer, compresi hardware e software requisiti per tale simbiosi. Il Pentagono aveva formato l'Arpa cinque anni prima, all'indomani dello Sputnik dell'URSS, come agenzia di ricerca a risposta rapida, incaricata di assicurarsi che gli Stati Uniti non fossero mai più presi di sorpresa. Ora, l'ARPA voleva creare un piccolo programma di ricerca in "comando e controllo". Questa era una questione critica nell'era nucleare, e ovviamente avrebbe coinvolto i computer. E quando Jack Ruina, direttore dell'ARPA, ascoltò Lick spiegare la sua visione dell'informatica simbiotica interattiva, sapeva di aver trovato la persona giusta per guidare lo sforzo. Lick è stata offerta l'opportunità di spendere un sacco di soldi (oltre 10 milioni di dollari) per perseguire la sua visione della simbiosi uomo-macchina. Il programma IPTO, avviato da Lick, ha avuto molto successo, tanto che è diventato ormai un modello per altri programmi di ricerca sponsorizzati dal governo.

In IPTO Lick ha formato gruppi sparsi di ricercatori in tutto il paese che hanno già condiviso il suo sogno e alimentato il loro lavoro con i finanziamenti ARPA. Il primo grande progetto, supportato da Lick, è stato Project MAC al MIT, fondato con l'incoraggiamento di Lick come esperimento su larga scala nel time-sharing

e come prototipo per l'utilità del computer del futuro. MAC (il nome significava sia "Multi-Access Computer" che "Machine-Aided Cognition") includeva anche l'Artificial Intelligence (AI) Laboratory di Marvin Minsky. Altri importanti siti includevano Stanford, dove Lick stava finanziando un nuovo gruppo di intelligenza artificiale sotto l'inventore del time-sharing (ripartizione di tempo nell'uso del computer) John McCarthy. Berkeley, dove aveva commissionato un'altra dimostrazione di time-sharing alla Rand Corp., dove sosteneva lo sviluppo di un "tablet" per la comunicazione a mano libera con un computer.

Douglas Engelbart

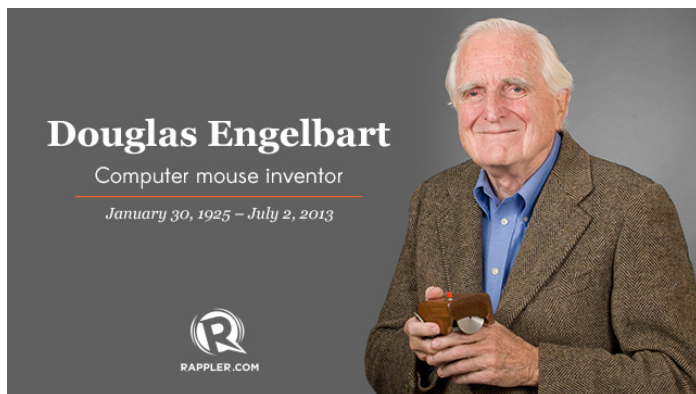


Figura 87 Douglas Engelbart



Figura 88 Il primo mouse

Douglas Carl Engelbart (Portland, 30 gennaio 1925 – Atherton, 2 luglio 2013) è stato un inventore e ingegnere statunitense. È stato il fondatore dell'Augmentation Research Center ed è ritenuto l'inventore, in collaborazione con William English, del primo mouse. Pioniere dell'interazione uomo-computer, ha sviluppato con i suoi collaboratori l'ipertesto, le reti di computer ed è stato un precursore dell'interfaccia grafica.

Lick aveva notato un visionario, che peraltro conosceva a malapena, Douglas Engelbart. Le idee di sull'aumento dell'intelletto umano con i computer somigliavano molto alle sue. Sia Lick che Douglas non erano molto considerati dai colleghi e molto spesso venivano ignorati. Alla fine Lick decise di finanziare Douglas, anche con il contributo della NASA. Engelbart svilupperà il **mouse**, **l'ipertesto**, **le finestre su schermo** e molte altre funzionalità del software moderno.

Negli anni sessanta progettò **oN Line System** un rivoluzionario ambiente software creato con i colleghi dell'Augmentation Research Center. Il sistema era costituito da workstation personali collegate a un mainframe SDS-940, in grado di visualizzare testo e grafica. Nella visione di Engelbart, l'Augmentation Framework era parte integrante di un progetto che comprendeva la rete ARPAnet per la condivisione delle informazioni. *oN Line System* fu presentato alla "Joint Computer Conference" di San Francisco nel 1968. In una dimostrazione della durata di un'ora e mezza, che passò alla storia come «[The mother of all demos](#)», Engelbart presentò un sistema di computer collegati tra loro in rete, comprendente un programma di scrittura

a video con la possibilità di modificare il testo prima di stamparlo, un sistema a finestre, il primo mouse e un sistema di teleconferenza interattiva basato sul collegamento di più monitor in rete tra loro.

Lick voleva creare una comunità nella quale i vari ricercatori, ampiamente dispersi nel territorio, potessero

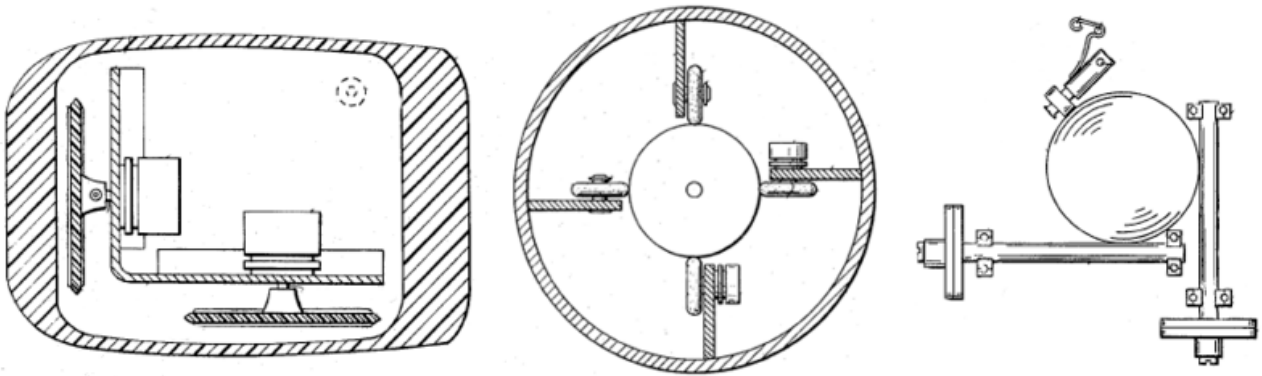


Figura 89 Il primo Mouse costruito da Boll English su progetto di Douglas Engelbart

basarsi sul lavoro degli altri invece di generare macchine, linguaggi e software incompatibili. Ha affrontato questo problema in un memo dell'aprile 1963 a *"Membri e affiliati della rete di computer intergalattico"*. La soluzione era di rendere facile (friendly) per le persone lavorare insieme, collegando tutti i computer di condivisione del tempo di ARPA in un sistema nazionale. Ha scritto: *"Se una rete come quella che immaginiamo nebulosamente potrebbe essere messa in funzione, avremmo almeno quattro grandi computer, forse sei o otto piccoli computer, e un vasto assortimento di file di dischi e unità a nastro magnetico, per non parlare del console remote e stazioni telefoniche"*.

Questa volta però Lick non si è fermato qui. Chiaramente innamorato dall'idea, passò la maggior parte del resto del memo a delineare come la gente potesse usare un simile sistema. Ha descritto una rete in cui il software potrebbe essere libero da singole macchine. Programmi e dati non vivrebbero su un singolo computer ma bensì sulla rete. Questo non ricorda qualcosa?

Il Cloud Computing!!!

Un importante progetto su cui Lick ha lavorato alla BBN è stato uno studio sulle future biblioteche, che gli è stato conferito dal Council on Library Resources. Doveva essere uno sforzo di cinque anni a partire dal novembre 1961, ma durò solo due anni perché Lick lasciò la BBN nel 1962 per diventare direttore dell'IPTO, e anche la sua supervisione a lungo termine del progetto dovette essere chiusa un anno dopo. Il rapporto finale sul progetto, completato nel gennaio 1963, è stato ritenuto dal Consiglio un contributo importante meritevole di pubblicazione in forma di libro. Il libro *"Libraries of the Future"*, pubblicato nel 1965 dal MIT Press, presenta una visione delle future biblioteche basata sulla visione di Lick della simbiosi uomo-computer.

La prima metà del libro è simile nella struttura del suo precedente articolo. Dopo aver limitato l'ambito delle *"Biblioteche"* al corpo di documenti che potrebbero essere archiviati in forma digitale senza perdita di valore

e stimando le dimensioni attuali, Lick presenta un'analisi dettagliata dei processi intellettuali coinvolti nell'acquisizione, organizzazione e uso della conoscenza. Questo è seguito da una descrizione della struttura e dell'uso dei "sistemi pro cognitivi" da lui immaginati, in grado di ricercare il corpo dei documenti sotto il controllo dell'utente. Infine, Lick delinea, come nel suo precedente articolo, un programma di ricerca inteso a realizzare la sua visione. La seconda metà del libro riporta le fasi iniziali del programma di ricerca svolte nell'ambito del progetto di biblioteca.

Nel 1964 Lick completò il suo tour di due anni di servizio presso l'ARPA e divenne consulente del direttore della ricerca di IBM. All'ARPA, i direttori dei programmi sono tradizionalmente trasferiti dopo un anno o due per dare a qualcun altro una possibilità, e Lick non ha fatto eccezione. Ma nel settembre del 1964, quando lasciò l'ARPA per il laboratorio di ricerca IBM, si preoccupò di trovare un successore che condividesse la sua visione. La sua scelta è stata Ivan Sutherland, un genio di computer grafica di 26 anni del Lincoln Lab del MIT, il cui progetto di dottorato, Sketchpad, era l'antenato del software di progettazione assistita dal computer di oggi. (verso i Tablet.....)

L'influenza di Lick continuerebbe a farsi sentire nell'ARPA per oltre un decennio. Il successore di Sutherland nel 1966 sarebbe stato Robert Taylor, che condivideva con Lick un background in psicologia e che probabilmente era il convertito più entusiasta di Lick alla visione della simbiosi. Fu Taylor a inaugurare l'attuale sviluppo della rete di computer proposta da Lick, che iniziò le operazioni nel 1969 come ARPANET e alla fine si evolse in Internet. Ed è stato Taylor a capo del gruppo di computer del Palo Alto Research Center (PARC) di Xerox, dove, durante gli anni '70, i ricercatori hanno trasformato la nozione di simbiosi di Lick in un sistema funzionante. Quando lasciò l'ARPA nel 1969, passò le redini all'architetto ARPANET Larry Roberts, un altro esperto di computer grafica, che era rimasto affascinato dal lavoro in rete dopo una sessione conclusa a tarda notte con Lick.

Così, nel 1966 Lick tornò al MIT per dirigere il Progetto MAC. Nel 1974 ha preso un anno di congedo per tornare a Washington con il Dipartimento della Difesa, ancora come direttore dell'IPTO. Licklider tornò al MIT dal servizio del governo nel 1975 e vi rimase fino al suo ritiro nel 1985, quando divenne professore emerito.

Ci siamo dilungati con la descrizione del lavoro di Lick reso necessaria per capire il protagonista di un'era fantastica e densa di innovazione.

Per rendere onore a Douglas Engelbart e capire la portata delle sue intuizioni e idee faremo riferimento all'Ipertesto che insieme al mouse è uno strumento di lavoro fondamentale per qualsiasi utente della rete!!

Iper testo

Con il termine Iper testo si intende un “testo” che sfugge alla tradizionale dimensione lineare-sequenziale per prevedere esplicitamente molteplici punti di accesso, e quindi *molteplici itinerari di lettura e apprendimento*. È stato reso possibile solo con l'avvento del “digitale”. Si è aperta una nuova era che ha reso l'accesso alle informazioni e loro manipolazione molto più veloce e efficace.

Se facciamo un breve excursus storico, ci rendiamo conto che tutti gli strumenti di ausilio alla scrittura a partire dalla pergamena e calamaio, per continuare con carta e penna, con le varie macchine per scrivere e nonostante l'utilizzo di strumenti diversi tra loro, tutti hanno avuto come costante l'impiego del *supporto cartaceo*. Tale supporto impone al testo una struttura fisica lineare, mentre non necessariamente lineare è il percorso che attua il lettore nella “**comprensione**”.

Le informazioni trasferite su carta hanno quindi una connessione/organizzazione necessariamente lineare!

Il cervello umano, per sua struttura neurologica, quando attua un percorso d'apprendimento, lo fa in modo associativo e non lineare.

Per tornare al concetto di Iper testo o più completa di Ipermedia la definizione da dare è la seguente: l'ipertesto e/o ipermedia è l'insieme di un elevato numero di informazioni testuali, immagini di tipo grafico o fotografico, animazioni, filmati e commenti sonori, ai quali si accede con dei link (collegamenti). In informatica, un collegamento ipertestuale è un rinvio da un'unità informativa su supporto digitale ad un'altra. È ciò che caratterizza la non linearità dell'informazione propria di un ipertesto. Si parla pertanto di rete ipertestuale.

La rete ipertestuale è il tipo di connessione esistente tra i vari nodi. I nodi sono le unità di informazione. Comunicativamente sono autosufficienti; i nodi possono essere costituiti da vocaboli, frasi, paragrafi, pagine, immagini, film, suoni e altri oggetti multimediali. I links (collegamenti) sono i legami o connessioni presenti nella rete e costituiscono i modi per passare da un nodo all'altro. Il graphical browser è un particolare nodo informativo contenente la mappa dei nodi e dei legami. È lo strumento di navigazione nella rete.

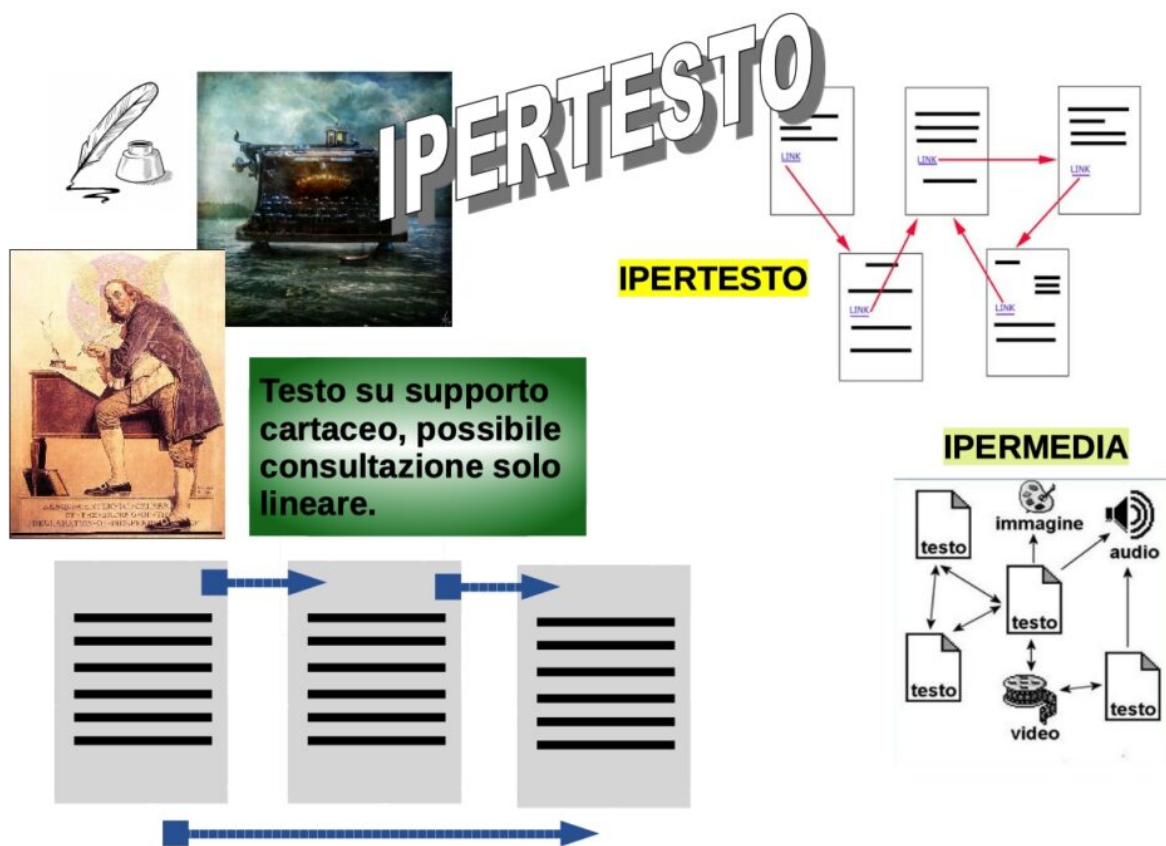


Figura 90 Testo, ipertesto, ipermedia

L'accesso alla rete ipertestuale con lo strumento digitale consente una consultazione delle informazioni facile e soprattutto libera, di tipo **non sequenziale**.

In informatica, un collegamento ipertestuale è un rinvio da un'unità informativa su supporto digitale ad un'altra. È ciò che caratterizza la non linearità dell'informazione propria di un ipertesto.

Anche nell'antichità vi sono stati esempi di ipertesti. Nell'incunabolo "**Commenti a corona**" era stato allestito un testo di Aristotele, posizionandolo al centro della pagina, tutto attorno, a corona, sono stati stampati i commenti alle parole del filosofo.

Esempi e metafore

L'elemento base di un ipertesto è la pagina, o scheda: l'insieme di più pagine forma una sezione. Su ogni scheda possono essere aperti "campi" di tipo testo, fissi o a scorrimento, immagini e "bottoni". I bottoni sono aree sensibili che, se attivate possono portare ad un'altra pagina stabilita all'interno della stessa o di un'altra sezione, o aprire un'immagine, un'animazione o un altro campo di testo, richiamare i programmi esterni o nascondere piccoli programmi scritti nel linguaggio proprio dell'ipertesto. L'utente può in questo modo

navigare a piacere tra le varie informazioni disponibili, come pure eseguire simulazioni, variando anche le condizioni esterne ed i parametri dell'esperimento. Per "**visualizzare**" il concetto di ipertesto si propone un disegno nel quale possiamo rappresentare diverse idee e **immaginare** che premendo uno di questi bottoni si aprono contesti e informazioni relative a quello rappresentato.

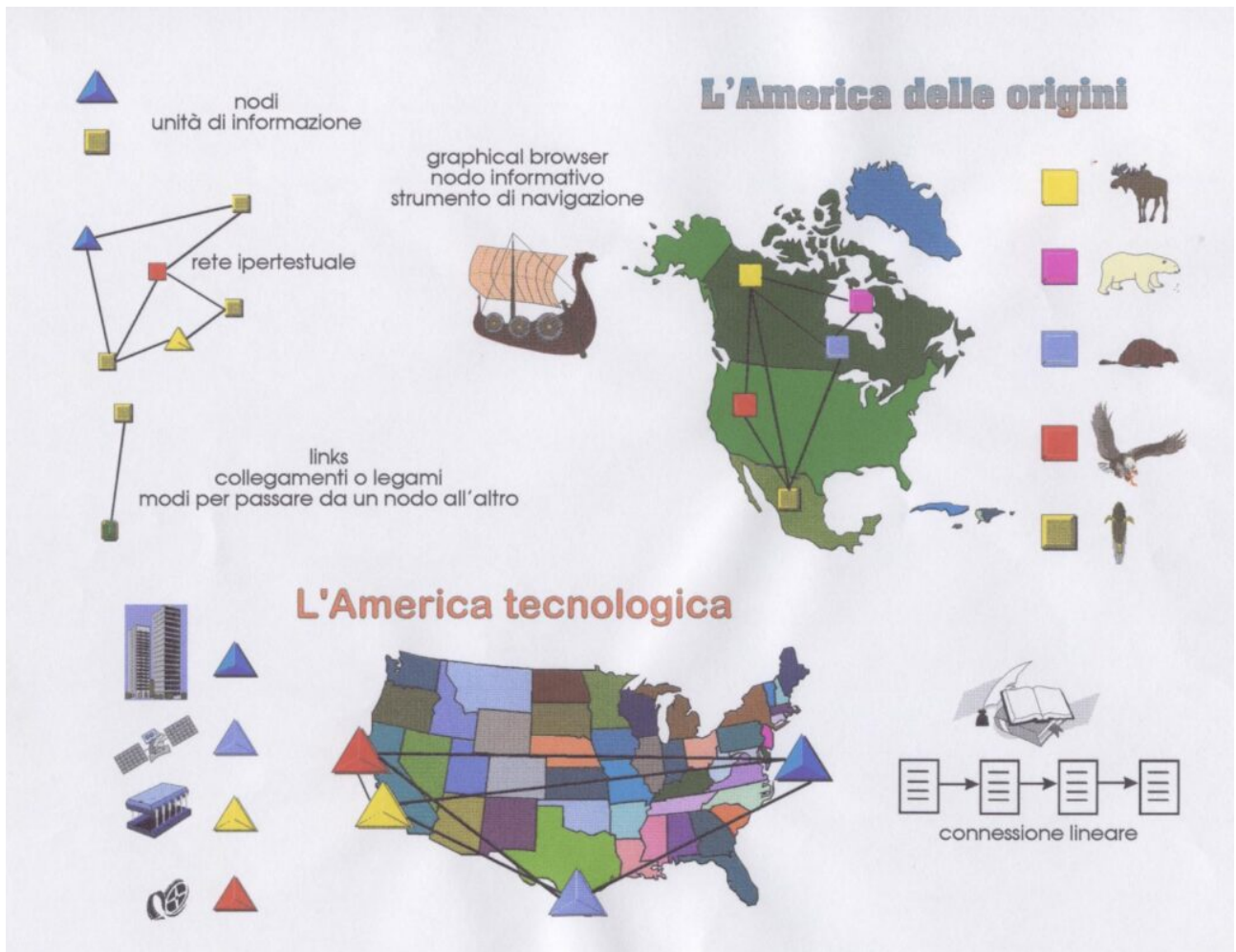


Figura 91 Mappa di un ipotetico ipermedia

Il disegno è una metafora raffigura i principali concetti esplicitati nell'ipertesto, confrontandoli con quelli trattati nel "vecchio" libro. I nodi rappresentano informazioni relative alle due diverse Americhe, ad ogni nodo collocato su una opportuna area geografica, corrisponde una icona che richiama i concetti.

Il successivo disegno è anche questo una metafora di cosa possa essere una mappa ipertestuale e di cosa si voglia rappresentare. Questa mappa ipertestuale può essere un esempio per interpretare al meglio il concetto di ipertesto. In un supporto globale che rappresenta il mondo, tramite *testo*, *icone* e *immagini* sono segnalati diversi concetti, che possono essere collegati tra loro come se fossimo in presenza di un **arcipelago della conoscenza** in cui **navigare**.

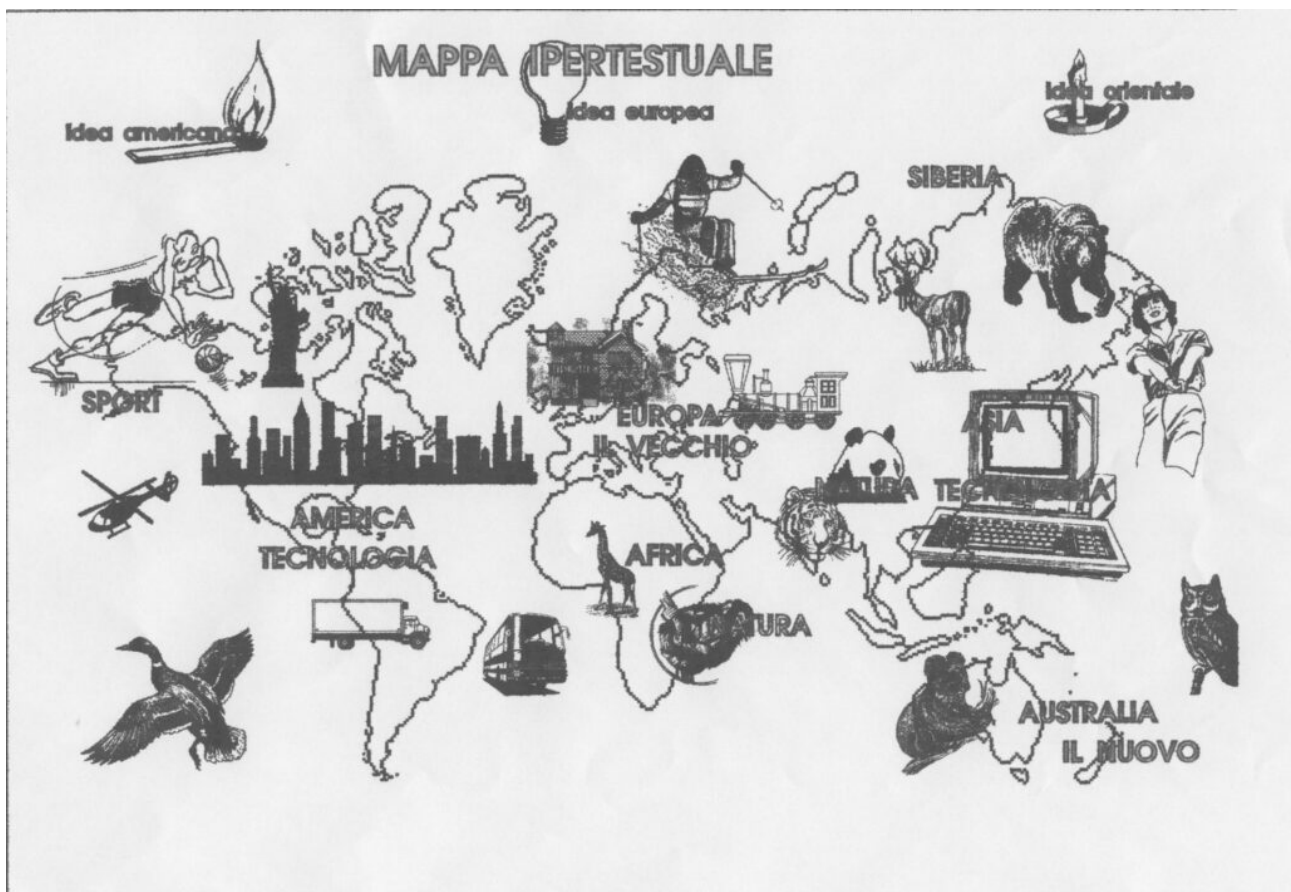


Figura 92 un disegno di mappa ipertestuale

L'immagine del panda mi richiamerà la Cina e la salvaguardia delle specie animali; nel continente Asia nella zona di Singapore e Taiwan richiamano le nuove frontiere della tecnologia informatica, l'America è la patria dello sport professionistico. Ora si supponga di avere questa *mappa ipertestuale* a disposizione non su di un foglio di carta, bensì supportata con un programma apposito su di un computer. Le immagini, il testo e le icone sono aree sensibili alla freccetta di un mouse e cliccandoci sopra si può dare inizio alla "navigazione". Ad esempio cliccando sull'icona che rappresenta l'*idea americana*, sullo schermo si presenterà un'altra serie di icone che indicheranno le invenzioni più "esplosive" fatte in America, come il telefono, la lampadina, la Coca Cola ecc. Se clicchiamo sull'icona del telefono potrà comparire la storia dell'invenzione, lo sviluppo, le telecomunicazioni, le maggiori società presenti sul mercato internazionale e così via.

Come si può notare questo modo di accedere alle conoscenze, metaforicamente assomiglia alla navigazione in un oceano tutto da esplorare. Questa navigazione può essere libera oppure guidata secondo uno scopo o obiettivo preciso. Se ad esempio voglio conoscere gli aspetti architettonici delle città americane sarà sufficiente cliccare sull'icona che rappresenta lo skyline di una città americana e poi proseguire alla ricerca delle voci che maggiormente interessano.

Con il vecchio supporto cartaceo la conoscenza era ed è organizzata in modo sequenziale. La navigazione non sequenziale è possibile solo se si possiede una biblioteca ben fornita e con un apposito lavoro di ricerca organizzato a priori. *In ogni caso la navigazione in un testo cartaceo è preorganizzata da altri e quindi l'utente*

ha sempre una conoscenza guidata e supportata da una organizzazione logica pensata da altri, con strumenti conoscitivi limitativi e non più manipolabili. Con l'ipertesto invece si può organizzare un proprio percorso di lettura e quindi il proprio sapere in modo più autonomo è quindi utile strumento per la personalizzazione dell'insegnamento e dell'apprendimento.

Con l'ipertesto è possibile utilizzare anche filmati, brani musicali ed animazioni: ad esempio il sistema delle chiuse del canale di Panama è più facilmente comprensibile con una animazione anziché con figure e testo.

L'ipertesto è quindi uno strumento nuovo e rivoluzionario che facilita l'acquisizione di conoscenza e sapere, per la peculiare organizzazione non lineare, cioè i documenti sono messi in relazione tra loro per mezzo di parole chiave; i documenti sono collegati tra loro per mezzo di connessioni logiche e rimandi (link).

II WORD PROCESSOR

Anche gli attuali WP possono essere interpretati come dei software fornitori di *mini ipertesti*. Possiamo considerare, un documento composto da diversi oggetti come disegni, filmati e collegamenti con internet a vari URL, come un *mini ipertesto*. Difatti si possono ricavare informazioni relative all'argomento svolto nel documento, dal testo, da una tabella, da un grafico, da una opportuna immagine, il colore, significativi attributi grafici e tipografici possono risaltare o evidenziare significati nascosti o impliciti. In ogni caso si tratta sempre di strumenti che si hanno a disposizione per la navigazione. Con il consolidarsi delle conoscenze e delle competenze informatiche si intravedono le enormi potenzialità di accrescimento delle conoscenze.

Un Word Processor può essere considerato quindi come uno strumento di conoscenza, difatti è un "sistema" che tende ad estendere e a potenziare le capacità dell'individuo. Il WP ha al suo interno numerosi strumenti supplementari che permettono all'individuo di migliorare la qualità della sua produttività e delle sue conoscenze. Ha a disposizione i correttori ortografici, i Dizionari elettronici che gli consentono di operare scelte lessicali opportune e consapevoli, il Thesaurus con i sinonimi, un repertorio iconico per supportare e rafforzare i concetti esposti, i cosiddetti "outline" che consentono di lavorare a diversi livelli di astrazione cioè in Struttura, strumenti di disegno, ecc.

La possibilità di modificare il testo non solo quando lo si compone, ma anche in fasi successive, ha così modificato profondamente il compito dello scrivere, per cui si possono sperimentare diverse soluzioni linguistiche in cui la revisione è parte integrante dello scrivere stesso. Se a queste brevi considerazioni aggiungiamo un'opportunità importante nell'ambito ***dell'apprendimento di conoscenza*** cioè la possibilità di integrare informazioni di un testo con quelle di altre fonti, concretizziamo l'idea di una "**navigazione**" in un dominio di conoscenze molto più vasto e ampio rispetto al passato.

La rivoluzione ipertestuale

La **rivoluzione ipertestuale** non è “tecnica”, ma è “culturale”. La storia di questa rivoluzione culturale inizia quasi cinquant’anni fa. Nel 1945 Vannevar Bush, che era stato coordinatore degli sforzi bellici di oltre seimila scienziati americani durante la guerra, analizzò in un articolo apparso sulla rivista “Atlantic Monthly” la sfida che si poneva agli uomini di scienza all’indomani della guerra, quando tutte le risorse tecnologiche impegnate nell’attività militare potevano essere destinate a scopi di pace. Dopo aver preso in esame una serie di settori in cui ci sarebbero stati sicuramente significativi progressi, Bush indicò il problema chiave:

**come accedere alla mole di dati, sempre crescente, che rappresenta la
summa della conoscenza umana?**

Gli archivi notava lo scienziato-stratega, sono in genere dotati di indici alfabetici o numerici che devono essere percorsi **serialmente**, un oggetto dopo l’altro, alla ricerca di quello desiderato; la mente umana, invece, funziona in modo diverso, elabora e apprende tramite **associazioni di informazioni**: difatti il pensiero segue intricati percorsi generati dall’associazione di oggetti simili.

Bush progettò quindi un dispositivo ideale, che chiamò **memex**, costruito intorno all’idea della selezione e della ricerca mediante **associazione ideativa** invece che mediante **selezione seriale**: un dispositivo modellato intorno all’idea di una **scrivania (prima idea di desktop)**, in cui il proprietario avrebbe inserito tutti i suoi libri, i suoi dati, i suoi strumenti di comunicazione. Una serie di dispositivi meccanici non meglio specificati avrebbe permesso di costruire, sopra la scrivania virtuale del memex (antenato del desktop), i percorsi associativi della mente del suo utilizzatore.

La lettura dell’articolo di Vannevar Bush è oggi altamente suggestiva: nel 1945 il calcolatore elettronico programmabile così come lo conosciamo noi non esisteva, per cui il **memex** rimase una brillante idea, un esperimento mentale, irrealizzabile come le macchine per il volo di Leonardo da Vinci. Ma queste idee sono il **seme** delle rivoluzioni informatiche di oggi: il computer come strumento di produttività personale, la metafora della scrivania nel Macintosh, e l’**ipertesto**!

In prima approssimazione si può pensare all’ipertesto come ad un testo nel quale la struttura lineare del discorso è rotta da legami (**links**) tra diverse parti di testo o fra testi diversi, in cui la lettura, a carattere informatico, è di tipo non lineare ma bensì associativo, esplorativo: se si ha a disposizione un caos di informazioni, non si può sfogliarlo pagina dopo pagina, bisogna esplorarlo!

Con l’avvento sempre più capillare delle reti telematiche, si è affermato il seguente concetto:

l’ipertesto è non a caso “il” e “il solo” linguaggio della rete telematica: la rete parla e scrive in forma ipertestuale. Nessun altro approccio è materialmente possibile.

Con la comunicazione computerizzata si celebra il trionfo dell'ipertesto, come forma della mente e allo stesso tempo del mezzo. Gli strumenti che usiamo per scrivere e per organizzare il nostro lavoro hanno una influenza profonda sul modo in cui pensiamo. E le possibilità offerte dalla rivoluzione elettronica sono un potentissimo fattore uniformante: un unico mezzo con cui può essere codificata qualunque informazione, una straordinaria capacità di accumulare documenti e una potenza di elaborazione impossibile con qualunque dispositivo meccanico che ci consentono di organizzare l'informazione in forma, per così dire, antropomorfa.

Questa rivoluzione comporterà dei cambiamenti nel lavoro, nelle abitudini, nella mentalità che viene richiesta e la domanda che sorge spontanea "non sarà eccessivo?"

Le rivoluzioni nelle tecnologie di diffusione ed organizzazione dell'informazione non sono certo rivoluzioni di poco conto, anche sul piano politico: basti pensare, per fare un parallelo storico, all'importanza che ebbe cinquecento anni fa, l'invenzione della stampa come strumento di diffusione delle idee che portarono, tra le altre cose, alla riforma protestante.

In una rete e in uno strumento come il World Wide Web, si scopre tutta la potenza dello strumento ipertestuale coniugata alla distribuzione in rete delle informazioni e alle possibilità collaborative, di lavoro di gruppo, di squadra (**groupware**) offerte dal mezzo.

A questo punto bisogna sottolineare che la vera natura dell'ipertesto non è quella di far parlare, cantare, ballare un testo ma quella di liberare la parola scritta dalla schiavitù della carta, con tutte le conseguenze sul piano del pensiero. Ogni volta che un novizio della telematica si avvicina alla rete, pensa di avere di fronte la scrivania di Vannevar Bush, il sogno del sapere a portata di mano. Spesso, sconfitti in questa illusione, molti neofiti si ritirano nella delusione: – Non ne vale la pena – delegando così a un popolo di tecnici la conoscenza e l'uso del futuro. La chiave non è la tecnica, ma la lingua.

La lingua ignorata della rete, il linguaggio ipertestuale che tutta la rete regge e fa girare. Quello con la tecnica non c'entra niente. È un concetto. un luogo e una forma della mente, l'idea del viaggio e della ricerca. Chiede solo di essere scoperto!

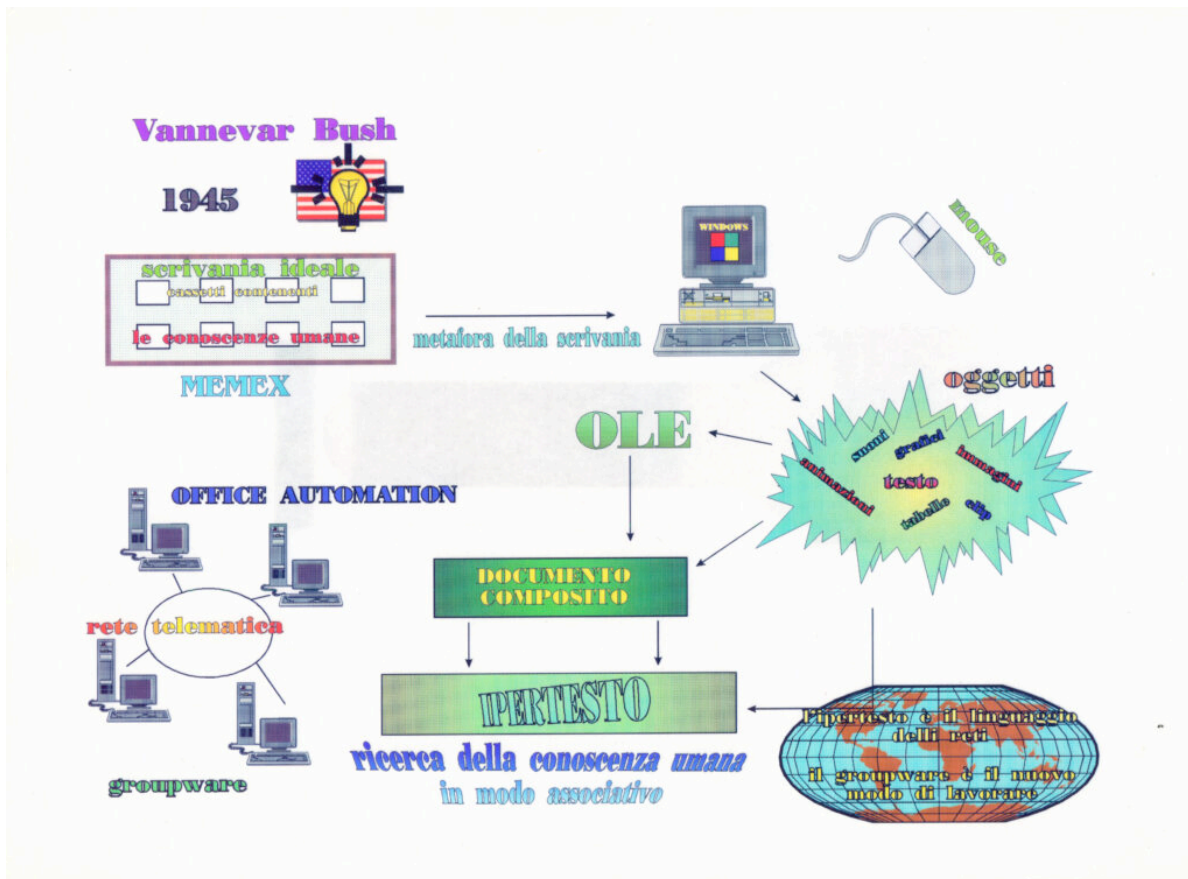
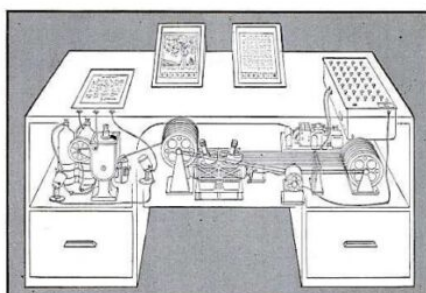


Figura 93 Vannevar Bush e lo sviluppo della rete



Vannevar Bush

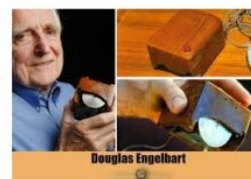


MEMEX in the form of a desk would instantly bring files and material on any subject to the operator's fingertips. Slanting translucent viewing screens magnify supermicro-film filed by code numbers. At left is a mechanism which automatically photographs longhand notes, pictures and letters, then files them in the desk for future reference.

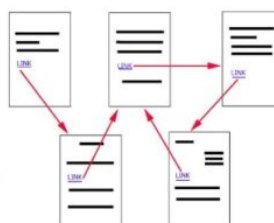
AS WE MAY THINK CONTINUED

IPERTESTO

Il **memex** è un calcolatore analogico dotato di un sistema di archiviazione, ideato dallo scienziato e tecnologo statunitense Vannevar Bush negli anni trenta e mai realizzato, da molti considerato il precursore del personal computer e degli ipertesti.



Douglas Engelbart



Il secondo mouse più famoso del mondo, dopo Mickey, è stato introdotto 50 anni fa ed è servito per aiutare molti milioni di persone con i loro computer, anche se oggi è sempre più vicino all'estinzione.

Il 9 dicembre 1968, lo scienziato informatico americano **Douglas Engelbart** gestiva un centro di ricerca per l'incremento dell'intelligenza umana, una sussidiaria della Stanford University. In un'ora e una mezza davanti a circa duemila persone, durante una presentazione pubblica, parlò di un oggetto che avrebbe plasmare l'esperienza umana con i computer e la tecnologia nei decenni successivi.

Durante questa presentazione, Engelbart e i membri del suo team dimostrarono per la prima volta l'efficacia di una tecnologia che oggi è ormai comune, mettendo all'opera il mouse su ipertesto, attraverso la videoconferenza e l'elaborazione di testi.

Figura 94 Vannevar Bush e il memex assieme a Douglas Engelbart con il suo mouse

Si ringrazia Wikipedia

Liberamente tratto da “Operatività e creatività con Winword6” di Loretta Caldato e Sandro Corradini Ed. Calderini 1996

Indice delle figure

Figura 1 Tavole logaritmiche di Briggs	6
Figura 2 I Parrucchieri alla corte del Re di Francia	7
Figura 3 fumetto con Ada & Charles	11
Figura 4 The ANALYTICAL ENGINE	12
Figura 5 Alice nel paese delle meraviglie	13
Figura 6 Alice in una scena tratta dall'omonimo film Disney	16
Figura 7 HW & SW	16
Figura 8 buco non buco, natura binaria	17
Figura 9 The ANALYTICAL ENGINE e didascalie	18
Figura 10 Confronto tra le architetture dell'"The ANALYTICAL ENGINE" e il moderno computer. O sta per OUTPUT e I sta per INPUT	19
Figura 11 Sketch su The ANALYTICAL ENGINE	19
Figura 12 Lo Sketch tradotto da Ada Lovelace	20
Figura 13 The ANALYTICAL ENGINE	23
Figura 14 ADA FOREVER I la grande intuizione	24
Figura 15 ADA FOREVER II il programma	24
Figura 16 ADA FOREVER III l'intelligenza artificiale	25
Figura 17 caratteri FO HI	27
Figura 18 Gottfried Wilhelm von Leibniz e suoi appunti di calcolo infinitesimale	28
Figura 19 I tre "moschettieri" dell'informatica	30
Figura 20 Introduzione della numerazione araba	31
Figura 21 Medaglione commemorativo con il sistema binario	31
Figura 22 Stesura originale di Leibniz del sistema binario	31
Figura 23 Frammento di un calcolo logico di Leibniz	32
Figura 24 Relazione fondamentale, molto fondamentale	33
Figura 25 Testo originale di Leibniz	33
Figura 26 sistema di numerazione decimale	35
Figura 27 sistema duale	36
Figura 28 assembler	36
Figura 29 I padri della LOGICA.	39
Figura 30 connettivi logici AND & OR e isomorfismo con la teoria degli insiemi	41
Figura 31 la negazione NOT o differenza di insiemi	42

Figura 32 Charles Peirce e le tavole di verità	43
Figura 33 Tavole di verità	43
Figura 34 CHIP 7408	45
Figura 35 Problem Solving	48
Figura 36 Dal Problema al Programma	49
Figura 37 Calcolo dell'area di un triangolo	51
Figura 38 Videata di apertura del C64	51
Figura 39 le tre strutture principali per definire e strutturare un algoritmo	52
Figura 40 La copertina del primo volume di 5 di The Art of Computer Programming di Donald Knuth	53
Figura 41 Flow Chart per il calcolo del MAX tra tre numeri	54
Figura 42 Il libro e la fantastica autrice	56
Figura 43 John Von Neumann	57
Figura 44 Vari schemi relativi all'architettura del computer	58
Figura 45 Schema dettagliato di un computer	59
Figura 46 Dettagli tecnici dei componenti principali del computer	60
Figura 47 Struttura operativa di un computer	61
Figura 48 Le memorie RAM e ROM, notare la ROM disegnata come archivio e la RAM disegnata come un tavolo libero.	64
Figura 49 Mother Board cartoon	64
Figura 50 Struttura fisica dell'unità di sistema	64
Figura 51 ulteriore schema di un pc	67
Figura 52 Codice ASCII	69
Figura 53 I tre sistemi numerici adoperati in informatica	70
Figura 54 ASCII	71
Figura 55 Tabella ASCII aggiornata al 1986 riguardante i comandi	72
Figura 56 Tabella ASCII aggiornata al 1986 riguardante i caratteri	73
Figura 57 Tastiera PC (SO Windows)	74
Figura 58 Il progresso tecnologico	76
Figura 59 Lo Sputnik	77
Figura 60 Sputnik2	79
Figura 61 I primi quattro nodi di ARPAnet	80
Figura 62 Le quattro Università collegate	80
Figura 63 Laika	83
Figura 64 L'uomo informatico	83
Figura 65 Il maestro Jedi YODA (WAR STARS)	84
Figura 66 Articolo di Paul Baran sulle reti di comunicazione 1964	85
Figura 67 Paul Baran che indica come deve essere la rete: distribuita.	86
Figura 68 Commutazione di pacchetto	87
Figura 69 Tecnica della commutazione di pacchetto	88

Figura 70 Videata del primo collegamento internet in Italia	90
Figura 71 Mappa del primo segnale	91
Figura 72 Lettera inviata da Pisa che annunciava l'avvenuto collegamento con Internet	92
Figura 73 Significativa immagine di chi c'era arrivato prima	92
Figura 74 I padri del WEB	94
Figura 75 Rete ipertestuale senza immagini	94
Figura 76 Il motore di ricerca Google	96
Figura 77 Marshall McLuhan	96
Figura 78 metafora dell'evoluzione umana	97
Figura 79 Evoluzione del marketing	99
Figura 80 Convergenza digitale	99
Figura 81 Ray Tomlison	100
Figura 82 Prima slide di sessanta	101
Figura 83 Motto di Mandalorian (Star Wars)	102
Figura 84 Lick	103
Figura 85 elaborazione in tempo reale e batch	103
Figura 86 Il computer WHIRLWIND	104
Figura 87 Douglas Engelbart	106
Figura 88 Il primo mouse	106
Figura 89 Il primo Mouse costruito da Boll English su progetto di Douglas Engelbart	107
Figura 90 Testo, ipertesto, ipermedia	110
Figura 91 Mappa di un ipotetico ipermedia	111
Figura 92 un disegno di mappa ipertestuale	112
Figura 93 Vannevar Bush e lo sviluppo della rete	116
Figura 94 Vannevar Bush e il memex assieme a Douglas Engelbart con il suo mouse	116