

BREVE STORIA



DELL'INFORMATICA *raccontata ai grandi e ai piccini*

PARTE PRIMA

a cura di

Aurora Martina, Angelo Raffaele Meo, Clotilde Moro



*Studia prima la scienza e poi seguita la pratica,
nata da essa scienza*

Leonardo da Vinci

PREMESSA

Questo libro è destinato ai ragazzi di età compresa tra i 10 e i 14 anni circa.

Abbiamo realizzato questo libro lontani da ogni intento commerciale, con il solo desiderio di contribuire a creare e diffondere conoscenza. Riteniamo, infatti, che i ragazzi, oggi, abbiano una cognizione troppo superficiale ed applicativa degli strumenti informatici.

L'informatica è una scienza e come tale andrebbe insegnata.

Speriamo, inoltre, che il nostro lavoro possa risultare utile anche a quei docenti, educatori, genitori che condividono con noi l'idea che oggi insegnare l'informatica ai ragazzi sia non solo importante ma indispensabile al fine di contribuire a creare in loro maggiore consapevolezza, sicurezza e capacità di gestire in autonomia le proprie scelte.

La nostra storia segue una linea temporale ed i contenuti sono organizzati in cinque libretti, che possono essere scaricati liberamente e gratuitamente dalla rete anche singolarmente:

- 1- la preistoria del calcolo
- 2- tutto meccanico
- 3- l'elettronica
- 4- tempi moderni
- 5- oggi per domani

La narrazione pone in primo piano i personaggi che hanno creato la storia dell'informatica. Per ciascuno di essi abbiamo cercato di descrivere, nel modo più semplice possibile, il loro contributo scientifico, secondo lo schema: quando, chi, che cosa ha fatto, come funziona. Dove necessario, abbiamo inserito un simbolo che rimanda ad uno specifico approfondimento, reperibile al fondo del libretto.

Abbiamo attinto immagini e informazioni dalla rete, prestando estrema attenzione a rispettare le norme indicate per il loro utilizzo. Nel caso qualcuno riscontrasse errori od omissioni è pregato di contattare gli autori. Provvederemo immediatamente alle necessarie correzioni. Al fondo del libro sono riportati i link dei siti e delle pagine consultate.

Un particolare ringraziamento:

- a Philip Martin, autore delle bellissime immagini che illustrano il libro.



wwwphilipmartin.com

- agli autori (citati nelle prime righe del capitolo LINK, al fondo del libro) che ci hanno guidati nella stesura del primo libretto.

Quest'opera è stata rilasciata con licenza Creative Commons Attribuzione - Non commerciale - Condividi allo stesso modo 3.0 Italia. Per leggere una copia della licenza visita il sito web <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/it/> o spedisci una lettera a Creative Commons, 171 Second Street, Suite 300, San Francisco, California, 94105, USA.



Contare, calcolare, elaborare dati

Questa storia inizia molti anni fa.

Gli uomini primitivi non sapevano contare ma, probabilmente, capivano alcuni concetti come poco, tanto, tutto.

Sicuramente furono aiutati dal fatto di possedere **due mani e dieci dita**. **Questi furono infatti i primissimi strumenti utilizzati per fare i calcoli**.

E non fu cosa da poco: l'utilizzo delle mani come strumento di calcolo ha portato verso il sistema metrico decimale, ancora oggi in uso.

La natura ha però imposto alcuni limiti all'Uomo che, seppur intelligente, dispone sempre e solo di un cervello, due mani e due piedi.

Così, quando i conti divennero più complicati, si guardò attorno e iniziò ad usare gli oggetti più diversi per fare i calcoli: sassolini, rametti, ossicini, conchiglie e poi ancora pezzetti di corda, nodi, palline di argilla...e inventò sistemi e strumenti di calcolo sempre più complessi.

Più la società e la cultura si evolvevano, più i sistemi e gli strumenti di calcolo progredivano e...viceversa. L'evoluzione degli strumenti di calcolo influì grandemente sullo sviluppo delle diverse civiltà che popolarono il mondo. Infatti, più le civiltà progredivano, più complicati diventavano i calcoli necessari, come contare le anfore di olio trasportate sulle navi, la quantità di grano raccolta, il numero dei soldati, ma anche come studiare il moto degli astri, costruire ponti e case, tenere in ordine i conti dello Stato, lanciare un missile o un satellite

Ma, prima di andare troppo avanti nel discorso, fermiamoci e facciamo qualche passo indietro nel tempo.

LIBRETTO



LA PREISTORIA DEL CALCOLO



Archeologi e storici hanno scavato nel passato alla ricerca di informazioni sui sistemi di numerazione e di calcolo utilizzati nell'antichità. Numerosi sono i reperti archeologici da loro scoperti che ci permettono, oggi, di ripercorrere la strada lunga migliaia di anni percorsa dagli uomini sulla Terra e di ricostruire le tappe fondamentali della evoluzione dei sistemi e degli strumenti per il calcolo.

Gli studiosi pensano che inizialmente gli uomini non sapessero contare, ma avessero "**la sensazione numerica**", ovvero la capacità innata di percepire la numerosità: uno, pochi, tanti; gli uomini preistorici non pensavano in maniera astratta ai numeri ma li associano ad uno o più oggetti (ad esempio: albero, un albero, tanti alberi).

Il grande passo avanti avvenne quando capirono che potevano "**contare**" (un albero, due alberi,... dieci alberi...), **dando il via alla grande avventura della matematica**.

I primissimi strumenti di calcolo furono sicuramente le dita delle mani, e uno strumento così importante si merita un approfondimento:



VAI ALL'APPROFONDIMENTO: primi strumenti di calcolo



Per aiutarsi nei calcoli e per conservarne i risultati, gli uomini primitivi fecero corrispondere alle unità da contare piccoli oggetti, come ad esempio dei sassolini: il termine *calcoli* deriva proprio dalle pietre che portavano incisioni geometriche e che servivano per contare.

A Susa (antica città dell'Impero Persiano, dove vivevano gli elamiti) ne sono state ritrovate alcune risalenti al periodo neolitico, circa 30.000 anni fa.

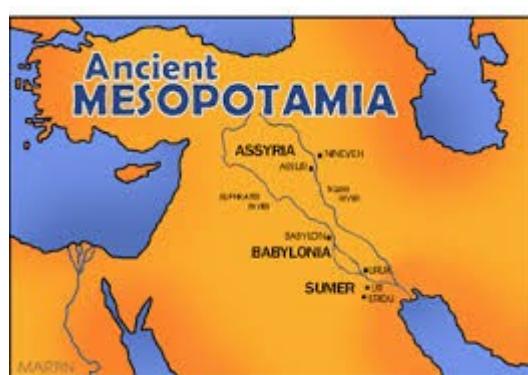


Inoltre incisero tacche su altri materiali quali pezzi di legno e ossa di animali.

Molto tempo dopo, quando la mente umana fu in grado di pensare ai numeri in "maniera astratta", senza necessariamente associarli a oggetti reali, si presentò il problema di "**come rappresentare i numeri**", utilizzando un insieme limitato di simboli per esprimere un numero illimitato di numeri.

Proviamo a riassumere le tappe più importanti della storia dei numeri, con l'aiuto dei reperti archeologici giunti sino a noi.

I POPOLI MESOPOTAMICI



Intorno al 4000 A.C., in Mesopotamia, (che significa "terra in mezzo ai fiumi", essendo essa situata tra i fiumi Tigri ed Eufrate), in una piccola zona chiamata Sumer, ovvero "paese coltivato", si sviluppò **La civiltà dei Sumeri**.

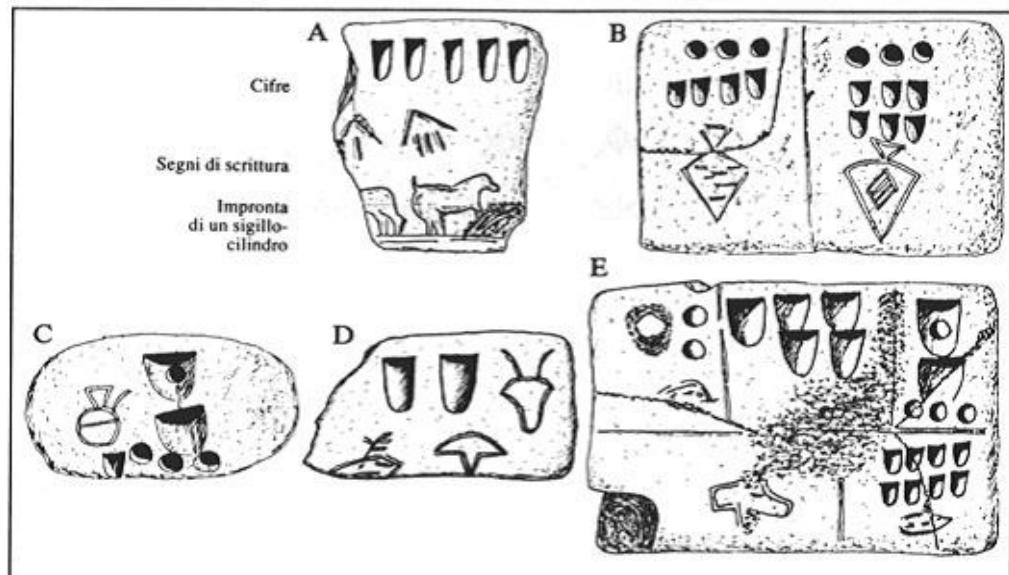
I Sumeri erano politeisti (veneravano diversi dei), agricoltori, e furono anche i primi costruttori di città. Migliorarono i loro mezzi di trasporto utilizzando ruote di legno piene (furono probabilmente gli inventori della ruota). La loro civiltà, che si sviluppò per i successivi duemila anni, progredì nel tempo: sostituirono la tradizione orale con i testi scritti, studiarono la matematica e la geometria. Furono abili astronomi e per primi divisero l'anno in dodici mesi e il giorno in 24 ore. Non per nulla si dice oggi che la Mesopotamia fu la culla della civiltà.

I Sumeri idearono gli strumenti più antichi di calcolo che conosciamo: **i gettoni**, ovvero cilindretti, palline, coni di argilla (materiale molto diffuso in Mesopotamia) ai quali venivano attribuiti valori diversi e che venivano usati "a pressione" per incidere tavolette di argilla. Essi erano: il piccolo cono, la biglia, il grande cono, il grande cono forato, la sfera e la sfera perforata.



Ad esempio, per scrivere il numero 1 premevano il gettone su una tavoletta di argilla, per scrivere il numero 20 premevano due volte di seguito la pallina sulla tavoletta.

Nella figura seguente puoi vedere alcuni esempi.



Leggendo le pagine precedenti, ti sarai sicuramente accorto che la numerazione sumerica, per rappresentare i numeri, imponeva di ripetere tante volte i simboli. In altre parole quel principio era basato su un sistema detto “**additivo**”.



VAI ALL'APPROFONDIMENTO: sistemi di numerazione

Per rendere le cose più semplici inserirono il simbolo:



o, in alternativa, il simbolo:



che corrispondeva al nostro “**meno**” e iniziarono a rappresentare i numeri per sottrazione, come puoi vedere in questi esempi:



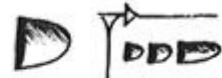
10 – 1



20 – 2



40 – 2



60 – 3

9

18

38

57

Tra il 2700 e il 2600 prima di Cristo, un po' per volta, i Sumeri cambiarono lo

strumento che usavano per scrivere e adottarono lo “**stilo**”, un bastoncino di canna, di osso o di avorio, con la punta

tagliata che, usato di punta o di piatto, permetteva di incidere velocemente i simboli sulle tavolette di argilla fresca.

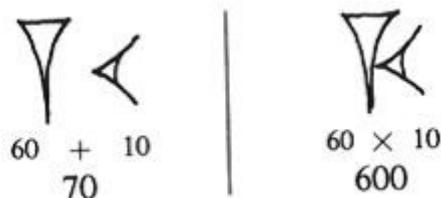
Si passò così ad un nuovo metodo di scrittura detto “cuneiforme” ed anche i numeri vennero scritti in un modo diverso. I Sumeri adottarono due simboli di base: il chiodino, simile a una epsilon (Y) per le unità, e il punzone (\triangleleft) simile alla punta di una freccia per le decine. I simboli dei *numeri venivano incisi* su tavolette di argilla fresca usando appunto lo *stilo* di taglio e di piatto. Questi sono i simboli delle 59 unità significative della notazione sumerica:

1	Y	11	$\triangleleft\text{Y}$	21	$\triangleleft\triangleleft\text{Y}$	31	$\triangleleft\triangleleft\triangleleft\text{Y}$	41	$\triangleleft\triangleleft\triangleleft\triangleleft\text{Y}$	51	$\triangleleft\triangleleft\triangleleft\triangleleft\triangleleft\text{Y}$
2	YY	12	$\triangleleft\text{YY}$	22	$\triangleleft\triangleleft\text{YY}$	32	$\triangleleft\triangleleft\triangleleft\text{YY}$	42	$\triangleleft\triangleleft\triangleleft\triangleleft\text{YY}$	52	$\triangleleft\triangleleft\triangleleft\triangleleft\triangleleft\text{YY}$
3	YYY	13	$\triangleleft\text{YYY}$	23	$\triangleleft\triangleleft\text{YYY}$	33	$\triangleleft\triangleleft\triangleleft\text{YYY}$	43	$\triangleleft\triangleleft\triangleleft\triangleleft\text{YYY}$	53	$\triangleleft\triangleleft\triangleleft\triangleleft\triangleleft\text{YYY}$
4	YYY	14	$\triangleleft\text{YYY}$	24	$\triangleleft\triangleleft\text{YYY}$	34	$\triangleleft\triangleleft\triangleleft\text{YYY}$	44	$\triangleleft\triangleleft\triangleleft\triangleleft\text{YYY}$	54	$\triangleleft\triangleleft\triangleleft\triangleleft\triangleleft\text{YYY}$
5	YYYY	15	$\triangleleft\text{YYYY}$	25	$\triangleleft\triangleleft\text{YYYY}$	35	$\triangleleft\triangleleft\triangleleft\text{YYYY}$	45	$\triangleleft\triangleleft\triangleleft\triangleleft\text{YYYY}$	55	$\triangleleft\triangleleft\triangleleft\triangleleft\triangleleft\text{YYYY}$
6	YYYY	16	$\triangleleft\text{YYYY}$	26	$\triangleleft\triangleleft\text{YYYY}$	36	$\triangleleft\triangleleft\triangleleft\text{YYYY}$	46	$\triangleleft\triangleleft\triangleleft\triangleleft\text{YYYY}$	56	$\triangleleft\triangleleft\triangleleft\triangleleft\triangleleft\text{YYYY}$
7	YYYY	17	$\triangleleft\text{YYYY}$	27	$\triangleleft\triangleleft\text{YYYY}$	37	$\triangleleft\triangleleft\triangleleft\text{YYYY}$	47	$\triangleleft\triangleleft\triangleleft\triangleleft\text{YYYY}$	57	$\triangleleft\triangleleft\triangleleft\triangleleft\triangleleft\text{YYYY}$
8	YYYY	18	$\triangleleft\text{YYYY}$	28	$\triangleleft\triangleleft\text{YYYY}$	38	$\triangleleft\triangleleft\triangleleft\text{YYYY}$	48	$\triangleleft\triangleleft\triangleleft\triangleleft\text{YYYY}$	58	$\triangleleft\triangleleft\triangleleft\triangleleft\triangleleft\text{YYYY}$
9	YYYY	19	$\triangleleft\text{YYYY}$	29	$\triangleleft\triangleleft\text{YYYY}$	39	$\triangleleft\triangleleft\triangleleft\text{YYYY}$	49	$\triangleleft\triangleleft\triangleleft\triangleleft\text{YYYY}$	59	$\triangleleft\triangleleft\triangleleft\triangleleft\triangleleft\text{YYYY}$
10	\triangleleft	20	$\triangleleft\triangleleft$	30	$\triangleleft\triangleleft\triangleleft$	40	$\triangleleft\triangleleft\triangleleft\triangleleft$	50	$\triangleleft\triangleleft\triangleleft\triangleleft\triangleleft$		

E dal numero sessanta in poi?

Ebbene il numero sessanta creava un po' di confusione, essendo molto simile al numero uno, il chiodino, ma non era l'unico problema provocato da questo sistema di numerazione. Vediamo qualche esempio:

per scrivere il numero settanta, si scriveva $60+10$ con i simboli un po' distanti, ma se i simboli erano vicini il significato cambiava e invece di sommare bisognava moltiplicare ottenendo $60 \times 10 = 600$.



Scrivere i numeri 61, 62, 63era anche un bel problema, che venne risolto in due modi:

1 - scrivendo un chiodo più grande per rappresentare il numero 60:

60 1	60 2	60 3	60 4	60 5	60 6	60 7	60 8	60 9
61	62	63	64	65	66	67	68	69

2 – oppure, distanziando il chiodo dai chiodini:

60 1	60 2	60 3	60 4	60 5	60 6	60 7	60 8	60 9
61	62	63	64	65	66	67	68	69

Il sistema di numerazione sumerico era di tipo **additivo e posizionale**:

- fino al numero 59 veniva utilizzato il sistema additivo. Ad esempio, per scrivere il numero nove bisognava riportare il chiodino nove volte



- dal 60 in poi veniva utilizzato il sistema posizionale. Se un simbolo era posto a sinistra valeva sessanta volte di più



Un numero quindi si otteneva sommando tutti i simboli che comparivano nella scrittura.



Approfondimento on line suggerito:

<http://php.math.unifi.it/convegnostoria/materiali/pettisumeri.pdf>

Oltre a quella sumerica, molte altre furono le civiltà che popolarono la Mesopotamia sino al 539 a. C., anno in cui fu annessa all'impero persiano.

Tra queste ricordiamo i **Babilonesi e gli Assiri**, che assimilarono la cultura sumerica e la incrementarono notevolmente nel tempo.

Esse adottarono inizialmente il sistema di numerazione sumerica al quale affiancarono progressivamente quello decimale che venne poi utilizzato definitivamente.

Gli scrivani Babilonesi, non trovando nel sistema sumerico nessun segno per le cifre 100 e 1000, introdussero le notazioni decimali che li rappresentavano, facendoli derivare da alcuni suoni appartenenti alle lingue di altri popoli (simboli di origine fonetica):



= 100

ME



= 1000

LIM



†

◁

†
ME

1 10 100

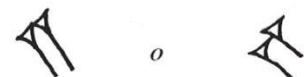
◁
LIM

1 000

In questo sistema, le unità e le decine furono rappresentate ripetendo il chiodo verticale o il punzone per le volte necessarie. Per i multipli consecutivi del centinaio e del migliaio, la rappresentazione seguì il principio moltiplicativo.

I dotti astronomi babilonesi inventarono anche il calendario, divisero il giorno in 24 ore, l'ora in 60 minuti e il minuto in 60 secondi. Inoltre divisero il cerchio in 360 gradi, influenzando enormemente il mondo scientifico (infatti, queste numerazioni sono in uso ancora oggi).

Per la prima volta nella storia dell'Uomo, venne introdotto un simbolo grafico molto importante, lo **zero**, che poteva essere scritto in due modi:

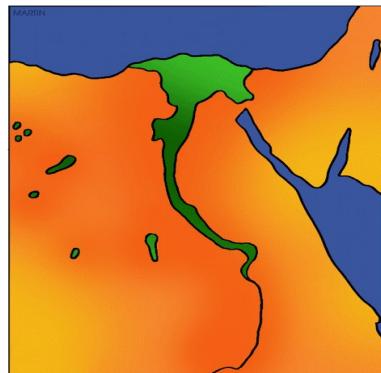


Sotto il regno di Hammurabi, XVIII secolo a.C., la matematica si sviluppò, come testimoniano le numerose tavolette ritrovate che riportano calcoli, problemi, equazioni.

Una in particolare, (catalogata come) YBC7289, rappresenta un quadrato con tracciata la sua diagonale sulla quale è scritto il numero 1,414213 che è il rapporto tra la diagonale e il lato, ovvero la radice di due.



GLI EGIZI



La **civiltà egizia** si sviluppò lungo le rive del fiume Nilo dal 3300 a. C. sino al 31 a. C., quando avvenne la conquista da parte dei Romani.

Nel 1799, durante una spedizione napoleonica in Egitto, venne scoperta un frammento di pietra scritta con tre diverse grafie: geroglifico, demotico e greco. Questa stele, chiamata **Stele di Rosetta**, consentì agli studiosi di interpretare e comprendere per la prima volta la [scrittura geroglifica](#) fornendo, al contempo, importanti notizie circa il sistema di numerazione utilizzato dagli antichi egizi.



La Stele di Rosetta



Approfondimento online suggerito:
<http://it.wikipedia.org/wiki/StelediRosetta>



VAI ALL'APPROFONDIMENTO: le basi numeriche

Gli egizi utilizzarono due notazioni numeriche, di tipo additivo e in base dieci, ma con scopi diversi: il **sistema geroglifico** che era usato per le iscrizioni monumentali e la **notazione ieratica** che veniva utilizzata per la scrittura di documenti.

I	II	III	IV	V	VI	VII
1	10	100	1000	10000	100000	10^5

numerazione - scrittura geroglifica

1	I	10	V	100	X	1000	C
2	II	20	X	200	L	2000	M
3	III	30	III	300	XX	3000	MM
4	-	40	IV	400	XL	4000	MCMLX
5	V	50	V	500	L	5000	MMMDCCCLXXXV
6	Z	60	VI	600	XL	6000	DC
7	Q	70	VII	700	XL	7000	DC
8	=	80	VIII	800	DC	8000	DC
9	A	90	IX	900	XC	9000	DC

numerazione - scrittura ieratica

Gli egizi scrivevano con l'inchiostro su fogli di papiri molto fragili, che nel tempo e per varie ragioni sono andati distrutti ed è per questo che disponiamo di più documenti scritti sulla pietra che su papiro. Tuttavia alcuni di essi, (almeno in parte) sono giunti sino a noi.

Il **"Papiro di Rhind"** (dal nome dell'archeologo scozzese che lo scoprì), è considerato il più antico libro di testo di matematica.

Risale al 1650 a.C. ed è la copia di un altro documento più vecchio di duecento anni. Scritto in *ieratico, la scrittura corsiva egizia*, contiene numerose tavole e ben 87 problemi (di aritmetica, algebra e geometria).



Quando gli archeologi scoprirono il Papiro di Rhind, furono entusiasti per la rarità della scoperta ma, quando aprirono il contenitore di pelle, rimasero delusi dal suo contenuto. Solo in seguito, dopo averlo tradotto, capirono l'importanza scientifica della scoperta fatta: il papiro riportava infatti una quantità di informazioni eccezionale circa le conoscenze matematiche (e non solo) degli egizi.

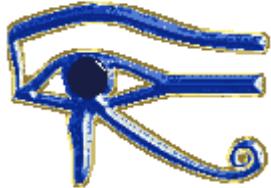
Grazie al Papiro di Rhind possiamo affermare che gli antichi egizi conoscevano l'aritmetica degli interi e di semplici frazioni, possedevano rudimenti di algebra e di geometria. La loro matematica è però ancora legata alla soluzione di problemi pratici, quotidiani, che vanno dalla misura di un campo coltivato, all'amministrazione dei beni di un ricco commerciante, alla gestione dell'esercito del faraone... E' uno strumento fatto di regole semplici e non collegate tra loro.

Ad esempio, nel Papiro di Rhind lo scriba Ahmes risolve con facilità molti problemi. Vediamo insieme il problema n° 1: come dividere una pagnotta tra 10 uomini (utilizzando le tavole delle frazioni di forma $n/10$ contenute nel papiro):

Secondo Ahmes è corretto dare a ciascuno dei 10 uomini $1/10$ di pagnotta: se un solo uomo riceve $1/10$ di pagnotta , 2 uomini ne riceveranno $2/10$ o $1/5$ e 4 uomini $2/5$ ossia $1/3 + 1/15$.

Pertanto 8 uomini riceveranno $2/3 + 2/15$ ossia $2/3 + 1/10 + 1/30$ e otto uomini più due ne riceveranno $2/3 + 1/5 + 1/10 + 1/30$ ossia l'intera pagnotta.





Questo simbolo egizio è detto "l'Occhio di Horus".
Secondo la leggenda "Seth strappò a Horus un occhio e lo fece a pezzi, ma Thot riuscì a ricomporlo".

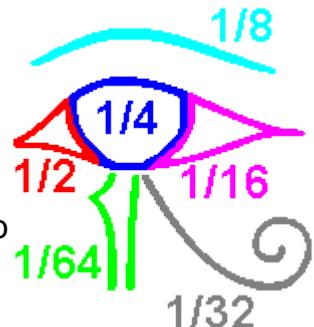
Gli egizi utilizzavano l'occhio di Horus per descrivere le frazioni. L'occhio intero rappresenta l'unità.

Se però proviamo a sommare tutte le parti, il risultato sarà $63/64$ e non $64/64$...

L' $1/64$ mancante sarebbe comparso per una magia di Thot.

....Un modo originale per dire che nelle divisioni era accettabile una certa approssimazione.

Gli Egizi, per risolvere alcuni problemi di geometria, utilizzavano **la teoria delle equivalenze**.



APPROFONDIMENTO in rete suggerito:

https://it.wikipedia.org/wiki/Matematica_egizia

<https://php.math.unifi.it/archimede/archimede/etalibera/2012-1.ppt>



VAI ALL' APPROFONDIMENTO: equivalente



Prendi carta quadrettata, matita, righello (oppure apri un software per il disegno) e prova a verificare se è vero, come sostenevano gli egizi, che:

"..il triangolo isoscele è equivalente alla metà di un rettangolo ed il trapezio isoscele è equivalente al triangolo isoscele che ha per base la somma delle basi e per altezza la stessa altezza."

I GRECI

All'incirca nel sesto secolo prima della nascita di Cristo, l'area geografica dello sviluppo della matematica si trasferì dalla Mesopotamia alla Grecia.



Anche se l'inizio della storia greca risale a quasi tremila anni a. C., non si hanno notizie certe circa la matematica greca primitiva perché nessun documento originale dei matematici greci è giunto sino a noi.

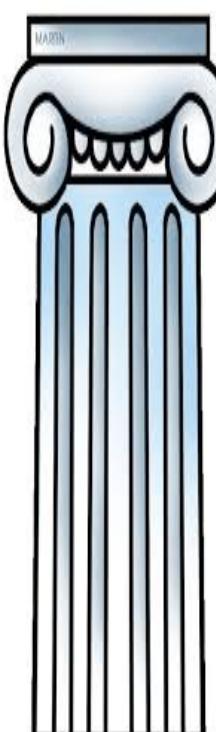
I greci antichi, come gli egizi, scrivevano su papiro, un materiale facilmente deteriorabile. Come la storia racconta, le loro grandi biblioteche vennero distrutte e così si persero molti importanti documenti e, tra questi, le testimonianze scientifiche e matematiche dell'epoca.

E' stato possibile ricostruire la storia della matematica greca grazie ad antichi codici bizantini e copie di documenti greci, scritti però molto tempo dopo.

La civiltà greca fu molto importante: pose le basi della matematica e influenzò lo sviluppo della cultura occidentale moderna.

Nell'antica Grecia esistevano due tipi di numerazione, entrambe in base dieci: la **numerazione attica (la più antica) e la **numerazione ionica**.**

La numerazione attica si basava sul principio additivo e disponeva di un numero limitato di simboli. Il numero 1 era rappresentato con un trattino verticale o con un puntino, ripetuto fino a nove volte per rappresentare i numeri da 1 a 9. A questo si aggiungevano i simboli seguenti per rappresentare i numeri: 10, 100, 1000, 10.000.



$1 = \cdot$ /
 $10 = -$ o
 $100 = \Gamma$
 $1000 = \Psi$
 $10\,000 = C$



Questo sistema aveva un difetto: richiedeva una quantità eccessiva di simboli per rappresentare i numeri più grandi.

Per scrivere, ad esempio, il numero 7699 bisognava usare ben 31 simboli:

$9(1) + 9(10) + 6(100) + 7(1000)$
 ||||| | | | |-----TTTTTTT PPPPPP

Successivamente si introdussero simboli nuovi per rappresentare i numeri:

Γ	Δ	Η	Ξ	Μ
5	50	500	5.000	50.000

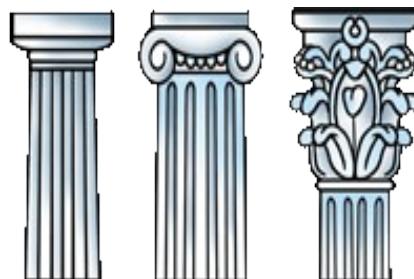
Così, ad esempio, la rappresentazione del numero 7699 divenne la seguente:

$1(5000) + 2(1000) + 1(500) + 1(100) + 1(50) + 4(10) + 1(5) + 4(1)$

I simboli utilizzati si ridussero pertanto da 31 a 15.

Venne anche adottato il sistema detto “**acrofonia**”, ovvero venne utilizzata l'iniziale del nome del numero, scritto secondo l'alfabeto greco, come simbolo del numero stesso. Ad esempio: 5, 50, 500, 5000, 50000.

numero	Parola greca per il numero	simbolo
5	πέντε	Π
10	Δέκα	Δ



La numerazione ionica, invece, utilizzava le 24 lettere dell'alfabeto greco classico con l'aggiunta di tre segni presi in prestito da altri alfabeti: *digamma*, *koppa* e *san*. In totale 27 simboli: nove per i numeri inferiori a 10, nove per i multipli di 10 inferiori a 100 e nove per i multipli di 100 inferiori a 1000.

I greci non utilizzavano un simbolo specifico per lo zero.

UNITÀ			DECINE			CENTINAIA		
A	α	alfa	I	ι	iota	10	P	ρ
B	β	beta	2	κ	kappa	20	Σ	σ
Γ	γ	gamma	3	λ	lambda	30	T	τ
Δ	δ	delta	4	μ	mi	40	Y	υ
E	ϵ	epsilon	5	ν	ni	50	Φ	ϕ
Ϛ	ζ	digamma	6	ξ	xi	60	X	χ
Z	ζ	zeta	7	O	omicron	70	Ψ	ψ
H	η	eta	8	π	pi	80	Ω	ω
Θ	θ	theta	9	ς	koppa	90	Ϻ	$\ϡ$



Per rappresentare i numeri intermedi si procedeva per addizione:

Esempio: il numero **123** si scriveva come **ρΚΥ**

Per i numeri più grandi di 999 i greci utilizzavano le nove lettere-cifre della classe dell'unità, aggiungendo una virgola in alto a sinistra:

$\dot{\Lambda}$	\dot{B}	$\dot{\Gamma}$	$\dot{\Delta}$	\dot{E}	$\dot{\zeta}$	$\dot{\zeta}'$	\dot{H}	$\dot{\Theta}$
1000	2000	3000	4000	5000	6000	7000	8000	9000

I numeri 10.000, 20.000, 30.000... erano rappresentati dal segno **M** sormontato dalla lettera greca adottata per rappresentare i numeri 1, 2, 3...

Con questo sistema era possibile scrivere anche numeri molto grandi come.

Esempio: 320.000 = **$M^{\lambda\beta}$**

Il sistema di numerazione greco era molto complicato e rendeva faticose anche le semplici operazioni, soprattutto quelle di moltiplicazione e divisione! In Grecia la matematica si sviluppò in centri che erano definiti "**scuole**" e ogni scuola aveva uno o più maestri.



VAI ALL' APPROFONDIMENTO: le scuole greche

I ROMANI



Anche se non esistono documenti ufficiali, la nascita della città di Roma è fatta risalire all'anno 753 prima della nascita di Cristo. I Romani, un popolo di origine e lingua latina, attraverso più di mille anni, costruirono un vasto impero che resse sino all'anno 476 d.C., quando l'impero di occidente cadde a seguito delle invasioni barbariche, determinando così la fine di Roma e del suo potere. La storia più antica di Roma si intrecciò, tra gli altri, con quella di un altro popolo: gli Etruschi.

Osservando i simboli numerici etruschi è facile notare la somiglianza con quelli romani, che probabilmente derivarono dai primi:

<i>Simboli etruschi</i>	I IIII V X VX L *	1 4 5 10 15 50 100
<i>Simboli romani</i>	I II III IV V VI VII VIII IX X 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 L C D M 50 100 500 1000	

Gli **antichi romani** utilizzarono le lettere dell'alfabeto per scrivere i numeri.

Adottarono il metodo additivo sommando i valori delle cifre, scrivendole da sinistra a destra. Esempio:

$$\left. \begin{array}{l} X = 10 \\ I = 1 \\ V = 5 \end{array} \right\} \quad 26 = \text{XXVI}$$

Inoltre uno dei simboli I, X, C poteva essere anteposto ad altri simboli di valore superiore. In questo caso, il valore risultante è pari alla sottrazione del secondo simbolo meno il primo (**metodo sottrattivo**). Esempio: 209 = **CCIX**

Di seguito le regole della numerazione romana:

- ✓ I simboli I, X, C, M si potevano ripetere al massimo 3 volte di seguito.

Esempio: 4 si scriveva IV e non IIII.

- ✓ I simboli V, L D, non si potevano mai ripetere.

Esempio: 150 si scriveva CL e non LLL.

- ✓ Solo I, X e C potevano essere usati in senso sottrattivo; la cifra da sottrarre non poteva quindi essere V, L, D.

Esempio: 45 si scriveva XLV e non VL.

- ✓ Solo un numero più piccolo poteva essere posto a sinistra.

Esempio: Così, 19 poteva essere scritto XIX, ma 18 non poteva essere scritto XIIIX.

- ✓ Il numero da sottrarre non doveva essere meno di un decimo del valore del numero dal quale era sottratto. Così, X poteva essere posizionato a sinistra di C o di L, ma non a sinistra di M o di D.

Esempio: 49 si scriveva XLIX e non IL - 990 si scriveva CMXC e non XM.



I Romani non utilizzavano un simbolo per lo zero. Inoltre non avevano una parola per indicare milioni o miliardi, ma dicevano "un migliaio di migliaia". Nella scrittura utilizzavano il "vinculum", una barretta che veniva scritta sopra al numero per indicare che quel numero andava moltiplicato per 1.000. Se le barrette erano due allora bisognava moltiplicare per 1.000.000.

$$\overline{\text{LXXXIII}} = 83 \times 1.000 \quad \overline{\overline{\text{LXXXIII}}} = 83 \times 1.000.000$$

Con i numeri romani era praticamente impossibile fare i calcoli! A questo scopo veniva utilizzato uno strumento detto **ABACO**.



E' utile esercitarsi nell'uso dei numeri romani.
Qualche suggerimento on line:

<http://www.latecadidattica.it/quarta2013/numeri-romani.pdf>

<http://www.youmath.it/esercizi/es-algebra-elementare/es-di-algebra-e-aritmetica-scuole-medie/1610-esercizi-svolti-sui-numeri-romani.html>

http://www.risorsedidattiche.net/doc/elementare/matematica/numeri_romani.pdf

I CINESI

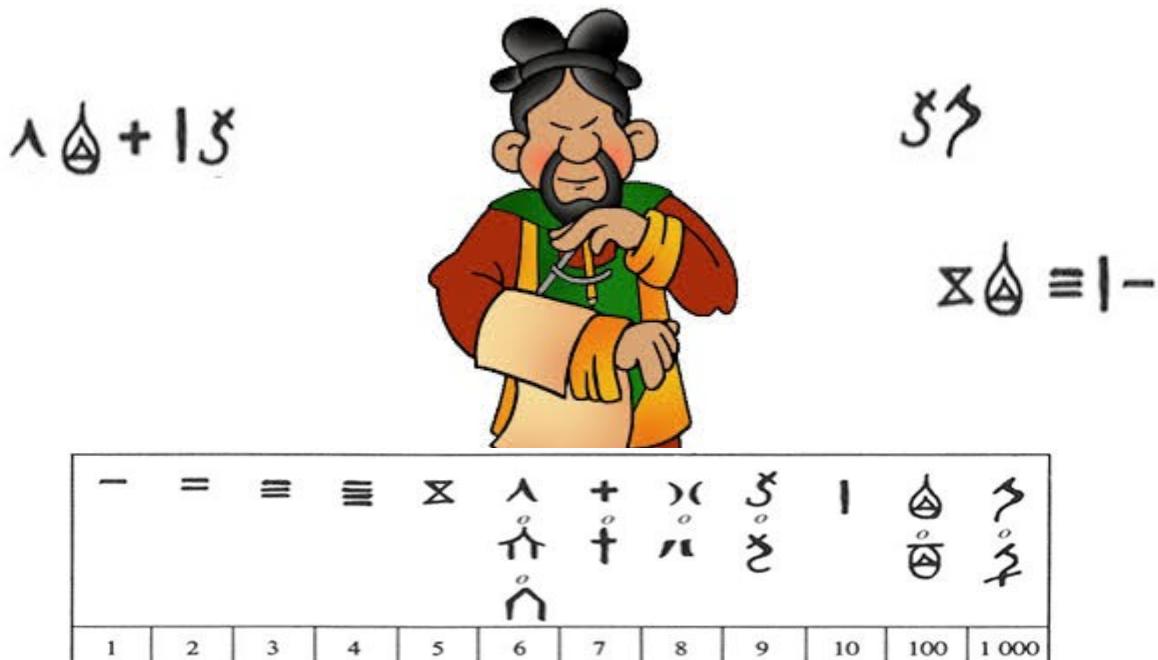


In Cina, lungo le rive dei fiumi Yangtze e Giallo, vissero antiche popolazioni la cui civiltà può essere paragonata a quella dei popoli della Mesopotamia.

La datazione dei documenti matematici cinesi è molto imprecisa. Ad esempio, il ***Chou Pei Suan Ching***, il più antico testo matematico cinese, da alcuni è fatto risalire al 1200 a.C., da altri al 300 a.C.

La numerazione cinese è molto interessante in quanto diversa da quelle utilizzate in altre regioni. Innanzitutto **vi erano due sistemi di notazione**.

Il primo, basato sul principio moltiplicativo, utilizzava un simbolo per ogni cifra da uno a dieci e ulteriori simboli per le potenze del dieci.



Nella scrittura dei numeri le cifre in posizione dispari (da sinistra a destra o dal basso in alto) venivano moltiplicate per la cifra immediatamente successiva.

A quali numeri corrispondono i simboli tracciati sopra dal matematico cinese ? Prova a calcolarlo utilizzando quanto descritto sopra.

Il secondo sistema di numerazione è quello più originale e interessante in quanto utilizzava un sistema di **notazione a bastoncini** detto "**suan zì**".

Utilizzato anticamente anche dai giapponesi, che lo chiamavano "**sangi**", è un sistema a numerazione decimale posizionale, e il valore delle cifre dipende dal posto che esse occupano nella scrittura dei numeri.

RAPPRESENTAZIONE DEL NUMERO 3764

Sull'abaco a tessere

3	7	6	4
10^3	10^2	10	1

Per mezzo di barre numerali
combinate secondo il principio di posizione

3 ; 7 ; 6 ; 4

$$3 \times 10^3 + 7 \times 10^2 + 6 \times 10 + 4$$

L'uso dei bastoncini permetteva di scrivere numeri anche molto grandi, fare calcoli complicati, eseguire operazioni con le frazioni e lavorare con i numeri negativi: in questo caso si utilizzavano bastoncini di colore nero per i numeri negativi e di colore rosso per i numeri positivi.

Per fare i calcoli i cinesi utilizzavano l'Abaco.



APPROFONDIMENTO IN RETE:

<http://php.math.unifi.it/convegnostoria/materiali/GiacardiCiviltaExtraeuropee2.pdf>



VAI ALL'APPROFONDIMENTO: numeri positivi e numeri negativi

I MAYA



I Maya si insediarono progressivamente su un'area geografica che oggi comprende il sud del Messico, il Guatemala, parte del Belize e di El Salvador. La storia dei Maya iniziò all'incirca nel 1500 a.C. Tra il III e il IX secolo dell'era cristiana la civiltà Maya raggiunse il suo massimo splendore. Verso l'anno mille, per motivi sconosciuti, la civiltà iniziò a decadere. Nel XVI secolo la civiltà era ormai in completo disfacimento e subì la conquista da parte degli spagnoli.

I Maya costruirono splendide città, templi, piramidi. Nella civiltà Maya operarono artisti raffinati e colti scienziati. Anche se molti documenti si sono persi nel tempo o furono distrutti dai conquistatori, a testimonianza della civiltà Maya oggi restano numerosi reperti archeologici, le rovine delle città e dei monumenti, alcuni codici, manufatti incisi e steli.

La religione dei Maya era violenta e imponeva sacrifici umani.

Spinti forse da motivazioni religiose e divinatorie, i dotti Maya compirono approfonditi studi in astronomia e perfezionarono un calendario molto preciso. In matematica elaborarono una **numerazione scritta posizionale in base venti** che consentiva di operare con numeri molto grandi.

Il primo esempio di numerazione Maya è collegato al conteggio del tempo ed è di tipo **cefalomorfico**: a ciascun numero era associato il disegno della testa di una divinità. Questo sistema ebbe un uso limitato.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17	18	19	

I Maya utilizzarono più spesso un sistema grafico di numerazione molto semplice che impiegava solo **due simboli**: **il punto** che rappresentava il numero **1**, e la **linea** che rappresentava il numero **5**.

0	1	2	3	4
	●	••	•••	••••
5	6	7	8	9
—————	—————	—————	—————	—————
10	11	12	13	14
—————	—————	—————	—————	—————
15	16	17	18	19
—————	—————	—————	—————	—————

Il sistema era basato sul principio **additivo e posizionale**. Le cifre venivano scritte verticalmente: sopra c'era la cifra che rappresentava il valore più alto e man mano sotto quella di valore più basso.

Essendo il sistema di numerazione importante per eseguire i calcoli astronomici (ricordiamo che il calendario Maya contava 360 giorni), vi erano irregolarità a partire dal terzo ordine di unità, e non si rispettava sempre la base venti.

Ad esempio, questa è la rappresentazione del numero 13.495:

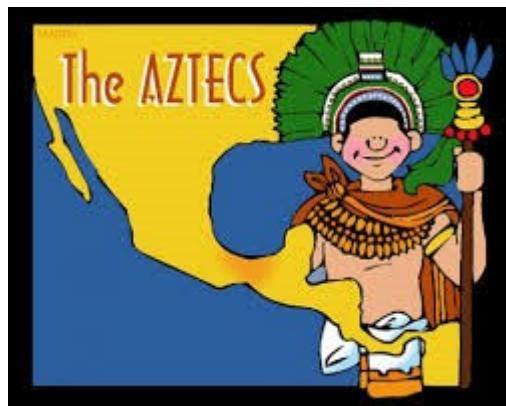
●	1	1×7200
=====	17	17×360
●●●	8	8×20
=====	15	15

I Maya utilizzavano un simbolo speciale per lo zero. Poteva avere forme diverse, ma la maggior parte delle volte era rappresentato da un disegno a forma di conchiglia.



Venne introdotto probabilmente perchè per i maya era molto importante l'ordine e la precisione. Nella registrazione delle date, ad esempio, bisognava riportare tutti i dati con estrema precisione: i giorni, i mesi, gli anni e se qualche dato mancava, bisognava riempire il vuoto. Con lo zero, che non aveva comunque mai la funzione di operatore.

GLI AZTECHI



Gli Aztechi furono, assieme agli Inca e ai Maya, una delle più importanti civiltà precolombiane e anche il popolo più guerriero.

La loro civiltà si sviluppò tra il XIV e il XVI secolo d.C., in un'area geografica che oggi corrisponde circa al sud del Messico.

La maggior parte delle notizie relative agli Aztechi sono state ricavate da antichi manoscritti detti "codices", il più importante dei quali è il "Codex Mendoza". Si tratta di strisce di pergamena fatte con fibre vegetali, ricoperte prima con sostanze gommosse e poi con calce bianca sulle quali si scriveva con una cannuccia intinta nella resina. I disegni venivano colorati con sostanze vegetali o animali. Le pergamene venivano poi piegate a fisarmonica e inserite in contenitori di cuoio che le facevano somigliare ai nostri libri.



L'osservazione del cielo e il computo del tempo avevano un'importanza fondamentale nella religione e nella vita quotidiana della civiltà Azteca.

I sacerdoti avevano conoscenze precise sulla durata dell'anno e studiavano i movimenti degli astri, le fasi lunari, le costellazioni, le eclissi.

Gli Aztechi usavano due calendari: uno durava 365 giorni su di esso si basavano le ceremonie religiose collegate alle stagioni e alle attività umane, e l'altro, di grande importanza rituale e divinatoria, della durata di 260 giorni.

La numerazione azteca, **su base venti**, si basava solo sul **principio additivo**.

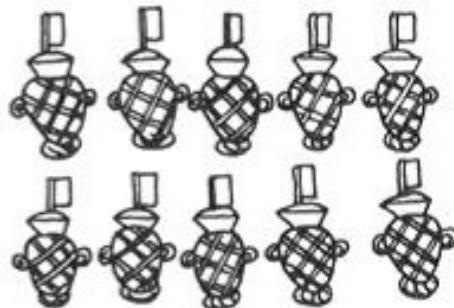
1	20	400	8000

L'unità si rappresentava con un punto, la ventina con un'ascia, il 400 (20x20) con una piuma, l' 8000 (20x20x20) con una borsa.

L'utilizzo del principio additivo risulta molto chiaro dall'immagine a lato, che rappresenta 200 vasetti di miele: dieci vasetti sormontati da un'ascia, simbolo utilizzato per il numero 20.

Gli aztechi erano bravi matematici e conoscevano elementi di aritmetica e di geometria.

Per risolvere alcuni problemi, come il calcolo dell'area, usavano semplici *algoritmi*.



[**VAI ALL' APPROFONDIMENTO: algoritmo**](#)

Alcuni ricercatori dell'Università di Città del Messico, attraverso la lettura di antichi manoscritti, hanno scoperto che gli aztechi usavano le frazioni per misurare i terreni e valutare il loro valore.

Al posto dei numeri, però, gli aztechi usavano simboli che rappresentavano parti del corpo umano, mani e braccia, oppure armi, come le frecce.

Per esempio, il simbolo della freccia rappresentava la distanza che c'è fra la spalla e la mano (quella di un braccio steso per tendere l'arco), la mano rappresentava invece quella tra il polso e le punte delle dita.

Per rappresentare graficamente le frazioni, coloravano una parte del simbolo: un mezzo, un quarto e così via.



GLI INCA



Gli Inca, tra il XIII e il XVI secolo d.C., costruirono un grande impero che si estendeva lungo la Cordigliera delle Ande, dall'Ecuador all'Argentina.

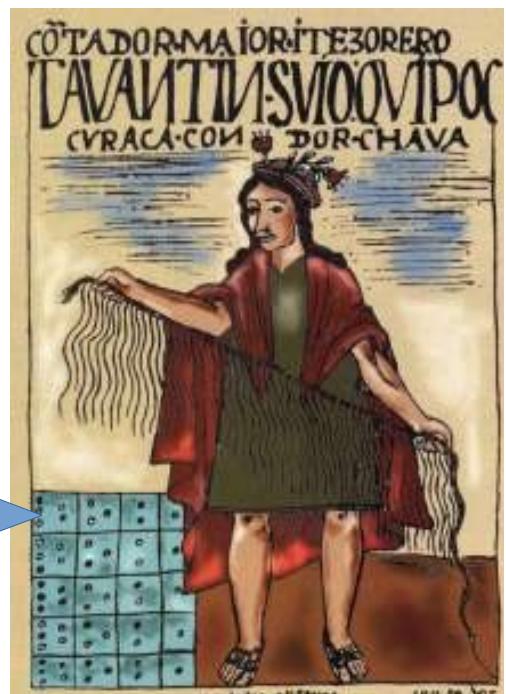
Gli spagnoli che nel XVI secolo, approfittando delle discordie interne, conquistarono la civiltà Inca, la descrissero come una delle civiltà più evolute dell'America precolombiana. Tuttavia questo popolo non possedeva un metodo di scrittura, almeno non come lo intendiamo noi.

Per registrare i dati e le informazioni che ritenevano necessari, gli Inca escogitarono metodi diversi:

- **i quipus**, un sistema di cordicelle annodate, organizzati in base 10, venivano utilizzati per memorizzare i dati



- lo **yupana**, una sorta di pallottoliere organizzato in base 40, serviva per fare calcoli ed eseguire operazioni.



GLI INDIANI



I primi documenti indiani di argomento matematico risalgono al V secolo d.C., anche se sappiamo che la civiltà indiana era già sviluppata all'epoca della costruzione delle piramidi egizie (3.000 – 2.000 a.C.).

A testimoniare l'uso del sistema di **notazione decimale posizionale** in India è un antico documento, l'Aryabhatiya, scritto da Aryabhata, matematico e astronomo indiano vissuto nel V secolo dopo la nascita di Cristo. In esso sono trattati diversi argomenti, dall'aritmetica alla geometria, ai metodi utilizzati per misurare il tempo e per calcolare le eclissi.

Ai tempi di Aryabhata non si usava un simbolo per lo zero.

Solo dal IX secolo d.C. verrà utilizzata una notazione decimale posizionale comprendente il simbolo per lo zero.

I caratteri utilizzati per rappresentare il sistema decimale indiano presero forme un po' diverse a seconda dei periodi e delle zone geografiche. Essi furono utilizzati dagli arabi e successivamente in Europa, fino alla forma definitiva usata dalla stampa nel XV secolo:

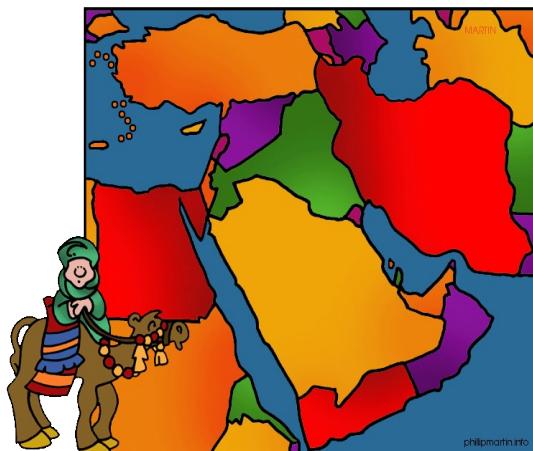
1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
፩	፪	፫	፬	፭	፮	፯	፻	፼	፽

In realtà, è agli indiani, e non agli arabi, che va attribuito il merito di aver introdotto i **principi di base del nostro moderno sistema di numerazione**:

notazione posizionale-base decimale-simbolo per lo zero

Un po' per volta, la notazione indiana si diffuse tra gli arabi, e da qui in Occidente, passando dalla Spagna ai paesi cristiani dell'Europa medioevale.

GLI ARABI



Gli **arabi** sono una popolazione originaria della Penisola Arabica che, a partire dal VII secolo dopo Cristo, ha acquisito grande importanza sulla scena storica mondiale.

Inizialmente gli arabi adottarono una notazione numerica che utilizzava le lettere del loro alfabeto attribuendo a ciascuna un valore preciso.

Questo sistema, di tipo additivo, si trasformò graficamente nel tempo, ed ebbe caratteristiche diverse anche in base alle differenti aree geografiche.

“Le lettere numerali” venivano scritte da destra a sinistra in ordine decrescente e subivano leggere modifiche nella forma legandosi le une alle altre.

1 629	٦٢٩	٩ ٢٠ ٦٠٠ ١٠٠٠	٣١٥
-------	-----	---------------	-----

Lettere in posizione isolata	Nom i delle lettere	Valori fonetici delle lettere	LETTERE			VALORI NUMERICI	
			Lettere in posizione iniziale	Lettere in posizione media	Lettere in posizione finale	In orient	Nel Magreb
ا	Alif	أ	ا	ء	ا	1	1
ب	Ba	ب	ب	ٻ	ٻ	2	2
ت	Ta	ت	ت	ٿ	ٿ	400	400
ث	Tha	ٿ	ٿ	ٿ	ٿ	500	500
ج	Jim	ج	ج	ڱ	ڱ	3	3
ح	Ha	ه	ه	ڻ	ڻ	8	8
خ	Kha	خ	خ	ڙ	ڙ	600	600
د	Dal	د	د	ڌ	ڌ	4	4
ذ	Dhal	ڌ	ڌ	ڌ	ڌ	700	700
ر	Ra	ر	ر	ڒ	ڒ	200	200
ز	Zay	ز	ز	ڙ	ڙ	7	7
س	Sin	س	س	ڻ	ڻ	60	300
ش	Sin	ش	ش	ڙ	ڙ	300	1000
ص	Sad	ص	ص	ڻ	ڻ	90	60

E' possibile pensare che gli arabi vennero a conoscenza della numerazione decimale indiana intorno al secolo IX dopo cristo. Come abbiamo visto nelle pagine precedenti, i numeri decimali nacquero in India, ma, essendo la loro conoscenza giunta a noi tramite il lavoro di matematici ed astronomi arabi, vennero chiamati “numeri arabi”. E' interessante notare che, nonostante la scrittura araba fosse orientata da destra a sinistra, per la scrittura dei numeri decimali gli arabi conservarono la tradizione indiana, scrivendoli da sinistra a

destra, partendo dall'ordine decimale più elevato.

Inizialmente il sistema numerico arabo era utilizzato solo dai matematici, mentre gli scienziati usavano il sistema di numerazione babilonese ed i mercanti impiegavano un sistema ancora diverso, l' Abjad.

Fu solo con il matematico italiano Leonardo Fibonacci che il sistema numerico arabo fu utilizzato anche da gran parte della popolazione araba.

Fibonacci nacque a Pisa nel 1170. Ancora ragazzino, andò a vivere con il padre in Algeria, ed entrò in contatto con il mondo dei matematici e dei mercanti arabi. I suoi studi furono importantissimi per la matematica moderna e per la diffusione in occidente delle conoscenze matematiche indiane e arabe.

Famosissima è la "sequenza di Fibonacci".

Approfondimenti suggeriti in rete:



<http://webmath2.unito.it/paginepersonalis/romagnoli/pellegrino.pdf>
<http://www.magiadeinumeri.it/Fibonacci.htm>



Nel 1202 pubblicò il "Liber abbaci". In esso descrisse, per scritto e per la prima volta in Europa, l'uso del sistema di numerazione indiano-arabo, le nove cifre e il simbolo per lo zero. Il nome "zero" derivò dal latino **zephyrus, sifr** in arabo, che significa vuoto. In veneziano divenne **zevero** e infine, in italiano **zero**. Da sifr derivò anche il termine **cifra**, per indicare uno qualsiasi dei dieci simboli della notazione araba.

L'evoluzione	della scrittura	dei numeri arabi	nei secoli	X SECOLO
			I 7 3 8 4 6 8 9	XI SECOLO
			I Z 3 8 4 6 8 9	XII SECOLO
			I 2 3 4 5 6 7 8 9	XIII SECOLO
			I 2 3 4 5 6 7 8 9	XIV SECOLO
			I 2 3 4 5 6 7 8 9	XV SECOLO
			I 2 3 4 5 6 7 8 9	XVI SECOLO

Nel X secolo, quando i numeri arabi furono introdotti, in Europa venivano utilizzati i sistemi di numerazione romano e greco, mentre per fare i conti si impiegava il pallottoliere. Il passaggio da un sistema all'altro fu lento e molti furono gli ostacoli che si dovettero superare ma, oggi, i numeri arabi rappresentano la notazione numerica più diffusa nel mondo.

APPROFONDIMENTI



APPROFONDIMENTO: PRIMI STRUMENTI DI CALCOLO

*Sin dalle epoche più remote l'Uomo ha fatto uso di strumenti per il calcolo.
Tra i più antichi vi sono:*



- ✓ **LE MANI**
- ✓ **L' ABACO**
- ✓ **IL QUIPU**

Le mani sono il più antico strumento di calcolo, la più antica macchina calcolatrice.

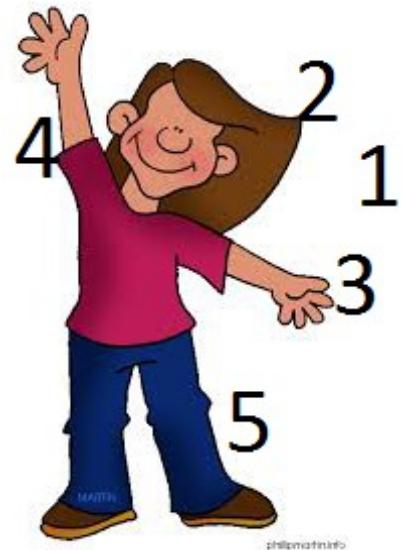
In inglese il termine **digit**, dal latino *Digitus*, che significa "cifra" ricorda l'origine dei numeri e dei calcoli sulla punta delle dita.

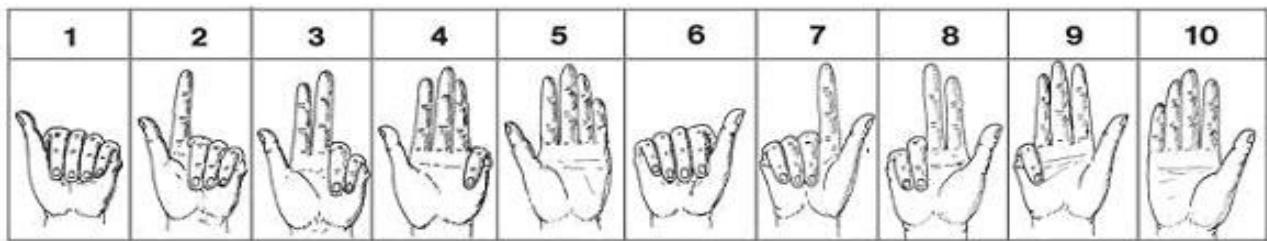
Il termine **digitale** viene oggi usato per indicare i dati espressi ed elaborati in forma numerica dal calcolatore. Ad esempio, in un elaboratore digitale tutti i dati e le istruzioni sono espressi da impulsi elettrici, che rappresentano sequenze di zero e uno.

Il sistema di numerazione più diffuso nel mondo utilizza la base dieci proprio perché abbiamo dieci dita e quindi il sistema decimale risulta essere quello più naturale.

Se osserviamo attentamente le nostre mani, possiamo notare che sembrano create per contare:

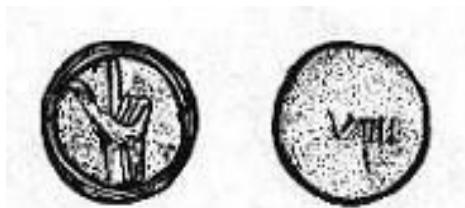
- sono costituite da dita che si piegano in vari modi e che sono disposte in maniera asimmetrica e con forme diverse che aiutano la percezione visiva.
- il pollice poi è una piccola meraviglia: si può sovrapporre alle altre dita della mano stessa e anche staccare dalle altre dita per favorire non solo la percezione visiva ma anche movimenti utili al conteggio usando il pollice stesso come puntatore.





Esistono molti antichi documenti che raccontano quanto fosse diffuso un tempo contare con le mani: in Egitto, in Grecia, in Persia, in Messico, in Cina, in India, etc.

Anche gli antichi romani utilizzavano le mani per contare. A testimoniarlo sono alcune antiche tessere numeriche in osso e avorio che recano inciso su una faccia il disegno di una mano e, sul retro, il valore corrispondente in numeri romani.



Nel tempo sono stati sviluppati diversi sistemi di conteggio manuale; tra questi, quello che usa le falangi delle mani, è ancora utilizzato in alcuni paesi asiatici.

	1	4	7	10
	2	5	8	11
	3	6	9	12

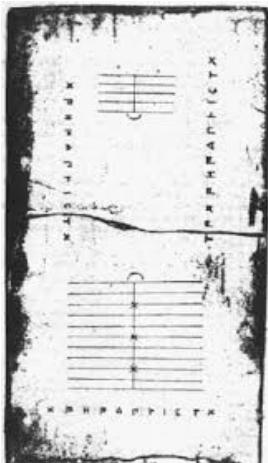
Invece di contare per decine, alcuni popoli come i celti, i maya e gli aztechi, contavano per ventine, utilizzando, oltre alle dita delle mani anche quelle dei piedi. Questo sistema è ancora in uso presso gli eschimesi in Groenlandia per i quali il numero venti, somma delle dita delle mani e dei piedi, corrisponde a "un uomo intero".

L'utilizzo della tecnica manuale per contare si perse progressivamente con la diffusione delle cifre «arabe» e del calcolo a penna.

L'abaco è il più semplice e antico strumento di calcolo inventato dall'uomo. E' uno strumento molto longevo: ha più di tremila anni! Si usa ancora oggi nella variante semplice chiamata "pallottoliere".

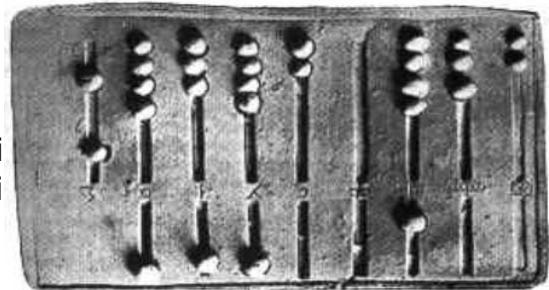
La parola **abaco** deriva dal latino *abacus* che a sua volta deriva da termini greci e semitici che significavano rispettivamente "tavolo" e "polvere". Questo perchè gli abachi più antichi erano tavoli ricoperti da un sottile strato di sabbia sui quali si segnavano i calcoli utilizzando uno stilo.

Nel tempo, e nelle diverse parti del mondo, vennero fabbricati diversi tipi di abachi.



Nell'immagine a sinistra è riprodotto uno degli abachi più antichi sino ad ora ritrovati. Era formato da un rettangolo di marmo (di circa 149 x 75 centimetri), su cui venivano posizionati i vari gettoni. E' stato ritrovato nell'isola di Salamina in Grecia.

E' simile a quelli usati successivamente anche dai romani (immagine a destra).



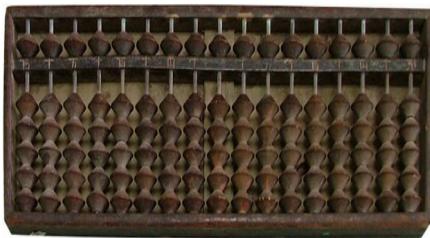
Nell'antica Cina si usavano inizialmente abachi di bacchette di bambù; successivamente prevalsero le tavole o tavolette sulle quali erano segnate linee e colonne di divisione che separavano le unità, le decine, le centinaia, ecc.. Su queste linee venivano poi collocati i gettoni che rappresentavano i numeri. Muovendo i gettoni in modo opportuno, si poteva eseguire calcoli anche complessi.

Il modello di abaco più diffuso nel mondo è quello cinese, chiamato **Suan Pan**. Il carattere cinese Suan significa "calcolare" e rappresenta un antico abaco di bacchette di bambù tenuto da due mani.

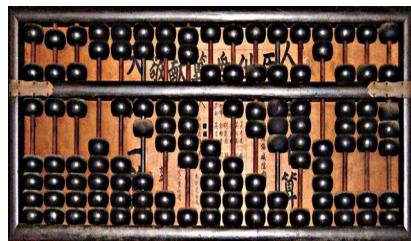


In giappone l'abaco è chiamato **Soroban**. E' leggermente diverso dal modello cinese, ma il principio di funzionamento è molto simile.

In russia si usa ancora un altro modello di abaco, detto **scëty**. Confrontando le immagini nella pagina seguente, è facile notare le differenze.



abaco giapponese



abaco cinese



abaco russo

Per i calcoli più complicati venivano usati grandi **tavoli da calcolo**, sui quali i numeri erano segnati da gettoni, spostando i quali si eseguivano i calcoli.

L'uso dei tavoli da calcolo continuò in pratica fino al Cinquecento, come dimostra questa antica incisione.



Gettoni da calcolo.
Secolo XIII-XIV



L'abaco rimase per migliaia di anni l'unico tipo di macchina da calcolo disponibile. Per arrivare a un nuovo tipo di calcolatrice, c'era un problema molto complesso da superare: il "riporto" da un'unità all'altra, dalle unità alle decine, problema che nell'abaco veniva risolto manualmente.

Il problema fondamentale nell'uso dell'abaco era il non permettere di memorizzare le operazioni eseguite: se veniva commesso un errore, era necessario ripetere da capo tutte le operazioni. La difficoltà maggiore stava invece nell'abilità che si doveva acquisire nel movimento delle dita, cosa che si poteva ottenere facendo molto esercizio.

Vuoi imparare ad usare un abaco?

- ✓ istruzioni: <http://www.giocomania.org/pagine/21667/pagina.asp>
- ✓ giochi interattivi: www.latecadidattica.it/abaco/indice.htm
http://www.studiopk.it/Gioco_con_abaco.htm#Abaco
<http://www.baby-flash.com/abaco1/abaco1.swf>

IL QUIPU

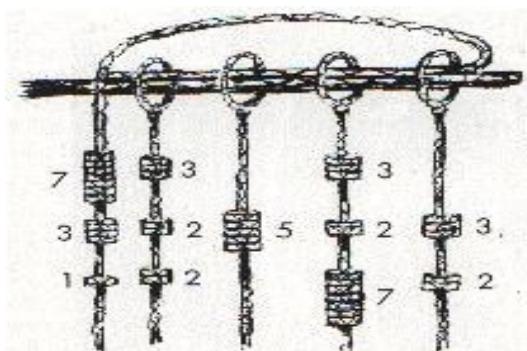
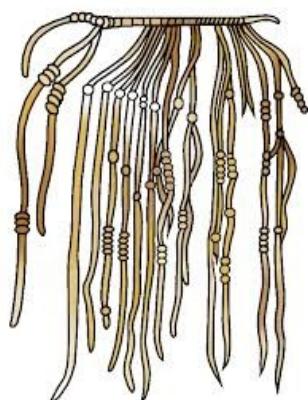
è un sistema di numerazione "a corda". Quando dobbiamo ricordarci qualcosa siamo soliti fare un nodo al fazzoletto. E' un semplice sistema di memorizzazione di dati, così come lo è un rosario che ci ricorda il numero delle preghiere da recitare.

In Africa, presso alcune tribù, quando il marito parte, lascia alla moglie una cordicella con tanti nodi quanti sono i giorni della sua assenza. La moglie, sciogliendo un nodo al giorno saprà quando il marito tornerà.

Erodoto racconta che il re Dario di Persia utilizzò lo stesso sistema: lasciò alle sue truppe di guardia a un ponte una corda con sessanta nodi da sciogliere uno al giorno. Se una volta sciolti tutti i nodi non avesse fatto ritorno, i soldati dovevano abbandonare la posizione e ritirarsi.

Anche i mugnai tedeschi avevano l'abitudine di fare tanti nodi ai sacchi quanti erano i chili di farina in essi contenuti.

Ma il sistema di numerazione a corda più importante, originale e complesso fu quello ideato dagli Inca. Più che pallottolieri o abachi, i quipu erano registri, sui quali i funzionari segnavano i dati dei loro inventari. Il colore di ogni cordicella indicava la natura dell'oggetto registrato e una serie di nodi ne indicava la quantità, secondo un sistema di numerazione decimale, posizionale, per cui lo stesso nodo poteva assumere un valore diverso, a seconda della posizione in cui si trovava. E lo zero era segnato con una posizione vuota.



Da una corda principale, lunga circa 50 cm, pendevano diverse cordicelle colorate sulle quali si facevano i nodi.

All'estremità inferiore della corda si ponevano le unità, sopra le quali si trovavano le decine e via via, più in alto, le unità superiori, sempre più vicine alla corda principale.

Su quest'ultima si trovavano i nodi che rappresentavano la somma dei numeri segnati sulle varie cordicelle appese.

Il disegno sopra appresenta la somma : $32+327+50+322=731$ riportata su un quipu.

APPROFONDIMENTO: SISTEMI DI NUMERAZIONE

I sistemi di numerazione anticamente utilizzati erano di tipo **additivo** e, successivamente, di tipo **posizionale o misto**.

Capiamo insieme cosa significano questi termini:



- **Additivo** significa "aggiungere", pertanto se io scelgo il simbolo anfora devo aggiungere un simbolo anfora per ogni altra anfora che conto. Semplice!



1



2



3

- Un sistema di numerazione si dice invece **posizionale** quando i simboli usati assumono valori diversi a seconda della posizione che occupano.

Esempio:

nel sistema di numerazione arabo, quello più comunemente usato oggi al mondo, la prima cifra da destra a sinistra esprime il numero delle unità, la seconda quello delle decine, la terza quello delle centinaia, la quarta quello delle migliaia, e così via. Per esempio il numero 555 si legge: 5 centinaia, 5 decine, 5 unità (cinquecentocinquantacinque). La stessa cifra 5 quando si trova nella prima posizione (sempre contando da destra) ha valore cinque, nella seconda posizione ha valore cinquanta, nella terza posizione ha valore cinquecento.

CENTINAIA DECINE UNITÀ'

5 5 5

- Il sistema di numerazione **misto** utilizza sia il posizionale sia l'additivo come fecero, ad esempio, i Sumeri, che utilizzarono il sistema additivo per contare sino a 59 e il sistema posizionale per i numeri a seguire.

APPROFONDIMENTO: LE BASI NUMERICHE

Un sistema posizionale puro come il nostro è basato su basi diverse.

La base 2 :

vi sono solo due simboli, che potremmo chiamare 0 e 1.

Se il simbolo è nella prima posizione a destra, il suo valore è 0 oppure 1.

Se il simbolo è nella seconda posizione da destra, il suo valore è 0x2 oppure 1x2.

Se il simbolo è nella terza posizione il suo valore è 0x3 oppure 1x3

Se il simbolo è nella quarta posizione il suo valore è

Questo è il codice adottato dai calcolatori elettronici.



La base 10:

Vi sono dieci simboli che conosciamo come

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

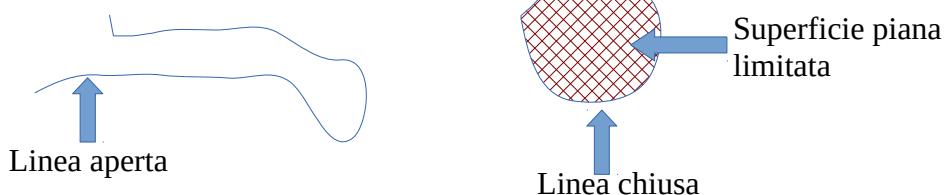
Se il simbolo 3 è nella posizione più a destra, il suo valore è 3x1.

Se lo stesso simbolo è nella seconda posizione a partire da destra il suo valore è 3x10 e così via.

Ad esempio, come ben sappiamo, 358 vale $8 \times 1 + 5 \times 10 + 3 \times 100$

APPROFONDIMENTO: EQUIVALENTE

Definizione: Si definisce **superficie piana limitata** una parte di piano delimitata da una linea chiusa.

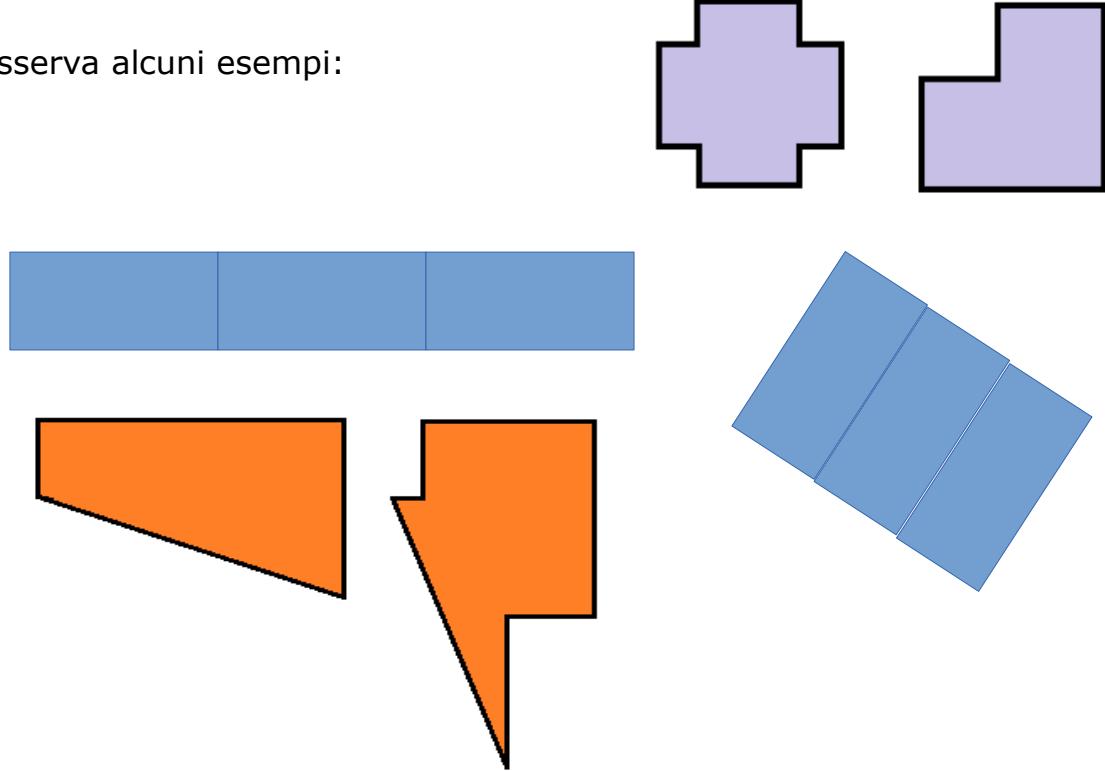


Definizione: Due superfici si dicono **equivalenti** quando le aree delle due superfici sono uguali tra loro (equiestese).

Per indicare che una figura A è equivalente ad una figura B si scrive $\mathbf{A} = \mathbf{B}$.

Per capire praticamente il concetto di equiestensione possiamo dire che due superfici hanno la stessa estensione se per verniciarle è necessaria la stessa quantità di vernice.

Osserva alcuni esempi:



APPROFONDIMENTO: LE SCUOLE GRECHE

In Grecia la matematica si sviluppò in centri che erano definiti "scuole".

Ogni scuola aveva uno o più maestri attorno ai quali si raccoglievano i discepoli. Tra queste ricordiamo: la **scuola ionica**, perché fu la prima, e la **scuola pitagorica** per il suo importante contributo allo sviluppo della matematica.

Il maggiore rappresentante della scuola ionica fu **Talete di Mileto** (VI secolo a.C.), il quale fu un importante filosofo, matematico, astronomo.

Talete, a dimostrazione delle sue conoscenze scientifiche, predisse che il 28 maggio del 585 a.C. si sarebbe verificata una eclissi solare. Accadde veramente e questo episodio è passato alla storia perché gli eserciti di Persia e di Lidia in guerra da anni, terrorizzati dall'eclissi, si rifiutarono di combattere e raggiunsero una tregua. La data è per noi importante perché è il primo evento storico di cui conosciamo *esattamente* la data.

Il nome di Talete è legato ad alcuni teoremi geometrici, così come a numerosi aneddoti, come quello del calcolo dell'altezza della piramide di Cheope.

Pitagora nacque a Samo nel sesto secolo a.C. Da Samo si trasferì prima a Crotone e poi a Taranto dove fondò una importante scuola i cui alunni erano chiamati "*mathematikoi*". Vi si studiava matematica ma anche religione, musica e altre discipline.

Pitagora era un grande oratore e filosofo, oltre che matematico: secondo lui la matematica e i numeri erano il principio fondamentale di tutte le cose e l'unico modello utile per spiegare l'universo.

Famosissimi sono: la **tabella pitagorica** → ed il **teorema di Pitagora** che ancora oggi studiamo:

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24
3	6	9	12	15	18	21	24	27	30	33	36
4	8	12	16	20	24	28	32	36	40	44	48
5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
6	12	18	24	30	36	42	48	54	60	66	72
7	14	21	28	35	42	49	56	63	70	77	84
8	16	24	32	40	48	56	64	72	80	88	96
9	18	27	36	45	54	63	72	81	90	99	108
10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
11	22	33	44	55	66	77	88	99	110	121	132
12	24	36	48	60	72	84	96	108	120	132	144

'Nei triangoli rettangoli, l'area del quadrato costruito

sull'ipotenusa è uguale alla somma delle aree dei quadrati costruiti sui cateti'.

Le scuole greche furono molte, così come gli importanti studiosi che le animarono: Euclide, Archimede e molti altri ancora.

Approfondisci in rete:

<http://matematicamedie.blogspot.it/2010/01/talete-e-lombra-della-piramide.html>

<http://win.icnegrar.org/media/lavori/talete/piramide/piramide.htm>

<http://www.youmath.it/formulari/formulari-di-geometria-piana/647-teorema-di-talete.html>

http://www.youtube.com/watch?v=sMVGvCb_9eQ

<http://www.youtube.com/watch?v=CuhBpHhsAYo>

<http://www.youtube.com/watch?v=8ZJ0zMem3DA>

<http://www.youtube.com/watch?v=UpooBqX5Uo8>

<http://progettomatematica.dm.unibo.it/ARCHIMEDE/introduzione.html>

APPROFONDIMENTO: NUMERI POSITIVI E NUMERI NEGATIVI

I numeri ai quali si antepone il segno + o il segno – si chiamano “numeri con segno oppure **numeri relativi**”.

- I **numeri relativi** preceduti dal segno + sono detti **numeri positivi**, quelli preceduti dal segno – si chiamano **numeri negativi**.

Quando il segno non è indicato, il numero è positivo.

Quindi il segno + è equivalente a nessun segno.

L'insieme dei numeri relativi viene indicato con il simbolo **z**.

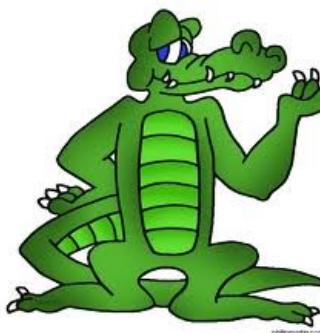
Un numero relativo è formato da due componenti:

- la prima componente è il segno + o –
- la seconda componente è un numero n chiamato modulo o valore assoluto

I numeri relativi possono essere rappresentati geometricamente con i punti di una retta orientata:



NEGATIVO



POSITIVO

APPROFONDIMENTO: ALGORITMO

Ti sei mai soffermato a pensare a quanti problemi risolfi in una giornata, a quante decisioni prendi?

Cosa mangio a colazione? come mi vesto? quali amici invito alla festa? cosa guardo in tv? Forse non lo sai ma inconsapevolmente, ogni giorno, costruisci tantissimi algoritmi (procedimenti per risolvere problemi).

Definizione: « **Algoritmo:** sequenza logica di istruzioni elementari che, eseguite in un ordine stabilito, permettono la soluzione di un problema in un numero finito di passi ».

Quando ti si presenta un problema e vuoi creare un algoritmo, devi innanzitutto riflettere, individuare gli elementi noti, ovvero i **DATI**, dai quali devi partire per arrivare a trovare gli altri elementi del problema, le **INCognite**.

Solo dopo aver chiarito bene quali sono i dati e le incognite puoi passare alla fase risolutiva del problema.

Un esempio?

Risolfi il seguente problema:

Oggi devi andare a scuola, hai lezione di italiano, francese e ginnastica.

Cosa metti nello zaino?



1. **Identifichi il problema:** devo andare a scuola e devo mettere in cartella tutto il necessario

2. **isol i dati:** devo fare italiano, francese, ginnastica

3. **le incognite:** cosa metto nello zaino?

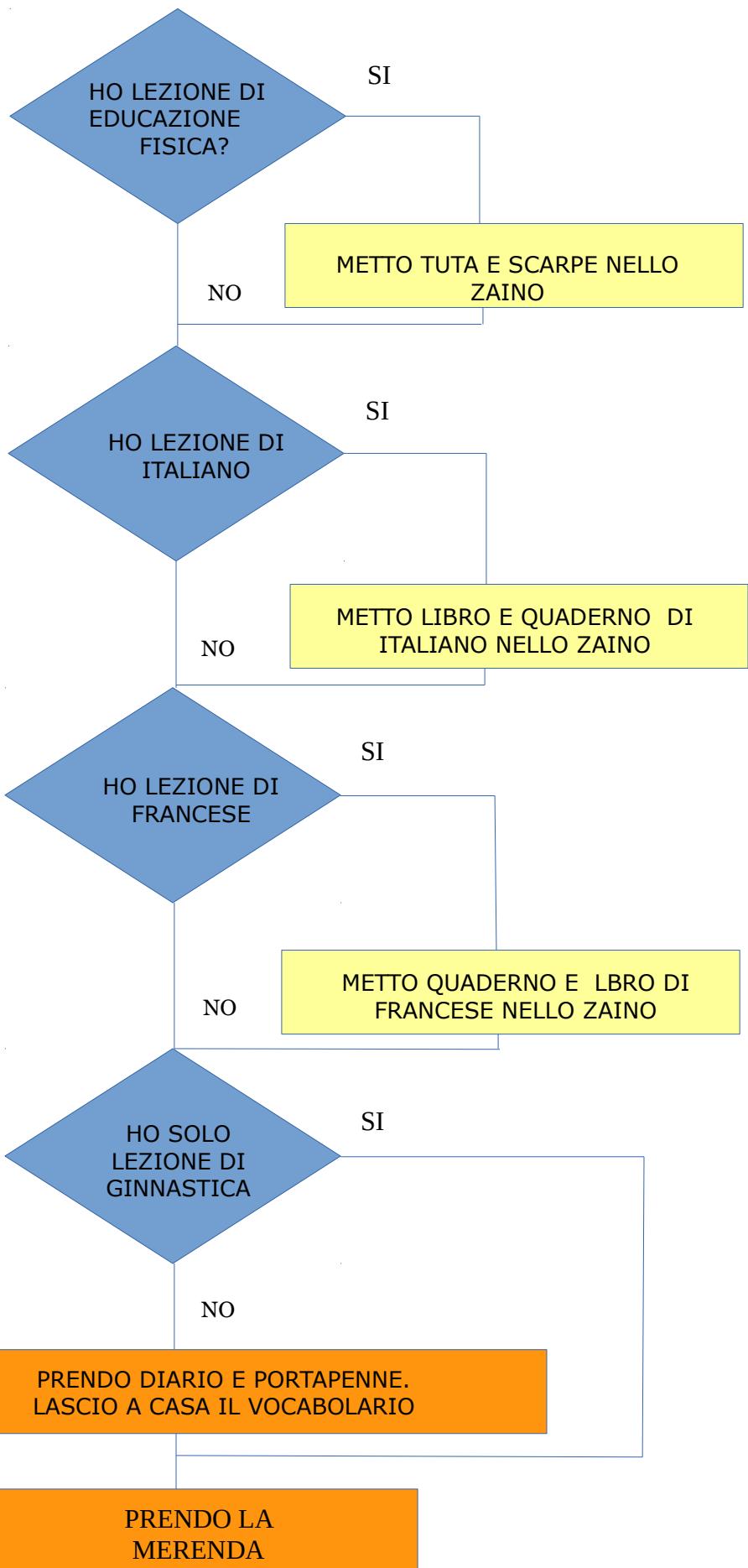
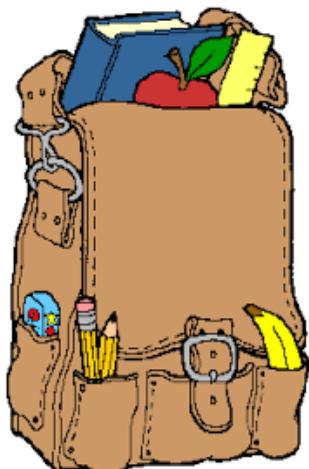
4. **cerchi la soluzione migliore:**

metto nello zaino tuta e scarpe da ginnastica, libro e quaderno di italiano e francese, diario, portapenne e merenda.

Lascio a casa il vocabolario perché è troppo pesante e posso usare quello della biblioteca.

I diagrammi di flusso (in inglese "flowchart") servono a rappresentare graficamente, in modo chiaro e preciso la successione delle operazioni necessarie per risolvere un problema, ovvero gli algoritmi.

Nella pagina seguente puoi osservare il diagramma di flusso dell'algoritmo in esempio.



LIBRETTO



TUTTO MECCANICO



Contare, calcolare, elaborare dati

Come abbiamo visto nel libretto precedente, le origini del calcolo automatico, ovvero delle "macchine aritmetiche", sono antichissime.

Tremila anni prima di Cristo, circa, i Sumeri utilizzavano tavolette di argilla per aiutarsi nelle operazioni di calcolo.

Successivamente i Romani fecero largo uso di tavole di calcolo in pietra e in metallo, anticipando il noto abaco cinese che, arrivato a noi tramite gli Arabi, rimase in uso fino al XVIII secolo.

Il nostro racconto prosegue in questo secondo libretto, intitolato "Tutto meccanico".

Prenderemo in considerazione un periodo storico compreso tra il 1500 e i primi anni del 1900.

Incontreremo personaggi famosi (scienziati, inventori, tecnici e persino una affascinante contessa) che, con le loro intuizioni, scoperte e invenzioni hanno tracciato la strada verso la creazione di una nuova scienza, l'informatica, e l'ideazione dei calcolatori così come, oggi, noi li conosciamo.

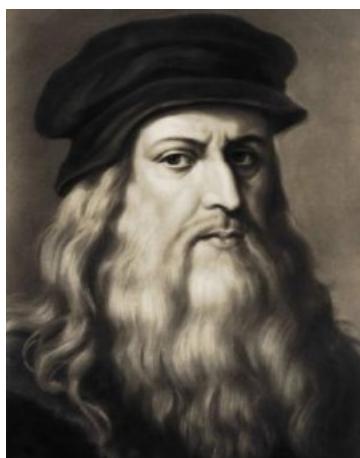
MACCHINE CHE CALCOLANO E UOMINI CHE RICERCANO



DAL 1500 AL 1600

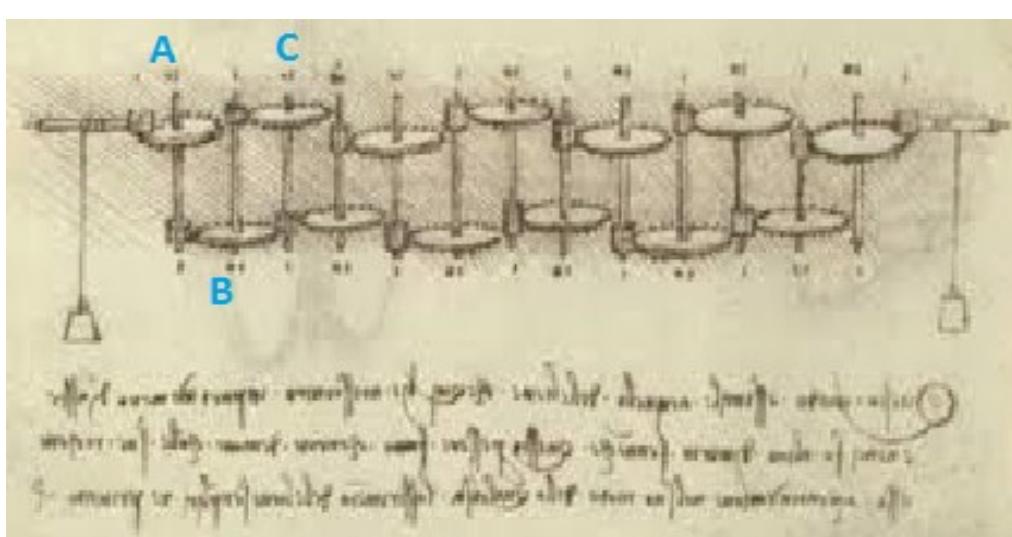
Come abbiamo visto nel libretto precedente, le origini del calcolo automatico, ovvero delle "macchine" aritmetiche sono antichissime.

Tremila anni prima di Cristo i Sumeri usavano tavolette di argilla per aiutarsi nelle operazioni di calcolo. I Romani e i Greci fecero largo uso di tavole di calcolo in pietra e in metallo, anticipando il noto abaco cinese che, arrivato a noi tramite gli Arabi, rimase in uso sino al XVIII secolo.



Nel 1966, in un archivio della Biblioteca Reale di Madrid furono ritrovati alcuni manoscritti di **Leonardo da Vinci** (risalenti al **1500** circa), che si pensavano perduti. Uno dei manoscritti rappresenta il principio di funzionamento di quella che può essere considerata la prima calcolatrice meccanica della storia.

Appare evidente dalla figura seguente, che **dieci** piccole rotazioni della ruota dentata **A** produce una rotazione elementare, pari a un decimo di giro, della ruota dentata **B**. A sua volta dieci rotazioni della ruota dentata **B** producono una rotazione elementare della ruota **C**. Pertanto occorrono 100 rotazioni della ruota **A** per produrre una rotazione elementare della ruota **C**. E così via. Quello rappresentato da Leonardo nel suo disegno è chiamato *il principio dell'orologio*, in quanto, per molti secoli, il funzionamento degli orologi si è basato su componenti a ruote dentate come quelle rappresentate in figura.



In sostanza, il meccanismo ideato da Leonardo attua quella che potremmo chiamare la “*trasmissione del riporto*”.



Supponiamo, ad esempio, che per eseguire il calcolo 7+5 la ruota A venga sottoposta prima a 7 rotazioni elementari e poi ancora ad altre 5 rotazioni elementari. A questo punto la ruota A si trova nella posizione che avrebbe occupato se fosse stata sottoposta a due rotazioni elementari mentre la ruota B si trova nella posizione che avrebbe occupato se fosse stata sottoposta a una rotazione elementare. Così la ruota A rappresenterà la cifra 2, la ruota B rappresenterà la cifra 1, in modo da rappresentare in totale il numero 12.

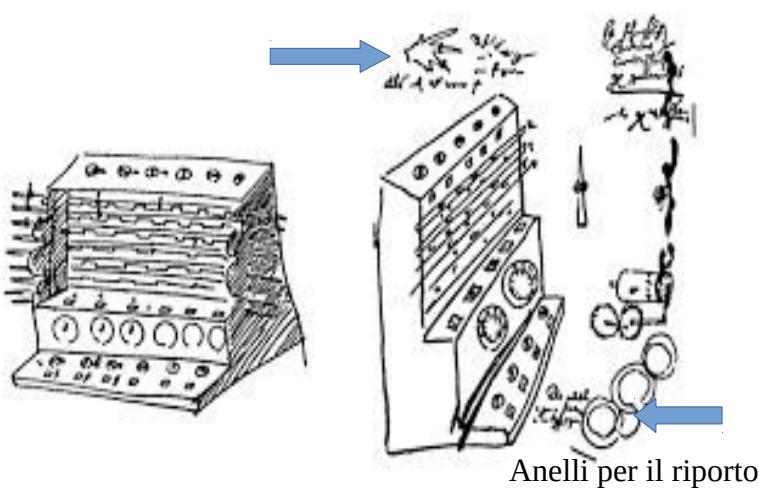
Quella tecnica avrebbe consentito di superare in maniera meccanica uno dei limiti dell'abaco che era il riporto da una unità all'altra che, nell'abaco, veniva fatto manualmente.

Quella macchina, come molte altre, non fu mai costruita da Leonardo e, probabilmente, non sarebbe stata in grado di funzionare a causa delle limitate conoscenze tecniche di quel tempo tempo.



Dopo Leonardo da Vinci, **Wilhelm Schickard**, un matematico tedesco, ideò **nel 1623** uno strumento di calcolo meccanico basato sul movimento di ruote dentate.

Il progetto prevedeva una **serie di anelli** da infilare nelle dita per memorizzare il riporto e un campanello suonava per avvisare quando era ora di infilarne un altro.



L'orologio calcolatore, così lo chiamò il suo inventore, era destinato ad un altro grande scienziato tedesco, Giovanni Keplero, che però non lo potè usare: il prototipo venne distrutto in un incendio e di quel progetto non rimangono che alcuni disegni.



Nel **1620 Edmund Gunter**, matematico e astronomo inglese, ideò e realizzò un altro importante strumento per il calcolo che serviva per calcolare prodotti, potenze, radici quadrate e cubiche. Quello strumento era: **il regolo calcolatore**

Geometri, ingegneri, architetti lo sostituiranno solo dalla seconda metà del 1900 con la calcolatrice tascabile.

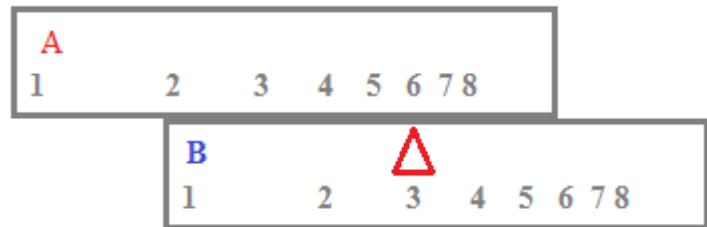


Il regolo è composto da un **righello fisso** e da un **righello scorrevole**. Sui due righelli sono riportati i valori dei numeri in una scala opportuna, detta "scala logaritmica". * Il suo funzionamento è piuttosto complesso, proviamo insieme a fare una semplice operazione: 2×3 .

Si posiziona l'inizio del righello scorrevole **B** nella posizione **2** del righello fisso **A**.

Si cerca il valore tre sul righello scorrevole **B**.

Il risultato dell'operazione si trova sul righello fisso esattamente sopra la posizione occupata dal valore tre del righello scorrevole.



VAI ALL'APPROFONDIMENTO: regolo calcolatore



*Breve nota sui logaritmi.

Vediamo dapprima con un semplice esempio, cos'è un esponenziale: l'esponenziale "2 elevato 3" è definito come il prodotto del numero 2 per se stesso eseguito tre volte ($2^3 = 2 \times 2 \times 2 = 8$).

Il numero due è chiamato **base**, il numero tre **esponente**.

Altro esempio: $3^4 = 3 \times 3 \times 3 \times 3 = 81$

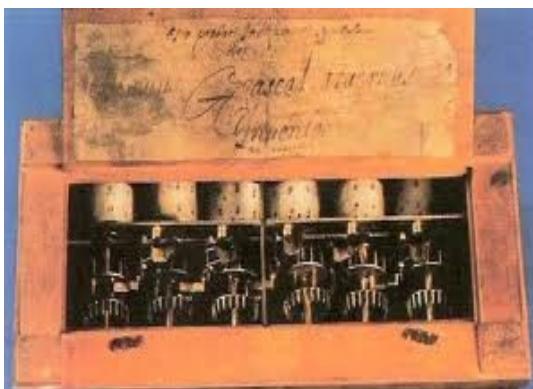
Il logaritmo di un numero in una data base è l'esponente che occorre dare a quella base per trovare il numero desiderato.

Ad esempio, il logaritmo di 8 in base 2 è 3; il logaritmo di 81 in base 3 è 4.

Blaise Pascal, nel **1642**, a soli diciannove anni costruì la prima *calcolatrice meccanica*.

Il funzionamento della calcolatrice di Pascal era basato sul principio della calcolatrice di Leonardo, ossia su ingranaggi meccanici, così come tutte le calcolatrici meccaniche che seguirono, sino alla metà del 1900, quando furono soppiantate dalle calcolatrici elettroniche.

La realizzazione della "**pascalina**" fu possibile perché si fusero due scienze: la matematica del calcolo e la tecnologia dell'orologio.



Infatti essa era formata da una serie di ingranaggi dentati con sopra scritti i numeri da 0 a 9. Il primo ingranaggio indicava le unità; ad ogni suo giro completo corrispondeva lo spostamento di un numero del secondo ingranaggio, che indicava le decine, e così via, fino alle centinaia di migliaia (logica del "riporto automatico"). Per farla funzionare bastava una manovella.

La pascalina si basava, come l'abaco, sul valore di posizione. Il suo limite stava nel fatto che permetteva di eseguire solo addizioni e sottrazioni.



Nel **1674** **Gottfried Wilhelm Leibniz** presentò a Londra il suo progetto, denominato *Stepped Reckoner* (*calcolatrice a scatti*), in grado di eseguire anche moltiplicazioni e divisioni, superando così il limite della "pascalina".

Il principio della moltiplicazione era relativamente semplice: sommare successivamente il moltiplicando per un numero di volte pari al moltiplicatore.



Il prototipo presentato a Londra nel 1674 incontrò molte difficoltà nel suo funzionamento, per cui il suo inventore terminò lo sviluppo completo della macchina soltanto nel 1694.

Il contributo di Leibniz alla storia del calcolo è considerato fondamentale in quanto a lui si deve la scoperta del *sistema di numerazione binario* che troverà applicazione due secoli dopo, come vedremo. Sul sistema binario si basa il funzionamento di tutti i computer moderni.

DAL 1700 AL 1900

Il '700 fu il secolo della grande esplosione della scienza e della tecnica, il secolo in cui si posero le basi della prima rivoluzione industriale.

La mentalità dell'epoca portava tuttavia ad apprezzare di più le cose che facevano stupire rispetto a quelle di uso pratico.

Così ebbero un grande successo i giocattoli meccanici, denominati "automi", animati da congegni di orologeria anche molto complicati, nascosti al loro interno.



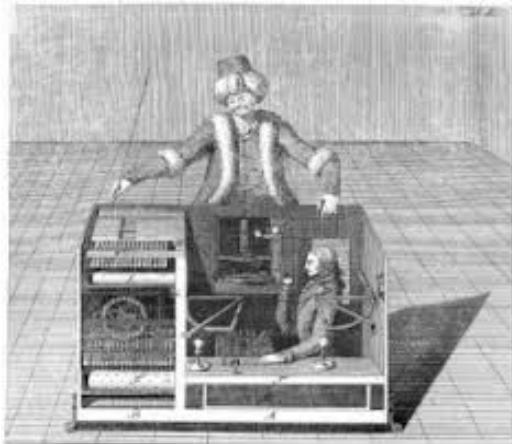
Tra questi ricordiamo i 'tre automi' di Jacquet-Droz, presentati alla corte di Luigi XVI e oggi conservati al Museo di Storia di Neuchatel.

Si tratta dello "Scrivano", che scrive qualunque frase gli venga dettata purché non abbia più di 40 lettere; del "Disegnatore" che fa il ritratto a chi lo guarda e della "Musicista", una dama altera e seria, che mentre suona gonfia il petto e muove gli occhi.



Ma la più famosa di tutte fu la macchina capace di giocare a scacchi la cui creazione fu anch'essa dovuta alla necessità di stupire.

Alla corte dell'imperatrice Maria Teresa, a Vienna, dove si cercava di vincere la noia con giochi di prestigio, di magnetismo e di magia, l'imperatrice invitò un esperto in meccanica, idraulica e fisica, il barone von Kempelen, per cercare di smascherarne i trucchi. Il barone non riuscì nel suo intento e allora l'imperatrice, delusa, lo incaricò di creare un gioco in grado di far stupire la corte. Fu così che il barone Wolfgang Von Kempelen, che era sostanzialmente un brillante inventore, nel 1769 costruì il "Turco", il primo giocatore automatico di scacchi. La macchina è interessante soltanto dal punto di vista meccanico, in quanto la componente logica è una truffa, nascondendo la macchina al suo interno un giocatore in carne ed ossa, come si può capire dall'immagine nella pagina seguente, che ritrae la famosa macchina.



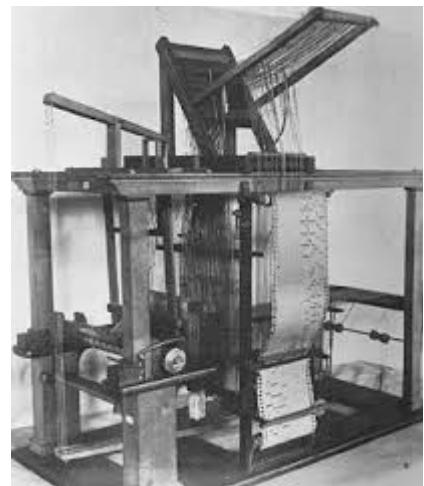
Comunque Von Kempelen progettò anche, e questa volta senza imbrogli, un letto mobile per la regina ammalata Maria Teresa, una macchina da scrivere per una pianista cieca, alcuni apparecchi di ausilio ai sordi e un primo prototipo di macchina parlante.

Chiudiamo ora questa breve parentesi dedicata ai giochi meccanici e torniamo alla nostra storia.

Nel 1700 l'industria tessile era in forte espansione e molti furono i tentativi di migliorare l'efficienza dei telai per la tessitura.

Nel **1725** Basile Bouchon usò rotoli di carta perforata su telai per regolare il motivo ornamentale da riprodurre sulla stoffa, e nel 1726 il suo collaboratore Jean-Baptiste Falcon, operaio tessile di Lione, sviluppò un prototipo di **telaio programmabile semi-automatico**. Il telaio si poteva programmare descrivendo il disegno del tessuto su più **schede perforate**.

Nacque così l'idea di programma.



Il concetto di "programmazione" si ritrovava anche in alcuni strumenti musicali molto diffusi nel XVIII secolo, come gli automi musicali e i carillon in grado di riprodurre motivi musicali.

La macchina tessile di Falcon venne dimenticata fino al **1801**, quando **Joseph Marie Jacquard** ne inventò una versione industrializzabile.



L'imprenditore francese pensò d'introdurre nei telai di legno della sua azienda di Lione, che produceva stoffe, delle lunghe schede di cartone forato: ad ogni scheda corrispondeva un preciso disegno, rappresentato da forellini.



Dal 1804 al 1814 furono prodotti più di 100.000 telai Jacquard.

In questa immagine il telaio Jacquard viene presentato a Napoleone Buonaparte.

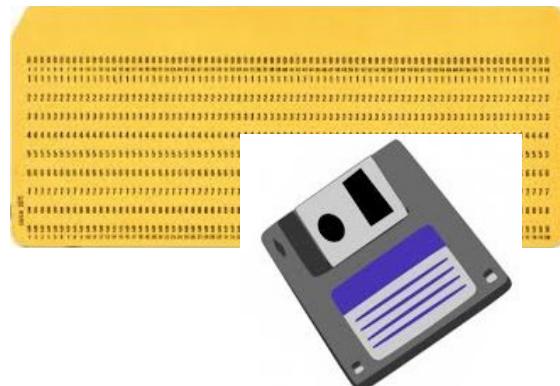


Le **schede perforate** erano fatte di cartoncino e, grazie alla presenza o l'assenza di fori messi in posizioni definite, servivano per registrare le informazioni e le istruzioni necessarie a far funzionare le macchine.

Le schede perforate avevano un angolo tagliato per evitare che la scheda potesse essere inserita al contrario. Se la scheda veniva inserita nel lettore in modo sbagliato andava a colpire una levetta che attivava un micro interruttore e fermava la macchina.

Il sistema delle schede perforate restò in uso fino al 1980 e fu utilizzato per dare istruzioni ai primi computer.

Fu sostituito dai floppy-disk.



Nel 1835, una nuova invenzione veniva effettuata da **Joseph Henry**, uno scienziato statunitense:
il relè.

Il relè è un apparecchio elettromeccanico, ancora oggi utilizzato, ad esempio, negli impianti elettrici delle nostre case. In sostanza si tratta di un interruttore azionato da un magnete.

I primi calcolatori elettronici furono basati su relè.



[**VAI ALL'APPROFONDIMENTO: il relè**](#)



Al secondo congresso degli scienziati italiani, o meglio, come si diceva allora, dei filosofi italiani, organizzato dall'Accademia delle Scienze di Torino nel **1840**, venne invitato dal re Carlo Alberto anche **Charles Babbage**. In quella circostanza Babbage presentò alla comunità scientifica mondiale, per la prima volta, il frutto del suo lavoro: i disegni ed il modello di alcune parti della sua "Analitical Engine", o "Macchina Matematica". Il tutto era contenuto in un enorme baule.

Babbage era un matematico inglese che insegnava matematica all'Università di Cambridge e che aveva abbandonato la teoria per lanciarsi, anima e corpo, nello studio e nel progetto del **primo calcolatore programmabile** della storia. L'aggettivo "programmabile" riassume in sé l'importanza della rivoluzione rappresentata dal calcolatore di Babbage.

Come abbiamo visto, nella storia dell'umanità molti strumenti e molte soluzioni erano stati proposti per eseguire calcoli matematici, ma tutti eseguivano le operazioni una alla volta, lasciando all'operatore il compito di organizzare la sequenza delle operazioni e di memorizzare i risultati intermedi. Invece, il calcolatore di Babbage riceve in ingresso, separatamente, l'insieme dei dati su cui operare e la sequenza delle istruzioni, ossia degli ordini che specificano le operazioni da eseguire su quei dati e sui risultati intermedi.

Per questa novità assoluta, secondo molti studiosi, la storia dell'informatica inizia nel 1940, con la presentazione del calcolatore di Babbage alla comunità scientifica.

Babbage non trovò mai il tempo necessario per descrivere la sua invenzione in un articolo scientifico. Così, **Luigi Federico Menabrea**, giovane tenente del genio che diventerà poi un grande patriota e presidente del consiglio del Regno d'Italia, venne incaricato dall'allora presidente dell'Accademia delle Scienze di Torino, Giovanni Plana, *di descrivere la macchina di Babbage*.

Menabrea produsse una splendida descrizione che fu presentata nel 1842 alla "Biblioteque Universelle de Geneve" e che ebbe grande importanza concettuale e storica tanto da poter essere considerato da molti come *il primo lavoro scientifico della storia dell'informatica*.



Nove mesi dopo la sua pubblicazione, l'articolo di Menabrea venne tradotto in inglese e ampiamente commentato da **Ada Byron**, figlia del famoso poeta inglese lord Byron, contessa di Lovelace.



I commenti di Ada Byron ebbero un grande valore scientifico, per cui oggi Ada viene ricordata come **la prima programmatrice della storia**, per aver scritto un programma per la soluzione di un importante problema matematico (la determinazione dei numeri di Bernoulli), nonché come l'autrice del primo articolo della scienza dell'informazione (facendo torto a Menabrea). In una delle sue note Ada iniziò quello che da allora è noto come il "Regime di Lovelace", asserendo che una macchina può fare solo ciò che le si ordina e nient'altro: *"La macchina matematica non ha la pretesa di creare nulla. Può analizzare, ma non ha le capacità di anticipare le connessioni o le verità analitiche. L'unica sua funzione è quella di rendere accessibili le conoscenze già acquisite"*. È questo un punto di grande interesse storico perché, secondo alcuni studiosi, con l'avvento dell'Intelligenza Artificiale il Regime di Lovelace è finito.

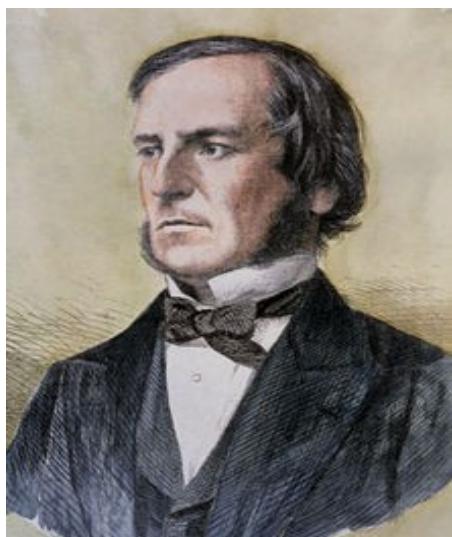
Inoltre Ada scrisse un programma per suggerire i nomi dei cavalli su cui scommettere nelle gare ippiche. Questa idea ha valore storico e avrebbe dovuto conferirle il titolo della prima programmatrice di un "sistema esperto", ossia di un sistema di calcolo che incorpori le conoscenze di un esperto in un dato settore. Per il momento la comunità scientifica non le ha ancora attribuito questo riconoscimento, forse perché quel sistema esperto non funzionò e Ada fu costretta a vendere i gioielli di famiglia per pagare i debiti di gioco.

In suo onore, il linguaggio voluto dal Dipartimento della Difesa degli Stati Uniti per risolvere il problema della standardizzazione del software venne chiamato "Ada". Ancora oggi, molti sono gli omaggi rivolti a questa importante studiosa.

Quella di Ada Bayron è l'unica presenza femminile in un universo, quello informatico, di assoluto dominio maschile e la sua storia appassionante merita un approfondimento, destinato ai più grandi:

http://nid.dimini.uniud.it/history/papers/longo_bonfanti_08.pdf

George Boole, famoso matematico inglese, diede un importante contributo alla scienza dell'informazione. Sviluppando i concetti espressi da Leibniz sul sistema binario, descrisse gli operatori logici detti “**operatori booleani**”.



Nel 1854 pubblicò “*An investigation into the Laws of Thought, on which are founded the mathematical theories of Logic and Probabilities*”. E' un articolo di importanza fondamentale in quanto pone le basi dei principi di funzionamento dei calcolatori elettronici.

La sua logica sta infatti alla base della struttura dei componenti elettronici denominati “porte logiche”.

Tuttavia il suo lavoro fu considerato “pura matematica” sino al 1938 quando Claude Shannon dimostrò che la logica di Boole, poteva essere utilizzata per rappresentare le funzioni degli interruttori nei circuiti elettronici.

Il lavoro di Boole è così importante che abbiamo pensato di spiegare, sintetizzandoli, i principi esposti nel suo articolo.

Per semplificare, parleremo di logica degli elefanti (e degli uomini).

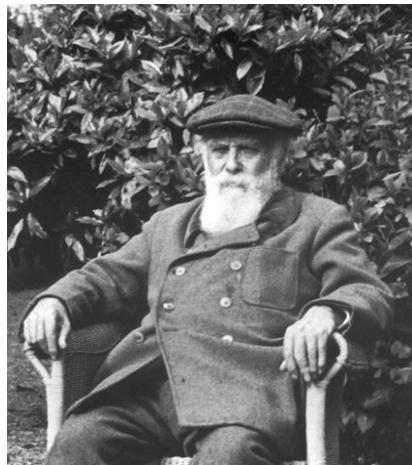


[**VAI ALL'APPROFONDIMENTO: la logica degli elefanti**](#)

Camillo Olivetti

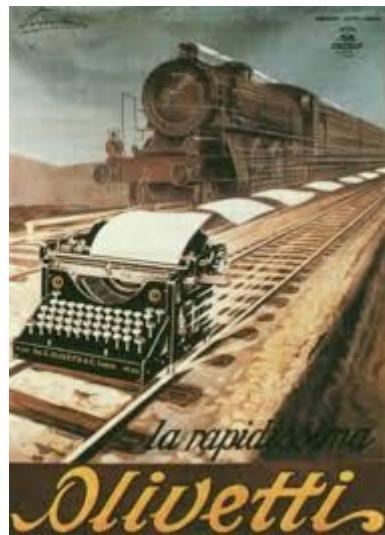
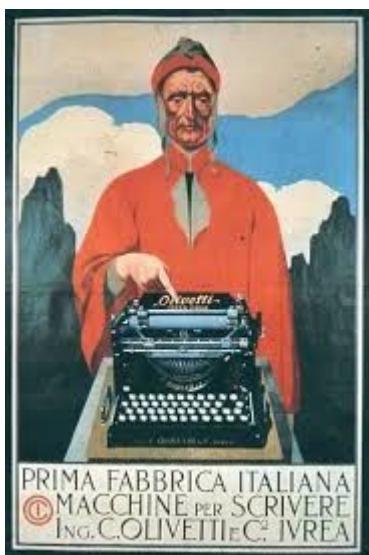
Nella seconda metà del XIX secolo, iniziarono a diffondersi le macchine per scrivere. La storia della loro invenzione iniziò alcuni secoli prima, e molti furono i tecnici che lavorarono, nel tempo, a questo progetto.

Nel 1908 l'ingegner **Camillo Olivetti** fondò a Ivrea, cittadina a 40 km da Torino, la prima fabbrica italiana di macchine per scrivere. L'azienda, situata in una officina meccanica di circa 500 mq, contava ben venti dipendenti ed era in grado di produrre 20 macchine da scrivere alla settimana.



La **M1** fu il primo modello innovativo, il gioiello dell'industria meccanica del tempo. Venne presentato all'Esposizione Universale di Torino del 1911 e riscosse grande successo, tanto che ne vennero prodotti circa 6000 esemplari.

Come vedremo più avanti, la Olivetti ricoprirà un ruolo importante nella storia dell'informatica a livello nazionale ed internazionale, allargando nel tempo la sua produzione alle macchine per scrivere elettroniche, alle calcolatrici ed infine ai personal computer.

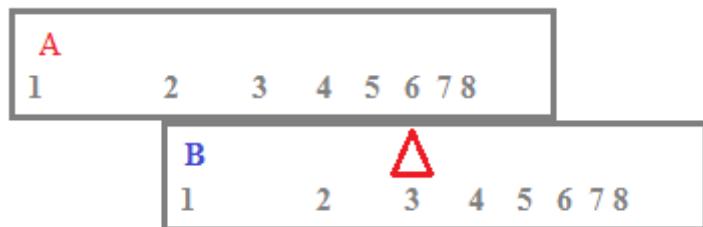


APPROFONDIMENTI



APPROFONDIMENTO: IL REGOLO CALCOLATORE

Per meglio comprendere il funzionamento del regolo pensiamo al semplice esempio schematizzato nella figura seguente.



Sui due righelli rappresentati in figura i numeri di cui voglio eseguire il prodotto sono rappresentati su una scala logaritmica. Questo significa che la lunghezza del pezzo di righello compreso tra uno e due è uguale al logaritmo in una opportuna base b del numero 2, mentre la lunghezza compresa tra 1 e 3 è uguale al logaritmo del numero 3 nella stessa base b .

Secondo una proprietà fondamentale degli esponenziali:

$$b^A \times b^B = b^{A+B}$$

da cui segue, se $M = b^A$ e $N = b^B$, che

$$\log_b(M \times N) = \log_b M + \log_b N$$

Sul righello superiore si fissa il valore 2 che in realtà sappiamo essere il $\log_b 2$; sul righello inferiore si fissa il valore 3, che in realtà è il $\log_b 3$. La somma dei due segmenti produce il valore 6, che nella realtà è il logaritmo di 6.

In sostanza, il funzionamento del regolo è basato sul fatto che qualunque numero compaia sui righelli e' in realta' il logaritmo del numero indicato.



APPROFONDIMENTO: IL RELÈ

Il primo relè fu costruito nel 1835 da Joseph Henry.

Il relè è un apparecchio elettromeccanico utilizzato, ad esempio, nell'impianto elettrico delle nostre case.

In sostanza si tratta di un interruttore azionato da un magnete.

Un relè è caratterizzato da un circuito elettrico **i** avvolto attorno a un magnete **M**.

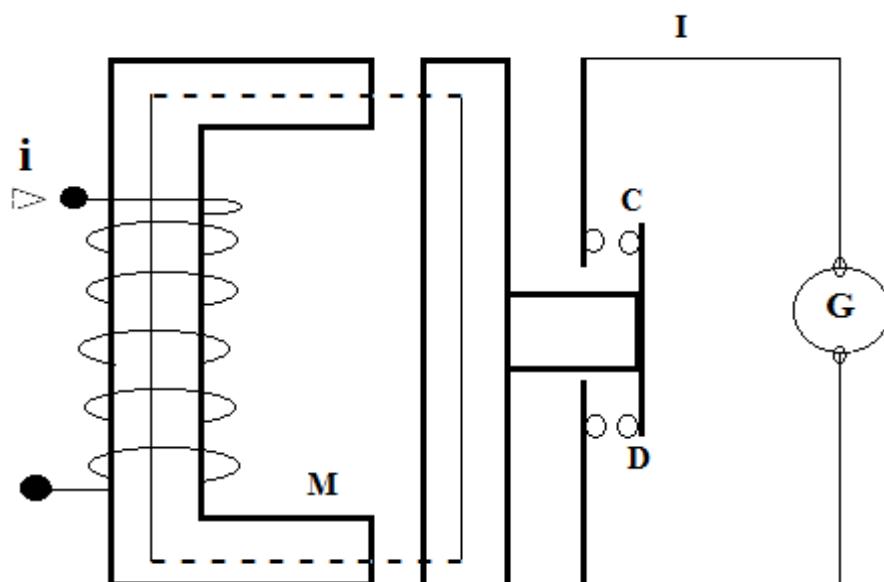
Quando passa corrente nel circuito elettrico, il nucleo si magnetizza ed attrae un interruttore che si chiude su un secondo circuito elettrico **I**.

Così, la corrente che passa nel primo circuito elettrico comanda la chiusura o l'apertura del secondo circuito elettrico **GCD** (corrente **I**).

*Se **I** e **i** sono due variabili booleane che assumono il valore VERO (o 1) quando passa corrente e il valore FALSO (o 0) quando non passa corrente, possiamo scrivere **I = i**

*Se invece **I** e **i** sono i valori delle correnti elettriche che passano nei circuiti corrispondenti non è più vero che **I=i**.

Infatti quando **i** è uguale a 0, **I** è anche uguale a 0, ma quando **i** assume un valore sufficiente a provocare la chiusura del circuito, di solito **I** è molto più grande di **i**. Proprio questo fu lo scopo per cui il relè fu inventato.

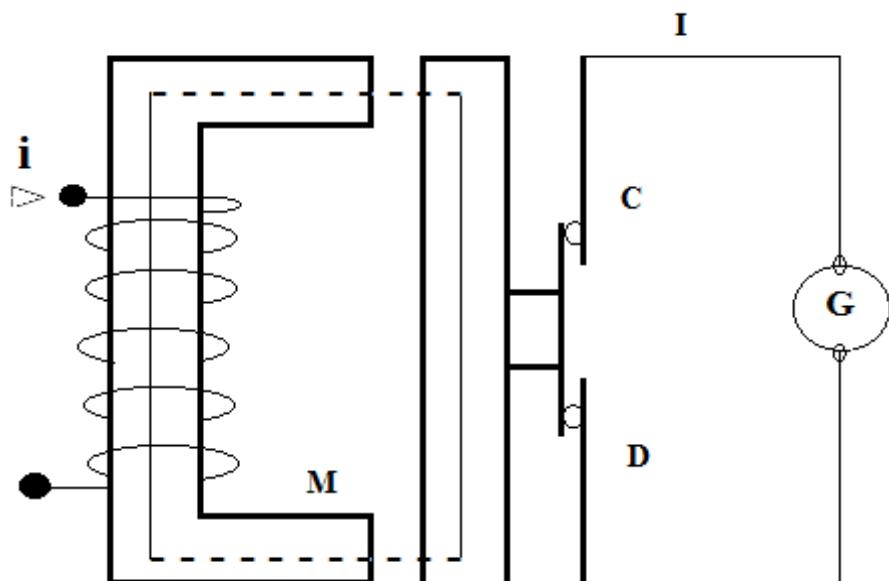


Questo meccanismo si può applicare molte volte, su reti anche complesse di relè.

I relè sono utilizzati negli impianti elettrici domestici, dove permettono, ad esempio, di accendere una lampada da più punti della casa, ma anche in applicazioni più complesse come i sistemi di controllo industriali, o in apparecchiature come il telegrafo.

Anche i primi calcolatori elettronici furono basati su relè.

Una piccola modifica al circuito di sopra ha una funzione interessante:



Infatti, se passa corrente nel circuito **i**, l'interruttore **CD** si apre, per cui non passa più corrente nel circuito di destra **GCD**. Possiamo scrivere la formula booleana **I = i**.

Infatti se passa corrente nel circuito di sinistra **I = VERO**
e di conseguenza **i=FALSO**
in quanto non passa corrente nel circuito di destra.

Viceversa, se non passa corrente nel circuito di sinistra e quindi **I = FALSO**
allora passa corrente nel circuito di destra e quindi **i = VERO**

APPROFONDIMENTO: LA LOGICA DEGLI ELEFANTI (E DEGLI UOMINI)

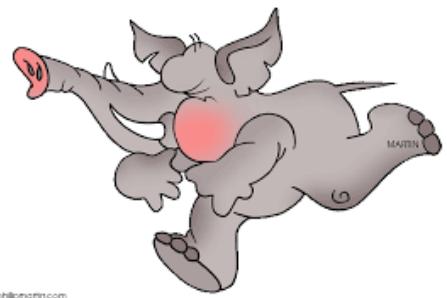


Gli elefanti usano la proboscide, non soltanto per contare, ma anche per dire SI oppure NO. Se la mamma chiede al suo elefantino "Vuoi mangiare un rameotto tenero?" l'elefantino risponde SI alzando la sua piccola proboscide oppure risponde NO abbassandola. Gli elefanti, così come gli uomini, hanno una logica, ossia un modo di ragionare molto raffinato. In questa logica compaiono tre operazioni fondamentali.

La prima operazione è quella che viene chiamata dagli studiosi "*disgiunzione logica*" ma che noi, che non amiamo le parole difficili, chiameremo **OPPURE**.

Vediamo un esempio di ragionamento di un elefantino che si domanda se debba fare il bagnetto nello stagno, sapendo che il farlo o non farlo, dipende solo da due eventi, che l'acqua sia fresca oppure no, e che lui stesso sia sporco oppure no.

NO, IL BAGNETTO NO!



Prepariamo una tabella che riassume tutti i casi possibili del suo ragionamento.

ACQUA_FRESCA	ELEFANTINO_SPORCO	BAGNETTO
NO	NO	NO
NO	SI	SI
SI	NO	SI
SI	SI	SI

Gli studiosi dei calcolatori prediligono i due simboli 0 e 1 anche per impostare ragionamenti, e quindi:

"Se una cosa, o una frase è vera, ossia è SI, scriviamo 1; se invece è falsa, ossia è NO, scriviamo 0". Nota bene: in questo caso i due simboli 0 e 1 non hanno alcun valore di quantità.

Introducendo i due simboli 0 e 1 la tabella dell'operazione logica OPPURE (in inglese OR) è la seguente:

ACQUA_FRESCA	ELEFANTINO_SPORCO	BAGNETTO
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

Sicuramente avete notato che abbiamo attaccato le due parole "acqua" e "fresca" con il simbolo di sottolineatura "_", così come abbiamo attaccato le due parole "elefantino" e "sporco". Abbiamo usato questo simbolo per ricordare che "acqua_fresca" è un'unica identità, ossia una proposizione che può essere vera (SI o 1) **oppure** falsa (NO o 0).

La seconda operazione che vogliamo descrivere è stata chiamata dagli studiosi della logica "[congiunzione logica](#)". Per semplicità noi la chiameremo "E INOLTRE" (in inglese **AND**).

Vediamo un esempio di ragionamento dell'elefantino, che con parole semplici potremmo scrivere così:

"Se vedo una tigre e inoltre la mamma è lontano, devo scappare"

La tabella che riassume tutti i casi possibili e che riassume il suo ragionamento è la seguente:

TIGRE_PRESENTE	MAMMA_LONTANA	DEVO-SCAPPARE
NO	NO	NO
NO	SI	NO
SI	NO	NO
SI	SI	SI

Usando i due simboli 0 e 1 tanto amati dagli studiosi dei calcolatori la stessa tabella, ossia la tabella dell'operazione E INOLTRE (in inglese AND), diventa:

TIGRE_PRESENTE	MAMMA_LONTANA	DEVO-SCAPPARE
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

Gli studiosi dei calcolatori usano * (che nei linguaggi di programmazione è il simbolo della moltiplicazione) per indicare l'operazione E INOLTRE.

Anche questa è una scelta infelice, perché la moltiplicazione logica non è parente della moltiplicazione aritmetica, anche se, per una pura combinazione, la tabella della moltiplicazione logica e quella della moltiplicazione aritmetica coincidono.

Vediamo ora una terza, e ultima, definizione di operazione logica.

E' l'operazione che gli studiosi chiamano "negazione" o "complementazione" e che noi chiameremo "operazione NON" (in inglese NOT).

Partiamo, come nel caso delle due operazioni logiche precedenti, dal ragionamento dell'elefantino, che sa che è molto pericoloso andare a fare il bagnetto nello stagno quando c'è la tigre in giro.

La tabella che riassume il ragionamento dell'elefantino è la seguente:

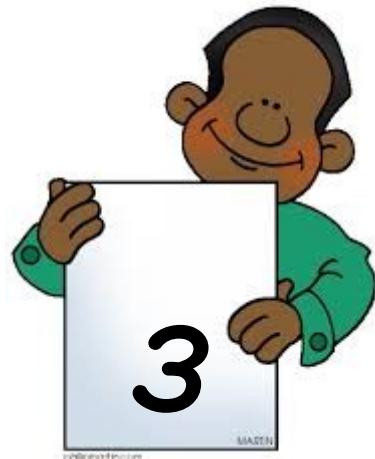
TIGRE_PRESENTE	BAGNETTO
NO	SI
SI	NO

Usando i due simboli 0 e 1 la stessa tabella, o "tabella della negazione", diventa:

TIGRE_PRESENTE	BAGNETTO
0	1
1	0

Le tre operazioni logiche **AND, OR, NOT**, che abbiamo visto posso essere combinate fra loro in molti modi diversi per rappresentare ragionamenti più complessi.

LIBRETTO



la grande svolta
L'ELETTRONICA



Contare, calcolare, elaborare dati

Matilde e Francesca hanno sintetizzato correttamente quello che abbiamo letto nei due libretti precedenti. A colpirle, in particolar modo, è stata la percezione del tempo trascorso:

- # Sono passati quasi **200.000 anni** dalla comparsa sulla Terra dell'uomo di oggi.
- # Sono trascorsi **trentamila anni**, circa, da quando l'uomo ha iniziato ad avere la "percezione numerica" e circa **seimila anni** da quando ha intrapreso la grande avventura della matematica.
- # L'uomo ha impiegato **pochi secoli** per realizzare strumenti meccanici per calcolare.
- # **Un solo secolo** è trascorso dalla creazione dei primi strumenti di calcolo elettronici.
- # **Mezzo secolo** è passato dalla nascita del primo personal computer.

Pochi dati approssimativi che rendono perfettamente l'idea della rapidità del progresso tecnologico e, conseguentemente, del calcolo numerico.

Come pensa Pietro, il più discolo della classe, il tempo passa in fretta, ed allora è meglio riprendere il nostro viaggio-studio, alla scoperta dell'interessante mondo dell'elettronica.

MACCHINE CHE CALCOLANO E UOMINI CHE RICERCANO

...continua nel secolo XX

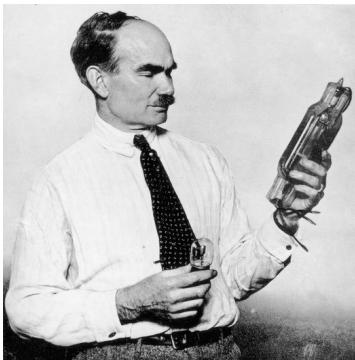
DIODO E TRIODO

Il secolo xx è stato caratterizzato da grandi eventi come guerre, epidemie, capovolgimenti politici e rivoluzioni, gravi crisi economiche, ma anche da importanti scoperte scientifiche che portarono a un sempre più veloce progresso tecnologico.

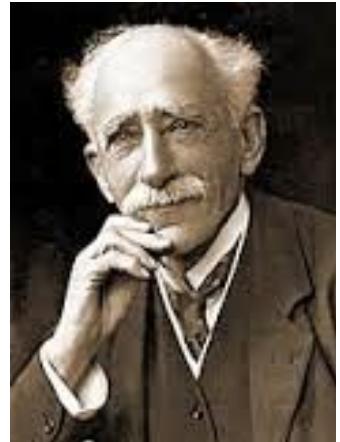
Andiamo in ordine.

Nel 1904 Sir John Ambrose Fleming, un elettrotecnico e radiotecnico britannico, inventò il **"diodo termoionico"**, detto anche valvola di Fleming.

Si trattava della prima valvola termoionica, capostipite di quei componenti che furono utilizzati nelle radio, nei televisori e nei calcolatori, e in molti altri apparecchi elettronici, sino al 1950, quando furono inventati i transistori.



Ispirandosi agli esperimenti di Thomas Alva Edison sulla lampadina a filamento incandescente, costruì un rivelatore di oscillazioni radioelettriche.



Pochi anni dopo, ed esattamente nel 1907, Lee de Forest realizzò il **triodo**, (valvola a tre elettrodi). Si trattava di una elaborazione del diodo ottenuta aggiungendo al filamento e alla placca un terzo elemento metallico: la griglia.

Questa invenzione, che fu poi perfezionata, fu anch'essa fondamentale per lo sviluppo dell'elettronica in quanto si riusciva finalmente ad ottenere la "potenza" necessaria ad amplificare i segnali. In sostanza il triodo è un relè molto veloce.

Un relè veloce...
Ma cos'è un relè?

Lo abbiamo studiato
nel libretto 2 ma è
meglio ripassare



Il relè è un apparecchio elettromeccanico utilizzato, ad esempio, nell'impianto elettrico delle nostre case. **In sostanza si tratta di un interruttore azionato da un magnete.**

**VAI ALL' APPROFONDIMENTO:
funzionamento diodo e triodo**

Il diodo di Fleming e il triodo di De Forest avevano due gravi difetti: la fragilità e le dimensioni relativamente grandi e di difficile riduzione. Fortunatamente, poco prima della metà del xx secolo, il fisico **Edgard Lilienfeld nel 1925**, e i ricercatori dell' AT&T Bell Labs **John Bardeen, Walter Brattain e William Shockley nel 1947**, trovarono la soluzione del problema e realizzarono **il diodo e il transistore a stato solido.**



J. Bardeen



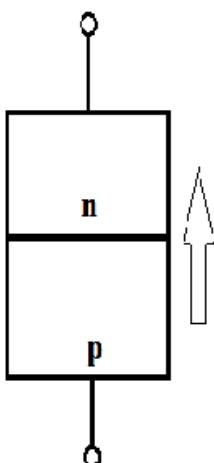
W. Brattain



W. Shockley



E. Lilienfeld



Un materiale "semiconduttore" a stato solido è un materiale cristallino, come il silicio, che può essere "drogato" ossia arricchito con impurità, in modo da diventare conduttore di corrente elettrica.

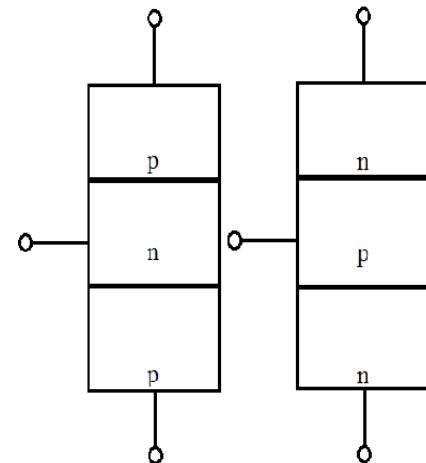
A seconda della "droga" la conduzione è dovuta alla presenza di cariche positive (materiale di tipo "p") o di cariche negative (materiale di tipo "n"). Un diodo allo stato solido è costituito da uno strato "p" affacciato ad uno strato "n". In un diodo la corrente può fluire in una sola direzione, dallo strato p allo strato n.

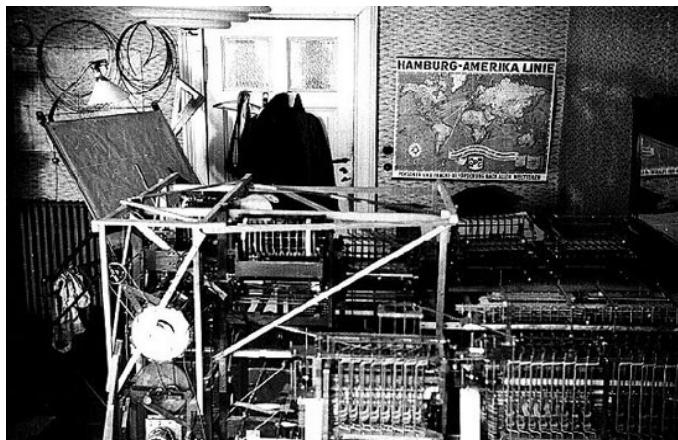
Un transistore è invece costituito da tre strati affacciati, come mostrato in figura, nella sequenza "p-n-p" o nella sequenza n-p-n.

Il segnale applicato allo strato intermedio opera come strumento di controllo del flusso di corrente nei due strati remoti, esattamente come nel triodo di De Forest il segnale applicato alla griglia controlla la corrente dal filamento verso la placca.



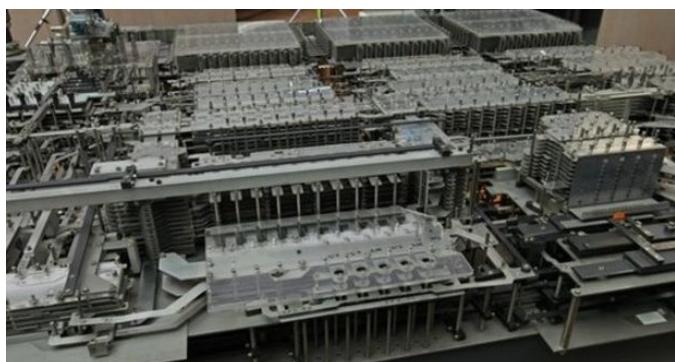
Il transistore diventerà il componente fondamentale dei sistemi di comunicazione ed elaborazione moderni.





KONRAD ZUSE E LO Z1

Nel **1937** lo studioso tedesco **Konrad Zuse** realizzò quello che è ritenuto da molti il primo calcolatore della storia. Il prototipo (foto a fianco) venne realizzato nella camera da letto dei genitori, peraltro molto perplessi dall'utilità di quel lavoro.



Il prototipo di Zuse, lo **Z1**, era ancora un calcolatore meccanico, ma era comandato da circuiti elettrici. I numeri erano scritti in **codice binario**, come Leibnitz aveva suggerito tre secoli prima. Le unità di ingresso e di uscita erano costituite da un nastro perforato di celluloido.



Alcuni anni dopo Zuse realizzò prototipi più avanzati dello Z1.

Ad esempio, il prototipo **Z3** era interamente programmabile e completamente automatico. Era composto da oltre 2000 relè che potevano aprirsi e chiudersi a volontà dell'ordine di 5 - 10 operazioni al secondo. La memoria era costituita da 64 parole di 22 bit ciascuna.

A differenza dello Z1 che poteva eseguire solamente somme e sottrazioni, lo Z3 poteva eseguire anche moltiplicazioni, divisioni e radici quadrate, operando su numeri in virgola mobile (esempio: 3,14).



[**VAI ALL' APPROFONDIMENTO NOTAZIONE IN VIRGOLA MOBILE**](#)



APPROFONDIMENTO in rete CODICE BINARIO:
<http://areeweb.polito.it/TESTI/Mar06/SistemaBinario.htm>

ALAN TURING



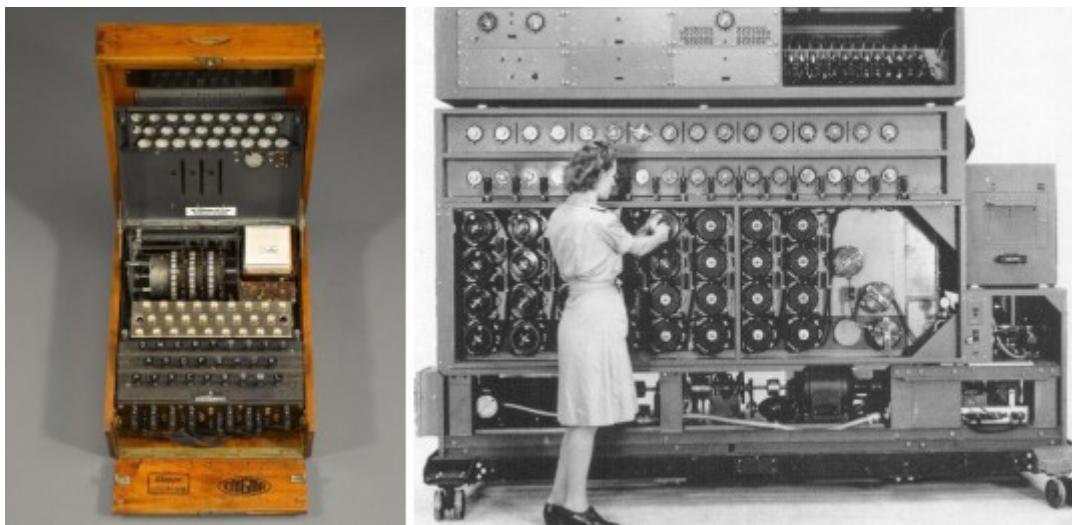
ALAN TURING

Alan Turing fu un matematico, logico e crittologo britannico. Per le sue teorie pionieristiche in materia di calcolo digitale è considerato uno dei padri dell'informatica e uno dei più grandi matematici del XX secolo.

Alan Turing è uno dei personaggi più affascinanti della storia dell'informatica e la sua vita, un intreccio serrato di genialità e sofferenza, ha ispirato romanzieri e registi cinematografici.

Fu il leader del gruppo di ricercatori che idearono, progettaroni e costruirono un calcolatore "special purpose" (ossia dedicato a un compito specifico) che era in grado di interpretare i messaggi segreti delle forze armate tedesche nella seconda guerra mondiale.

Per produrre questi messaggi segreti i tedeschi utilizzavano un altro calcolatore "special purpose", chiamato **ENIGMA** (foto sotto a sinistra), che traduceva la sequenza dei caratteri di un messaggio in una lunga sequenza di simboli molto diversa dal messaggio originale. Si pensava che Enigma fosse imbattibile, ma Turing e i suoi collaboratori trovarono il modo di tradurre la sequenza incomprensibile nel messaggio originario (foto in basso a destra). Secondo alcuni storici, il calcolatore speciale per la decriptazione di Enigma fu uno dei fattori del successo delle forze alleate nella seconda guerra mondiale.



Turing morì suicida a soli 41 anni, in seguito alle persecuzioni subite a causa della sua omosessualità. Ispirandosi alla favola di Biancaneve, si uccise morsicando una mela, da lui stesso avvelenata con il cianuro di potassio.

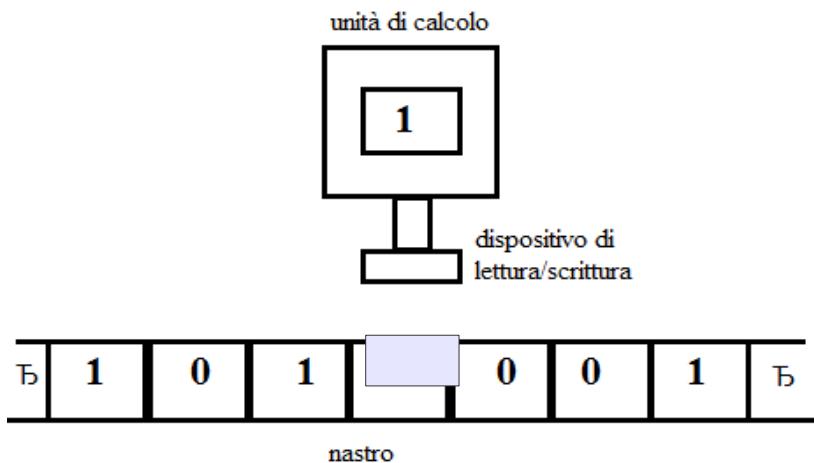
Alcuni sostengono che il marchio della Apple (una mela morsicata) sia stato scelto in omaggio a Turing, ma l'azienda non ha mai confermato, né smentito, questa teoria.

Nel **1936**, a soli 24 anni, Turing propose un modello concettuale universale del sistema di calcolo, oggi noto come "**macchina di Turing**". Si trattava di un **modello puramente teorico**, importante perché qualunque calcolatore reale può essere dimostrato come equivalente alla macchina di Turing dal punto di vista delle funzionalità attuate.

(Riservato ai più grandi) 

La macchina di Turing è caratterizzata da un nastro di lunghezza illimitata, suddiviso in molte celle adiacenti, su ciascuna delle quali è scritto un simbolo tratto da un "alfabeto finito" (cioè di un alfabeto costituito da un numero determinato di caratteri).

Nel caso semplice della figura seguente l'alfabeto è costituito da due simboli "**0**" e "**1**", oltre al simbolo **⊤** (blank), che è equivalente all'indicazione "cella vuota".



All'inizio dell'elaborazione, su una porzione di celle adiacenti sul nastro, sono scritti i dati iniziali del calcolo; le altre celle del nastro, contengono il simbolo "blank". *Il nastro rappresenta la memoria del calcolatore.*

L'unità di calcolo è caratterizzata da un programma di dimensioni finite, che dice in sostanza, ad esempio:

Se sotto la testina di lettura c'è il simbolo "1" e la macchina si trova nello stato

S_0 (o stato iniziale) sostituisce il simbolo “1” con il simbolo “0” e sposta la testina sul nastro di una posizione verso destra. Inoltre passa allo stato S_1 .

In sostanza, il comportamento della macchina dipende dallo stato in cui si trova in quell'istante e dal simbolo letto sul nastro. A seconda dello stato e del simbolo letto, si dovrà passare ad uno stato nuovo e eventualmente spostare la testina a destra o a sinistra di una posizione. Uno stato speciale indica che il calcolo è finito; quando il calcolo è finito, il risultato dell'elaborazione è quello scritto sul nastro.

L'importanza della macchina di Turing è dimostrata dal fatto che nell'arco di molti decenni nessun modello di elaborazione più potente del modello di Turing è mai stato proposto. Per questa ragione, gli studiosi della teoria dell'informatica partono sempre dalla macchina di Turing per dedurre proprietà generali.

L'esempio più significativo è il seguente, che rappresenta il più importante dei teoremi matematici di tutti i tempi.

Nel 1928 David Hilbert pose alla comunità scientifica questo quesito:

“Esiste sempre un algoritmo attraverso il quale, dato un qualsiasi enunciato matematico, sia possibile stabilire se esso sia vero o falso?”.

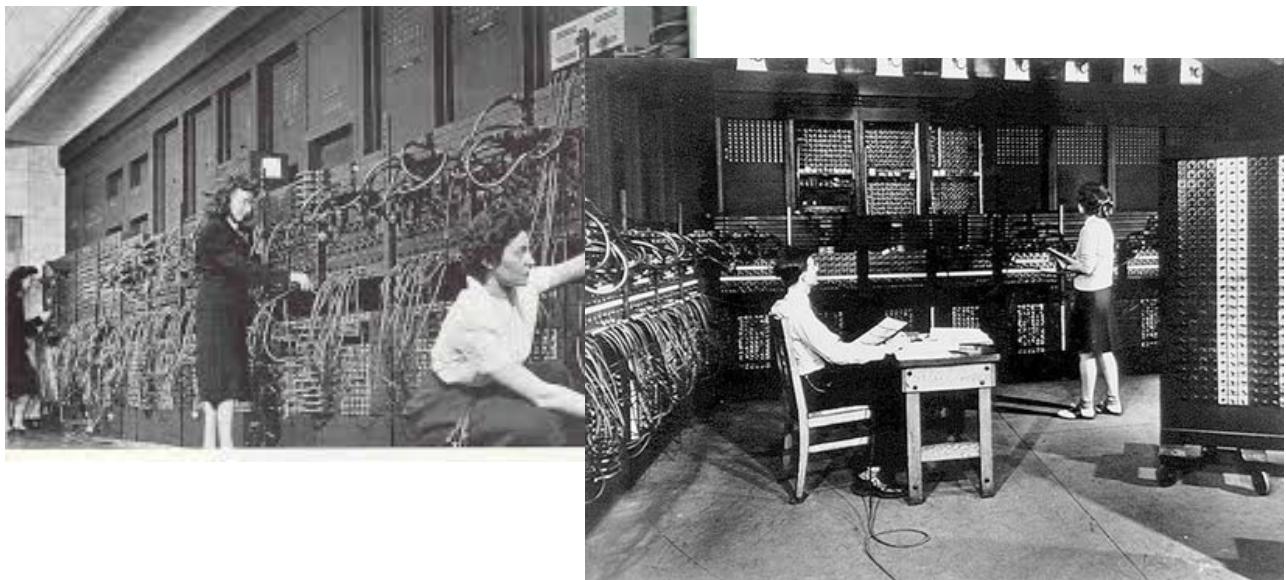
La maggioranza degli studiosi pensò che la risposta corretta fosse “SI”, ma nel 1931 Kurt Gödel dimostrò come una precisa definizione di un problema non sia sufficiente per dimostrare la sua validità. E' stata la fine del sogno di Hilbert.

Nel 1936 entrò in campo Alan Turing che dimostrò, facendo riferimento alla sua macchina, che esistono problemi non risolubili in tempo finito.



LE PRIME MACCHINE PER IL CALCOLO AUTOMATICO

Nel **1943**, durante la seconda guerra mondiale, su sollecitazione di molti ufficiali di artiglieria, il Governo degli Stati Uniti avviò il progetto **ENIAC** (acronimo di Electronic Numerical Integrator and Computer), per la costruzione di un calcolatore “general purpose”, ossia di finalità generale, non orientato a una specifica area applicativa.



L'ENIAC fu progettato e costruito alla Moore School of Electrical Engineering (una scuola dell'Università della Pennsylvania). Occupava 90 metri cubi e pesava trenta tonnellate, utilizzava 18.000 tubi elettronici e assorbiva una potenza di 140 chilowatt. Una squadra di tecnici era sempre attiva per sostituire le valvole rotte o difettose. In un secondo era in grado di eseguire 5000 addizioni o sottrazioni, oppure 385 moltiplicazioni, oppure 40 divisioni o tre radici quadrate.

Nei primi anni '50 l'industria informatica mondiale mosse i suoi primi passi. **Nel 1951** nacque **Univac** (foto a destra), il primo calcolatore elettronico prodotto su scala industriale e, a breve distanza di tempo, seguirono IBM, Remington e alcuni altri.

Anche in Italia arrivarono le prime due macchine per il calcolo automatico, destinate al Politecnico di Milano e all'Istituto per le Applicazioni del Calcolo di Pisa.



ADRIANO OLIVETTI



Nel libretto precedente (libretto n° 2, "tutto meccanico") abbiamo parlato di Camillo Olivetti e dell'azienda da lui fondata ad Ivrea.

A prendere il timone dell'azienda e a portarla verso il mondo dell'elettronica fu, negli anni '30, suo figlio Adriano.

Adriano Olivetti nacque a Monte Navale, presso Ivrea, l'11 aprile 1901 da Camillo e da Luisa. Nel 1924 si laureò in ingegneria chimica al Politecnico di Torino, e, dopo un soggiorno negli Stati Uniti ove si aggiornò sulle pratiche di organizzazione aziendale, nel 1926 entrò nella fabbrica paterna con la qualifica di operaio. Nel 1933 diviene direttore della Società Olivetti e nel 1938 presidente.

Si oppose, almeno in un primo periodo, al regime fascista, per cui, inseguito da un mandato di cattura per attività sovversiva, fu costretto a riparare in Svizzera.

Politicamente impegnato, nel 1948 Adriano fondò a Torino il "Movimento Comunità". Alla caduta del regime riprese le redini dell'azienda e, grazie alle sue capacità manageriali, portò l'Olivetti ad essere la prima azienda del mondo nel settore dei prodotti per ufficio.

Il 27 febbraio 1960 morì improvvisamente durante un viaggio in treno da Milano a Losanna.

In quel momento l'azienda fondata dal padre e da lui a lungo diretta, era presente nei maggiori mercati internazionali e annoverava 36.000 dipendenti di cui oltre la metà all'estero. L'azienda, inoltre, raggruppava una quantità straordinaria di intellettuali che operavano in differenti campi disciplinari, inseguendo il progetto di una sintesi creativa tra cultura tecnico-scientifica e cultura umanistica.

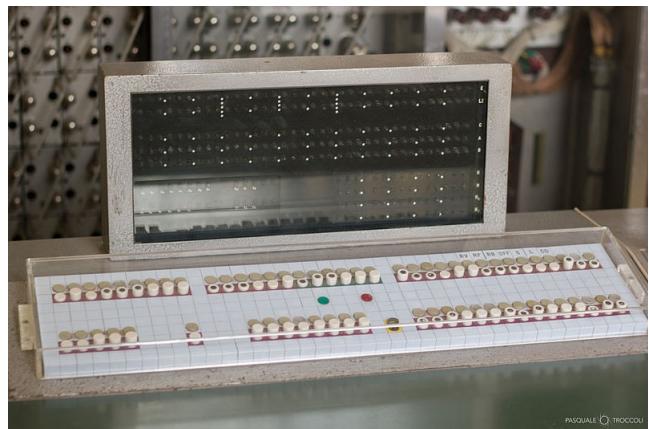
Nel 1954 si costituì a Pisa un gruppo di ricerca congiunto composto da ricercatori dell'Accademia, dell'Università, del Consiglio Nazionale delle Ricerche, dell'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare, con l'obiettivo di realizzare i primi calcolatori elettronici italiani.

Era stato **Enrico Fermi**, il famoso scienziato premio Nobel per la fisica, a consigliare quell'avventura impiegando il contributo di 150 milioni di lire che generosamente i Comuni di Pisa, Lucca e Livorno avevano versato per la costruzione di un sincrotrone (un particolare tipo di accelleratore di particelle) che si decise poi di realizzare a Frascati.

L'accordo stipulato dall'Olivetti con l'Università di Pisa prevedeva dapprima la costituzione di un gruppo misto di ricercatori e progettisti accademici e industriali e, successivamente, la costruzione di un calcolatore scientifico presso l'Università (la Calcolatrice Elettronica Pisana o C.E.P.) e di un calcolatore commerciale presso i laboratori industriali dell'Olivetti.



I progettisti della CEP



La Calcolatrice Elettronica Pisana

Dal punto di vista scientifico-tecnico il progetto ottenne importanti risultati: la **Calcolatrice Elettronica Pisana (CEP)**, infatti, si caratterizzò per la genialità di numerose soluzioni tecniche e per la solidità del progetto. Operò ininterrottamente per molti anni, consentendo sia l'esecuzione di calcoli complessi importanti per le ricerche nei settori della fisica, della chimica, della biologia, sia lo sviluppo di nuove tecniche e nuove tecnologie per l'informatica.



Approfondimento consigliato per i più grandi: www.cep.cnr.it/cep01.html

Dopo la fase di studio congiunto, il laboratorio dell'Olivetti, guidato dall'ing. **Mario Tchou** (figlio dell'ambasciatore cinese a Roma), che Adriano Olivetti aveva reclutato dalla Columbia University, venne trasferito a Borgo Lombardo, alle porte di Milano.

In questi laboratori si completarono **i prototipi dei primi calcolatori industriali dell'Olivetti, l'ELEA 9001, e successivamente l'ELEA 9003**.



Roberto Olivetti e Mario Tchou

L'ELEA 9003 fu il primo calcolatore del mondo interamente transistorizzato.



Infatti, tutte le valvole termoioniche, caratteristiche dei calcolatori elettronici della prima generazione, erano state sostituite con transistori, realizzando così grandi economie di costi, ingombri e assorbimenti di energia.

L'ELEA 9003 poteva operare in *multiprogrammazione*, per cui i calcoli di più utenti potevano essere svolti in parallelo, riducendo i tempi di attesa dei risultati. Inoltre, nel momento in cui un'unità periferica lenta, come un lettore di nastro magnetico, chiedeva il trasferimento di un blocco di dati, scattava un *interrupt*, o interruzione, che consentiva all'unità centrale di elaborazione di passare ad altre attività senza rimanere inoperosa.

L'ELEA 9003 possedeva un'unità centrale di calcolo in grado di elaborare 100.000 istruzioni al secondo, con una memoria centrale a nuclei di ferrite, espandibile da 20 a 160 mila caratteri. Aveva, inoltre, la particolare capacità di gestire fino a 20 unità periferiche a nastro magnetico.

Il suo aspetto, straordinariamente moderno, si dovette al genio di un grande designer italiano: Ettore Sottsass.

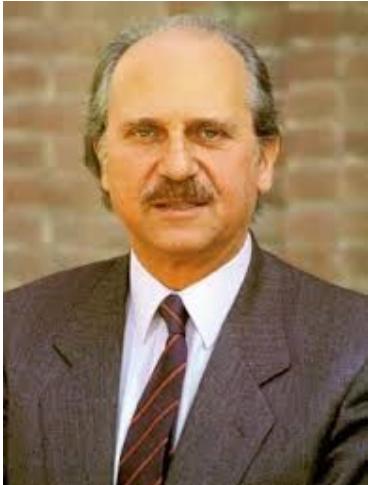
Sfortunatamente, l'anno dopo la morte di Adriano Olivetti, anche Mario Tchou perse la vita a causa di un terribile incidente sulla terza corsia dell'autostrada Milano-Torino.

Nel 1964, le spese sostenute per entrare nel nuovo comparto produttivo e l'investimento finanziario affrontato per acquistare l'azienda americana Underwood, che avrebbe dovuto facilitare l'ingresso nel mercato americano, portarono l'indebitamento a 200 miliardi di lire e indussero il Comitato di Risanamento e il Consiglio di Amministrazione dell'Olivetti alla chiusura delle attività elettroniche e al rientro del settore della meccanica.

Pertanto l'intero settore elettronico dell'Olivetti venne ceduto alla General Electric.

Ma c'è ancora un pezzo di storia dell'Olivetti che vale la pena di raccontare.

Nel **1957** Adriano Olivetti, avvertendo il bisogno di un grande numero di transistori per la produzione della nuova linea di calcolatori elettronici, fondò una nuova azienda per la produzione di circuiti a semiconduttori.



Negli anni '50, al Politecnico di Torino, lavorava un giovane ingegnere, **Piergiorgio Perotto**, destinato a giocare un ruolo importante in questa storia.

Assieme ad altri giovani ingegneri, si occupava di aerodinamica, utilizzando modelli matematici molto raffinati che richiedevano enormi volumi di calcolo. Essi disponevano soltanto di calcolatori meccanici che richiedevano tempi lunghissimi per l'introduzione dei dati. Così Piergiorgio Perotto avvertì l'esigenza di uno strumento di calcolo semplice e maneggevole, che consentisse di alleggerire quell'enorme fatica e aumentare la produttività dei ricercatori.

Poco tempo dopo, Piergiorgio Perotto lasciò il Politecnico di Torino ed entrò nel gruppo di progetto dell'Olivetti che operava a Pisa sotto la guida dell'ing. Tchou. L'esperienza fu esaltante, ma, come si è visto, si conclude drammaticamente.

Piergiorgio Perotto ritornò amareggiato all'Olivetti di Ivrea, ove si trovava praticamente isolato, in una realtà industriale che si era rituffata nel mondo della meccanica, ripudiando l'elettronica.

L'isolamento si rivelò tuttavia una grande opportunità perché Perotto venne lasciato libero di sviluppare, insieme ad un paio di eccezionali collaboratori - Giovanni De Sandre e Gastone Garziera - il prototipo di quella macchina che aveva sognato nel laboratorio di Torino quando sviluppava i modelli aereodinamici.

A quella macchina, che apparve subito come il primo personal computer della storia, venne dato il nome ufficiale di **Programma 101** (esclusivamente perché in inglese *uan-ou-uan* suona bene), ma a quel nome molti preferiscono il più familiare soprannome **"Perottina"**.

Nel 1965 l'Olivetti partecipò alla grande fiera di New York presentando con enfasi la nuova linea di prodotti meccanici e relegando la *Perottina* in una saletta al fondo dello stand. Ma il pubblico prese d'assalto quella saletta, costringendo gli organizzatori all'organizzazione di un improvvisato servizio d'ordine per disciplinarne l'accesso.

La *Perottina* apparve subito a tutti come un'autentica meraviglia tecnologica. Sul piano scientifico apparve rivoluzionaria l'adozione come memoria centrale di una linea magnetostrettiva, che risultò molto più economica e leggera delle unità di memoria a nuclei ferritici che si impiegavano nei calcolatori di quei tempi.

Come memoria di massa e come dispositivo ausiliario di ingresso-uscita, venne utilizzata una scheda magnetica, che può essere considerata come la progenitrice del floppy disk.



Adottava un linguaggio di programmazione sviluppato ad hoc, in funzione delle esigenze di ricercatori di tutte le discipline, anche di quelle lontane dal mondo dell'informatica.

Il mondo accademico fu il primo ad impadronirsi del nuovo prodigioso strumento di lavoro che consentiva al singolo ricercatore di sviluppare autonomamente i programmi di cui aveva bisogno e di mandarli in esecuzione senza l'intermediazione dei tecnici che disciplinavano e, inevitabilmente, condizionavano, in quegli anni, l'accesso alle risorse di calcolo.

Di questa nuova macchina nell'arco di pochi anni si vendettero oltre 44.000 esemplari, un numero molto inferiore alla domanda del mercato.

Nel 1967 la Hewlett Packard versò 900.000 dollari all'Olivetti, implicitamente riconoscendo di aver violato un brevetto della Programma 101 con il suo modello HP 9100.

Un dollaro simbolico fu versato dall'Olivetti all'ing. Perotto come inventore del primo personal computer della storia.

Abbiamo fatto un salto avanti nel tempo troppo grande!

Adesso dobbiamo fare un po' di passi indietro per riprendere il filo cronologico della nostra storia.

Torniamo agli anni 50 del secolo scorso, anni che furono molto importanti per la ricerca scientifica:

Rosalind Franklin, Francis Crick, James Watson, scoprirono il DNA! La più grande scoperta del secolo XX e, forse, di tutta la storia della scienza.

Ma negli stessi anni, si fecero grandi progressi anche nella scienza informatica...

1950 - 1967
Che salto!



Nel 1953, un gruppo di ricerca della Georgetown University realizzò il **primo traduttore da lingua a lingua**. In realtà usava solamente 250 parole e 6 regole sintattiche. Traduceva dall'inglese al russo e viceversa. Tuttavia fu un inizio promettente: altri gruppi di ricerca affrontarono il problema e il Governo americano stanziò venti milioni di dollari per lo sviluppo della ricerca nel settore.

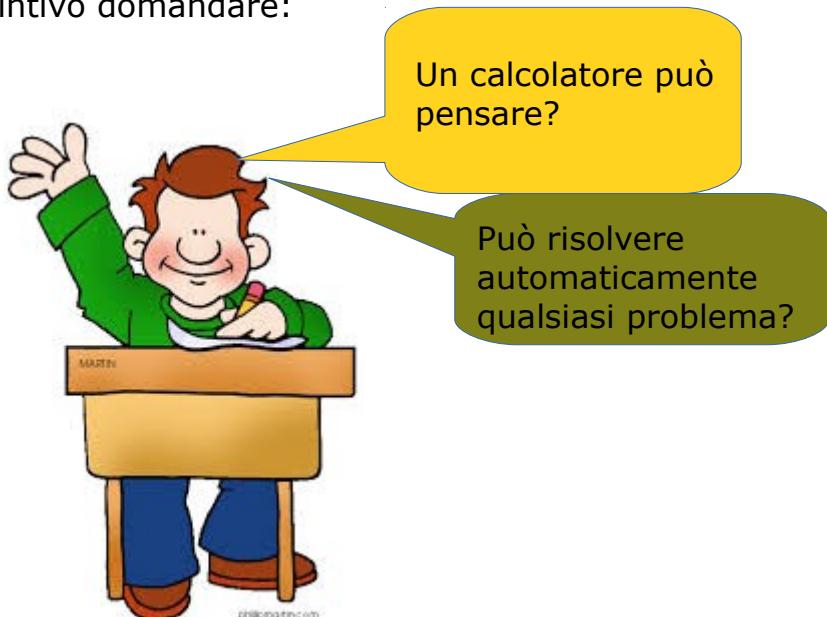
I traduttori automatici che derivarono da quel primo prototipo furono molto numerosi ed importanti anche dal punto di vista economico.

Ancora oggi nessun traduttore automatico è in grado di operare con precisione come un buon traduttore in carne e ossa, ma la cattiva qualità dei traduttori automatici è compensata dalla rapidità con cui possono operare.

Dal punto di vista scientifico la traduzione automatica si fondò sui concetti di base della linguistica computazionale di Noam Chomsky. Incontreremo questo eccezionale personaggio tra breve.

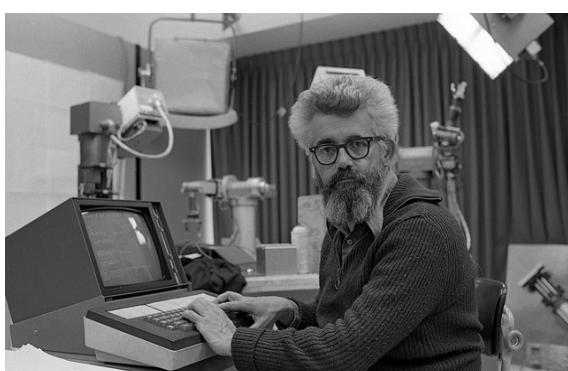
NEL 1954 NASCE L'INTELLIGENZA ARTIFICIALE

Un calcolatore può eseguire operazioni matematiche molto complesse a velocità strepitose, milioni di volte più veloci di quelle di un bravo matematico. Tanto che viene istintivo domandare:

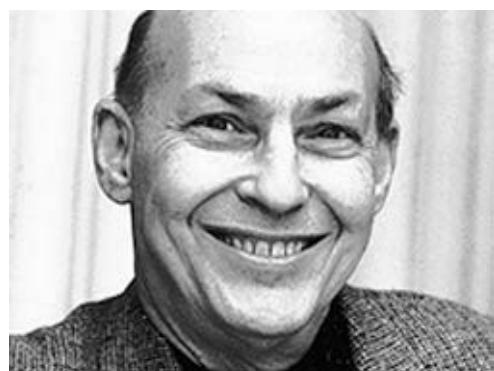


Queste questioni sono state discusse molte volte nell'arco della storia, a partire da grandi filosofi come Aristotele, che studiò i meccanismi del ragionamento umano. Ancora oggi il dibattito è aperto.

Nel 1954 due professori americani, John McCarty e Marvin Minsky, organizzarono nel college di Dartmouth un seminario dedicato ad uno studio ad ampio spettro sulla possibilità di realizzazione dell'intelligenza artificiale. Fu in quell'occasione che venne coniato il termine "Intelligenza Artificiale", ed è per questa ragione che collochiamo a Dartmouth, se non la nascita, almeno il battesimo della nuova scienza.



J. McCARTY



M. MINSKY

Nel 1956 nacque il primo programma di intelligenza artificiale, chiamato "Logic Theorist" e scritto da Allen Newell, Clifford Shaw and Herbert Simon della Carnegie Mellon University.

Poco dopo i tre autori presentarono il **General Problem Solver**.



H. SIMON



A. NEWELL

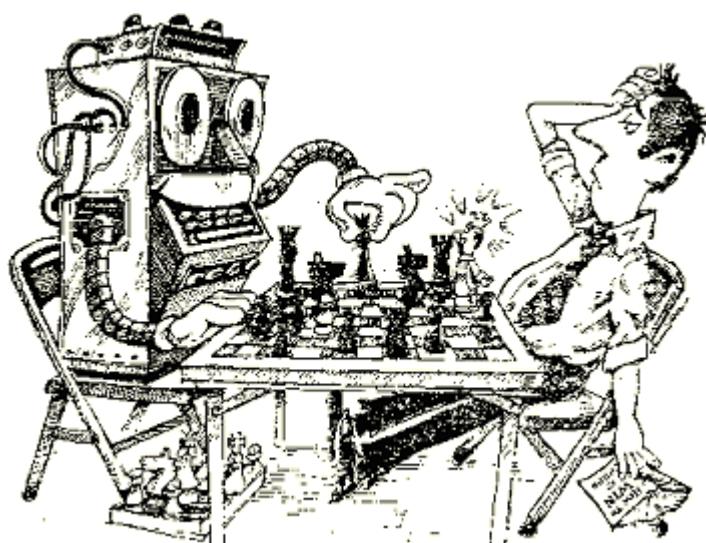


CLIFFORD SHAW

Nel 1957 **Herbert Simon**, uno dei padri fondatori dell'Intelligenza Artificiale, formulò una nota previsione:

"Entro dieci anni il calcolatore dimostrera' automaticamente importanti teoremi matematici, tradurra' i documenti da una lingua ad un'altra, comporra' musica di classe, gestira' un'azienda, ispirera' la maggior parte delle teorie psicologiche e battera' il campione del mondo di scacchi."

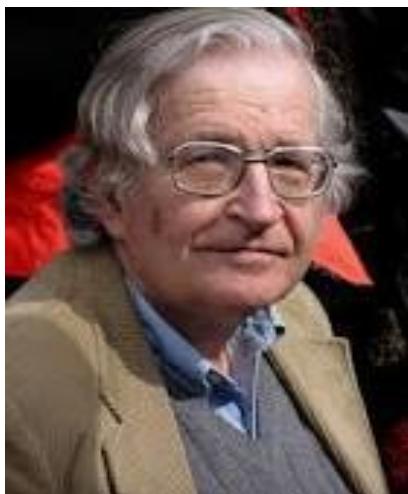
Solo l'ultima delle sue previsioni si avverò, ma i contributi scientifici del suo lavoro, dall'informatica alle sue applicazioni furono di importanza fondamentale. Otterrà il premio Nobel per l'economia nel 1992.



<https://en.chessbase.com/post/computers-choose-who-was-the-strongest-player->

NOAM CHOMSKY

E LA LINGUISTICA COMPUTAZIONALE



Nel 1928 Avram Noam Chomsky, nasce a Filadelfia da una famiglia ebraica originaria dell'Europa dell'Est.

Eminente studioso nel campo delle scienze del linguaggio e delle capacità cognitive, filosofo, linguista, teorico della comunicazione, è professore emerito di linguistica presso il Massachusetts Institute of Technology (MIT) a Cambridge.

E' riconosciuto come il fondatore della grammatica generativo - trasformazionale, uno dei più importanti contributi alla linguistica teorica del XX secolo.

A partire dagli anni sessanta, per la sua forte presa di posizione contro la guerra del Vietnam e il suo impegno politico e sociale, Chomsky si è affermato anche come intellettuale anarchico e socialista libertario. La costante e acuta critica nei confronti della politica estera di diversi paesi, in particolar modo degli Stati Uniti, così come l'analisi del ruolo dei mass media nelle democrazie occidentali, lo hanno reso uno degli intellettuali più celebri e seguiti della sinistra radicale mondiale. Tra le sue opere ricordiamo "Syntactic Structures" (1957), e successivamente "Aspects of the theory of syntax" (1965) e "Cartesian linguistics" (1966).

Nei suoi scritti Chomsky descrive, formalizzandole, le regole della grammatica e delle strutture sintattiche del nostro linguaggio. Il suo lavoro è stato molto importante in ambito informatico, in quanto ha fornito le basi teoriche della

LINGUISTICA COMPUTAZIONALE



LINGUISTICA COMPUTAZIONALE

disciplina che si occupa dello sviluppo dei formalismi descrittivi del funzionamento di una lingua naturale, tali che si possano trasformare in programmi eseguibili al computer.



VAI ALL' APPROFONDIMENTO: linguistica computazionale

VAI ALL' APPROFONDIMENTO: le date della storia dell'intelligenza artificiale(riservato ai più grandi)

Moltissimi furono gli scienziati e i ricercatori che si impegnarono a sviluppare la scienza informatica, realizzando grandi passi importanti. Riassumiamo di seguito alcuni di questi passi.



1957. Nascita di ARPA

Il 4 ottobre 1957 l'Unione Sovietica mette in orbita il primo satellite artificiale della Terra. Il suo innocente e innocuo "bip bip", trasmesso dalle radio e dalle TV di tutto il mondo, risuona come campana a morto per i cittadini americani, che sentono di aver perduto, o di correre il rischio di perdere, non soltanto la supremazia militare, ma anche quella scientifica e tecnologica, e forse quella industriale ed economica.

Il Presidente Eisenhower convoca immediatamente il comitato di consulenza scientifica presidenziale ("Senior Advisor Committee") per definire una nuova politica di sviluppo scientifico e tecnologico. Successivamente, il Presidente nomina un unico "science advisor", James R. Killian Jr., il Presidente del Massachusetts Institute of Technology, il leggendario Politecnico di Boston. Come primo suo atto, Killian chiede ad Eisenhower la costituzione di un'unica agenzia per il finanziamento e il coordinamento della ricerca scientifica, in modo da superare l'antica rivalità dei gruppi di ricerca che facevano capo all'Esercito, la Marina e l'Aeronautica. Nasce così ARPA, "Advanced Research Project Agency", e subito il Presidente chiede al Congresso, per l'attività di ARPA, un ricco finanziamento, dell'ordine di due miliardi e mezzo di dollari.

1958. Il circuito integrato

Jack St. Clair Kilby costruisce il primo circuito integrato assemblando dieci componenti elementari. Secondo alcune stime oggi il numero totale dei transistor integrati su tutti i circuiti elettronici prodotti ha superato il miliardo di miliardi di unità.



VAI ALL' APPROFONDIMENTO: circuito integrato

1958. LISP

John Mc Carthy sviluppa LISP, uno dei linguaggi fondamentali per la soluzione dei problemi di Intelligenza Artificiale.

1958. Il dimostratore automatico di teoremi.

Herb Gelernter e Nathan Rochester di IBM presentano il primo dimostratore automatico di teoremi. Opera su un modello semantico di una classe di problemi della geometria.

1962. Il primo robot industriale.

Nasce Unimation, la prima azienda che produce robot industriali.

1962. Il primo programma per il gioco degli scacchi.

Al leggendario Massachusset Institute of Technology nasce il primo programma per il gioco degli scacchi in grado di competere con buoni giocatori. Opera su un elaboratore IBM 7090 e verifica 1100 mosse in un secondo.

1965. Eliza, la psicoterapia automatica.

Joseph Weizenbaum di M.I.T. sviluppa Eliza, un programma che dialoga con l'utente in linguaggio naturale. Il programma ottiene molto successo soprattutto dopo lo sviluppo di una versione dedicata alla psicoterapia.

1967. Dendral, il chimico artificiale.

Eduard Feigenbaum, Joshua Lederberg, Bruce Buchanan e Georgia Sutherland presentano "Dendral", un sistema esperto per la chimica che è in grado di identificare la struttura di una molecola partendo dallo spettrogramma di massa della sostanza.

1967. ARPANET , la nonna di Internet

Il lavoro prevalentemente teorico e ideologico svolto nel primo decennio di ARPANET da Baran, Kleinrock, Davies, Licklider e altri ha prodotto i suoi frutti, per cui l'idea di una grande rete di calcolatori a commutazione di pacchetto è ormai matura. Così, venti minuti sono sufficienti a Taylor, il direttore della sezione informatica di ARPA, per convincere il suo capo, il quarto direttore di ARPA, Charles Herzfeld, a concedergli un finanziamento di un milione di dollari per sviluppare il progetto di una rete nazionale destinata a divenire mondiale. Taylor affida la direzione del progetto a Larry Roberts, un ricercatore dei Lincoln Laboratories, e questi, nei primi mesi del '67, inizia il suo lavoro.

Gli incontri che Larry Roberts organizza immediatamente, chiamando a raccolta i rappresentanti dei più importanti istituti di ricerca americani, sono estremamente fruttiferi. Molto importante è il contributo portato da Wesley Clark, che propone di non collegare direttamente fra loro i calcolatori ma di utilizzare una struttura intermedia di elaboratori specializzati nella trasmissione dati, i cosiddetti "router" che giocheranno in Internet un ruolo fondamentale.

Questo argomento verrà trattato diffusamente nel prossimo libretto.

1960. Margaret Masterman ed alcuni colleghi della Universita' di Cambridge presentarono le prime reti semantiche da utilizzarsi nell'elaborazione del linguaggio naturale e nella traduzione automatica.

1962. Nasceva Unimation, la prima azienda produttrice di robot industriali.

Al leggendario Massachusset Institute of Technology nasceva il primo programma per il gioco degli scacchi in grado di competere con buoni giocatori. Operava su un elaboratore IBM 7090 e verificava 1100 mosse in un secondo.

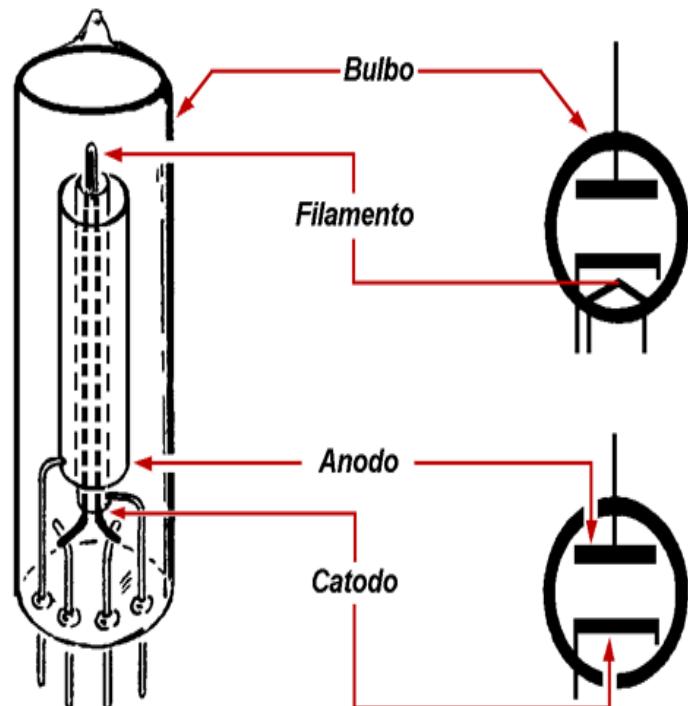
1965. Joseph Weizenbaum di M.I.T. sviluppò Eliza, un programma che dialogava con l'utente in linguaggio naturale. Il programma ottenne molto successo soprattutto dopo lo sviluppo di una versione dedicata alla psicoterapia.

APPROFONDIMENTI



APPROFONDIMENTO: funzionamento diodo

In un'ampolla di vetro (bulbo), sottovuoto, un filamento metallico emette elettroni che vengono attirati da una placca metallica (o anodo), quando questa è sottoposta a una tensione positiva rispetto al filamento.



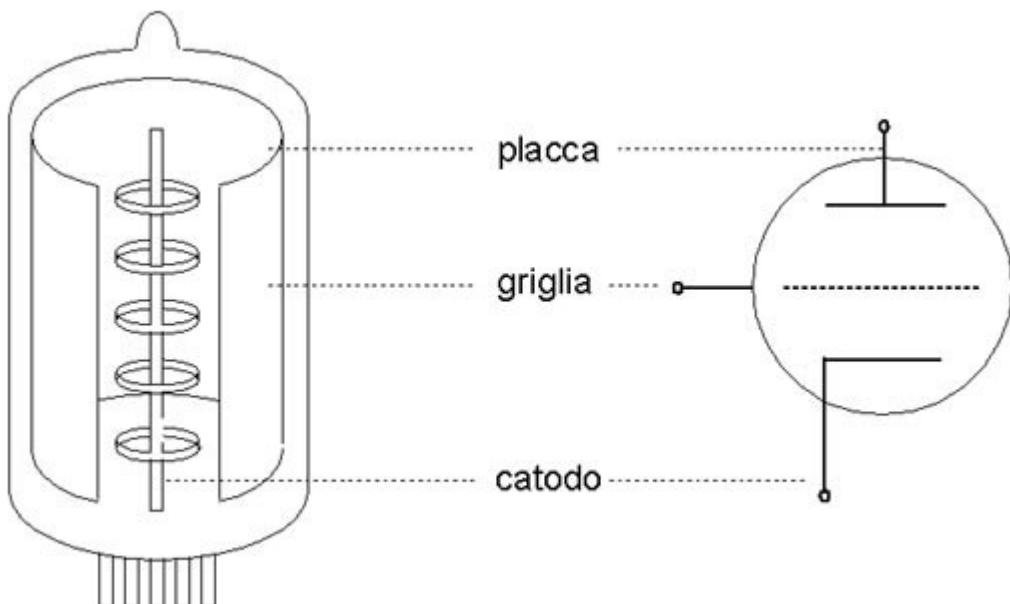
Di conseguenza, il diodo si comporta da isolante oppure lascia passare corrente in una sola direzione, dall'anodo al catodo.

APPROFONDIMENTO: funzionamento triodo



La griglia funziona come un setaccio controllabile: quando la tensione applicata alla griglia assume un valore positivo adeguato, gli elettroni emessi dal filamento (o catodo) possono raggiungere la placca (o anodo).

In questo modo il segnale applicato alla griglia controlla il passaggio della corrente, esattamente come nel relè la corrente nell'avvolgimento controlla la corrente nel circuito principale.



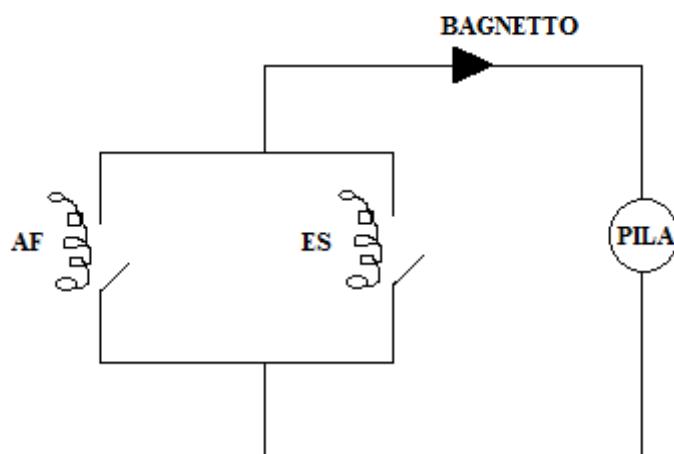
In sostanza il triodo **è un relè molto veloce**.

APPROFONDIMENTO: relè e circuiti di calcolo

Claude Shannon nel 1938 dimostrò, in un lavoro fondamentale ("Un'analisi sintetica dei relè e dei circuiti"), che una rete di relè applica i principi dell'algebra di Boole.

I circuiti elettromeccanici impiegati nei primissimi calcolatori adottavano relè per attuare le funzioni logiche elementari.

Vediamo insieme alcuni esempi, utilizzando la "Logica degli elefanti" (Libretto 2 Approfondimento): un elefantino deve lavarsi, l'acqua è fresca ma il pericolo è in agguato: la tigre è presente? E la mamma dell'elefantino dov'è?



Il circuito rappresentato in figura realizza l'operazione booleana che abbiamo visto nel libretto precedente e che abbiamo chiamato "disgiunzione logica" o semplicemente OR (oppure).

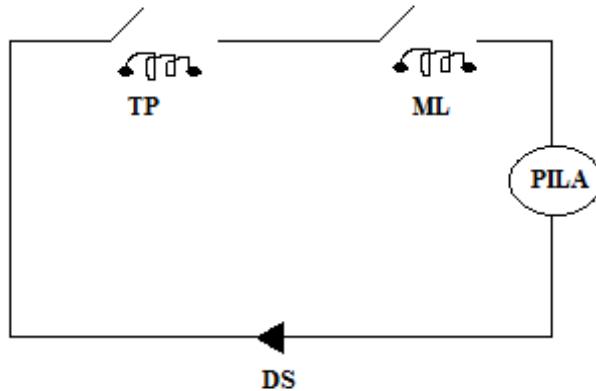
Il circuito di sinistra attua la variabile logica "**AF**" (come "ACQUA_FRESCA"). Se questa variabile è "vera" ($AF=1$) circola corrente nell'avvolgimento e l'interruttore si chiude.

Il circuito di destra attua la variabile logica "**ES**" (come "ELEFANTINO_SPORCO"). Se $ES=1$ circola corrente nel relativo avvolgimento di destra e il relativo interruttore si chiude.

Se uno qualunque dei due interruttori è chiuso, circola corrente nel circuito principale a significare che la variabile booleana BAGNETTO è vera.

In sintesi il circuito attua la funzione logica OR in quanto la corrente nel circuito principale circola se, e solo se, uno qualunque dei due interruttori, o entrambi, sono chiusi.

Il nuovo circuito rappresentato sotto realizza invece l'operazione booleana che abbiamo chiamato "congiunzione logica" o semplicemente AND (e inoltre).



Se $TP=1$ (Tigre_Presente è vera) l'interruttore a sinistra si chiude. Se $ML=1$ (Mamma_Lontana è vera) l'interruttore a destra si chiude.
Così circola corrente nel circuito principale se, e solo se, tutti e due gli interruttori sono chiusi ($DS=1$, "Devo_Scappare" è vera).

UN PO' DI ESERCIZIO

Adesso prova tu.

Applicando la logica booleana, disegna i circuiti che attuano il seguente calcolo:

**se l'elefantino e' sporco oppure l'acqua e' fresca, e la mamma e' vicina,
si fa il bagnetto.**



APPROFONDIMENTO: notazione in virgola mobile

Supponiamo di voler scrivere un numero molto grosso, come 35 seguito da mille zeri. Adottando il codice decimale che abbiamo imparato, dovremmo occupare molte righe di un quaderno e, nel caso di un calcolatore, molta memoria.

Per risolvere questo problema è stata ideata la notazione in virgola mobile, consistente nell'esprimere un numero nella forma seguente:

$$35 * 10^{1000}$$

Così nella memoria del calcolatore si scriveranno, in due aree separate, le due cifre del numero 35 e le quattro cifre del numero 1000, occupando solo lo spazio di sei cifre e non lo spazio di oltre mille cifre.



philipmorrison.info

Analogamente supponiamo di voler scrivere un numero molto piccolo, come ad esempio $0,5 * 10^{-1000}$.

In tal caso si scriverà : **$N * 10^{-M}$**

occupando soltanto lo spazio necessario per memorizzare 0,5 e -1000.

Lo stesso tipo di soluzione si adotta anche per i numeri binari. Ad esempio, il numero binario $0,101 * 2^{1000\ 000}$, richiederà 4 cifre binarie per rappresentare 0,101 e 7 cifre binarie per rappresentare il numero binario 1000000.

Avrai notato che abbiamo detto che 4 cifre binarie sono sufficienti per rappresentare il numero 0,101 e forse ti sarai domandato perché non abbiamo considerato la virgola. Ebbene, non è stata considerata la virgola in quanto generalmente si adotta una codifica speciale chiamata "**notazione in complemento a 2**", finalizzata prevalentemente alla rappresentazione dei numeri negativi.

Per semplicità supponiamo di voler rappresentare i numeri positivi e negativi compresi tra -8 e +7.

Il codice adottato è il seguente:



Noterai che un eventuale 1 in prima posizione indica la quantità -8 mentre le altre cifre rappresentano sempre un valore positivo.

Così, ad esempio, il numero -5 viene rappresentato come

1 (a rappresentare -8) seguito da 011 a rappresentare 3.

Totale $-8 + 3 = 5$

+7	0111
+6	0110
+5	0101
+4	0100
+3	0011
+2	0010
+1	0001
0	0000
-1	1111
-2	1110
-3	1101
-4	1100
-5	1011
-6	1010
-7	1001
-8	1000

APPROFONDIMENTO: Linguistica computazionale



In prima approssimazione un linguaggio è composto da tre componenti fondamentali

- Al livello più basso si trova il **lessico**, ossia l'insieme delle parole utilizzate.
- Al secondo livello è la **sintassi**, ossia, l'insieme delle regole che descrivono la concatenazione delle parole utilizzate.
- Infine, al livello più alto, si colloca la **semantica**, ossia il significato profondo di ogni frase.



La semantica è quel ramo della linguistica che indaga sul significato profondo delle singole parole e, tema più difficile, delle singole frasi.

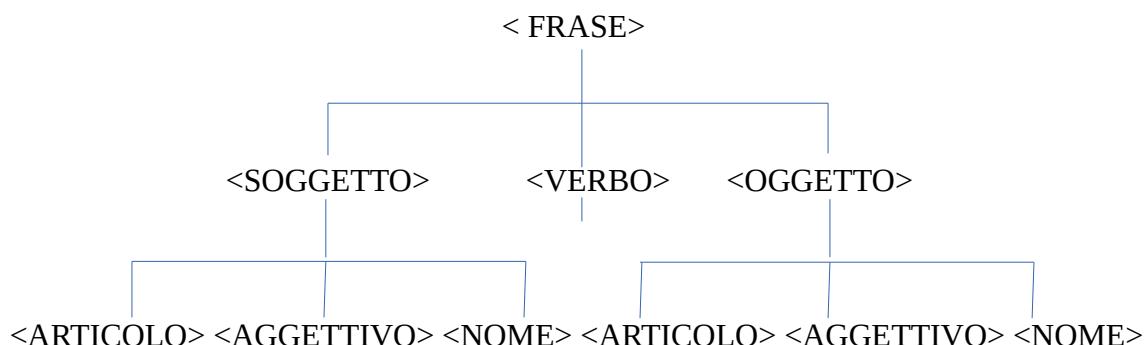
I calcolatori sono bravissimi nella gestione del lessico. Ad esempio, nella traduzione dall'inglese all'italiano, trovano in tempi brevissimi, dell'ordine di milionesimi di secondo, tutte le parole italiane corrispondenti a una data parola in inglese.

La gestione di un vocabolario rappresenta da sempre un problema facile da gestire per un calcolatore. Molto più complessa, per un traduttore automatico, è la gestione della sintassi, ossia della struttura formale di una frase.

Noam Chomsky suggerì un insieme di strumenti formali per descrivere, e successivamente identificare, la struttura di una frase.

Proviamo a vedere insieme un esempio.

Nella figura seguente figura è schematizzata la sintesi di una frase molto semplice che è stata descritta, secondo il formalismo di Chomsky, come una struttura ad albero rovesciato.



Gli elementi che compaiono nella figura X sono generalmente chiamati "**tipi sintattici**" perché *non contengono parole del linguaggio ma solamente la descrizione di elementi della sintassi*.

Alcuni tipi sintattici possono generare parole vere.

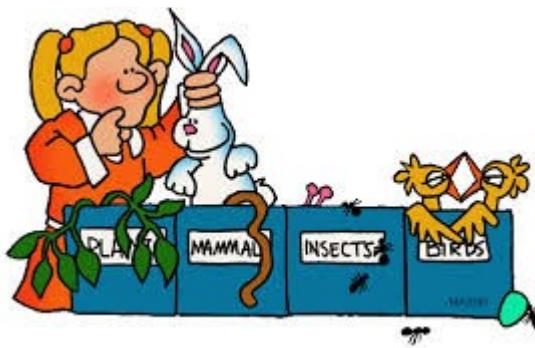
Ad esempio, nella descrizione formale della sintassi del linguaggio italiano, troviamo scritto:

```
<articolo> ::= il|lo|la|i|gli|le...
<nome>     ::= cane|gatto|topo...
<aggettivo> ::= feroce|lento|veloce...
<verbo>     ::= insegue|spaventa|mangia...
```



con il seguente significato: un articolo può essere la parola "il" oppure "la", e così via.

Di conseguenza l'albero sintattico della figura X può generare molte frasi, ma può generare anche una frase del tipo: "Il lento topo insegue il veloce gatto". La frase così generata è lessicalmente corretta, in quanto rispetta le regole della sintassi, ma semanticamente sbagliata. Anche un bimbo piccolo se ne accorgerebbe!



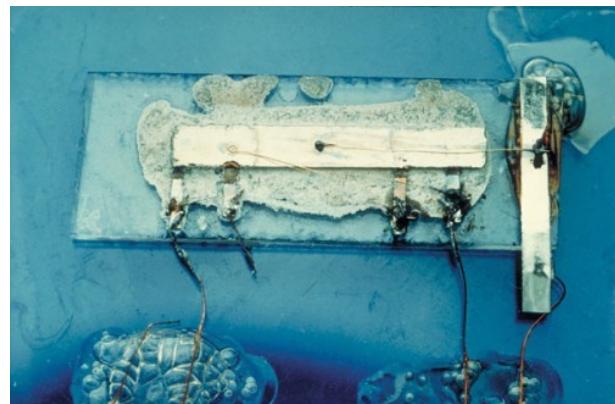
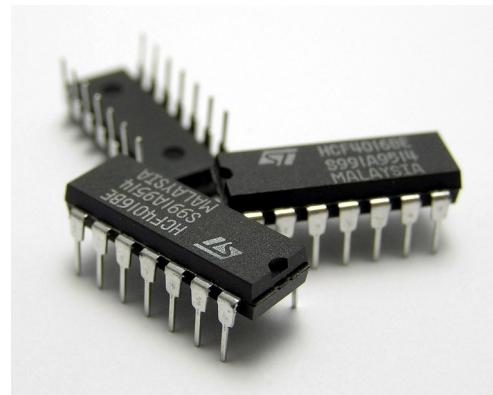
Ma per insegnare a un calcolatore che è sbagliata bisogna memorizzare nella sua memoria un enorme modello della biologia animale, che specifichi ad esempio chi mangia e chi è mangiato con tantissime altre informazioni, e questo è praticamente impossibile.

Oggi esistono meravigliosi traduttori, ma anche il più preciso potrà incappare in clamorosi errori semantici.



APPROFONDIMENTO: circuito integrato

Un circuito integrato è un insieme di componenti elettronici come transistori, diodi o semplicemente resistori (elementi di collegamento dotati di valori noti di resistenza).



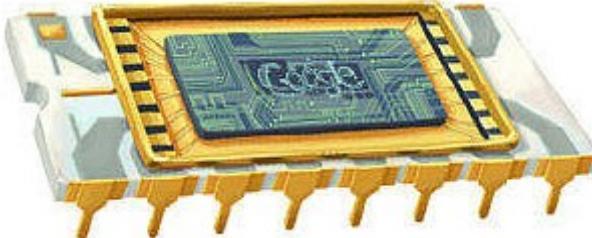
Nell'estate del 1958, il giovane scienziato americano **Jack Kilby** (poi Premio Nobel nel 2000), essendo stato appena assunto dalla Texas Instruments, non potè usufruire delle ferie come invece fecero i suoi colleghi.

Approfittando della tranquillità dei laboratori deserti, si dedicò ad alcuni esperimenti relativi ad una sua idea: riuscire a far stare un circuito composto di un transistor e di alcuni altri elementi su una piastrina di germanio delle dimensioni di 0,16 x 1,11 mm.

Nel settembre successivo riuscì a dimostrare, mostrandolo su un oscilloscopio, che la sua realizzazione poteva generare un segnale sinusoidale.

Nasceva così il primo circuito integrato.

Dopo soli sei mesi **Robert Noyce** realizzò una invenzione simile ma realizzata su piastra di silicio.

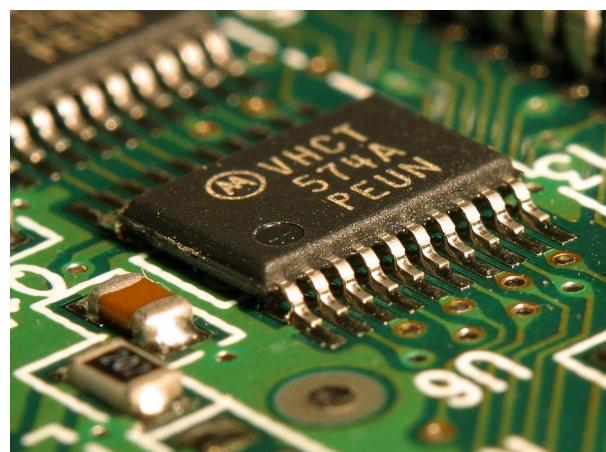


Imprenditore e inventore, Noyce fu tra i fondatori della società produttrice di microprocessori Intel, nel 1968, ed è ritenuto l'ideatore dei microchip, insieme con Jack Kilby.

La loro invenzione rivoluzionò il mondo dei computer favorendo il progressivo affermarsi dell'industria dei PC nella Silicon Valley, che deve il proprio nome ai chip in silicio. Non a caso, Noyce era conosciuto da quelle parti come "il sindaco della Silicon Valley". I primi circuiti integrati commerciali furono circuiti di amplificatori operazionali e circuiti logici, che venivano usati nella costruzione di computer.

Il circuito elettronico viene realizzato su una piastrina di materiale semiconduttore che viene chiamata **die**. Questo circuito può essere costituito da pochi elementi fino a milioni di componenti elettronici elementari quali transistor, diodi, resistori, condensatori, induttori ed anche piccole e condensatori. I circuiti integrati si dividono in due categorie principali: **digitali e analogici**.

A seconda del tipo di transistor utilizzato, i circuiti integrati si dividono poi ulteriormente in **Bipolari** se usano transistor bipolari classici o **CMOS** (**C**omplementary **M**etal **O**xide **S**emiconductor) se usano transistor MOSFET. Negli anni '90 la Intel mise a punto una nuova tecnologia ibrida per i suoi microprocessori, detta **BiCMOS**, che permette di usare entrambi i tipi di transistor sullo stesso chip.



APPROFONDIMENTO: le date dell'intelligenza artificiale

(per i più grandi)

335 a.c. La logica aristotelica

Aristotele fonda la logica che prende il suo nome, per cui puo' essere considerato come il progenitore piu' antico dell'"automatic reasoning" (o "ragionamento automatico"), uno dei capitoli piu' importanti dell'intelligenza artificiale.



Inoltre Aristotele classifica le conoscenze in "scienze pratico-empiriche", "scienze teoretiche" e "metafisica". Nell'ambito dell'ultima categoria identifica con un altro nome le ontologie che diventeranno nell'anno 2000 uno degli strumenti fondamentali per la descrizione formale di un universo di concetti legati fra loro.

1640. Cartesio.

Cartesio descrive l'animale come macchina complessa. Non e' chiaro se l'uomo rientri nella categoria delle macchine complesse.

Il suo "cogito, ergo sum" diventera' il riferimento del motto, piu' o meno scherzoso, "digito, ergo sum" e delle riflessioni piu' serie sulla "coscienza del se".

1769. Il primo giocatore automatico degli scacchi.

Il barone Von Kempelen presenta al pubblico il "Turco", il primo giocatore automatico di scacchi. La macchina e' interessante soltanto dal punto di vista meccanico, in quanto la componente logica e' una truffa, nascondendo la macchina al suo interno un giocatore in carne ed ossa. Comunque Von Kempelen progetta anche, senza imbrogli, un letto mobile per la regina ammalata Maria Teresa, una macchina da scrivere per una pianista cieca, alcuni apparecchi di ausilio ai sordi e un primo prototipo di macchina parlante.

1840. Il Congresso di Torino, Charles Babbage e Ada Byron.

Al secondo congresso degli scienziati italiani, o meglio, come si diceva allora, dei filosofi italiani, organizzato dall'Accademia delle Scienze di Torino, viene invitato dal re Carlo Alberto anche Charles Babbage.

Babbage e' un matematico inglese che ha prodotto, nei suoi primi anni di attivita' scientifica, un ottimo lavoro teorico grazie al quale e' stato chiamato a coprire la cattedra di Matematica dell'Universita' di Cambridge. Da una decina di anni ha lasciato la teoria per lanciarsi, anima e corpo, nello studio e nel progetto del primo calcolatore programmsabile della storia.

In quella circostanza Babbage presenta alla communita' scientifica mondiale, per la prima volta, il frutto del suo lavoro, rappresentato da un enorme baule contenente i disegni ed il modello di qualche parte della sua "Analitical Engine", o "Macchina Matematica".

Babbage non ha mai trovato il tempo necessario per descrivere la sua invenzione in un articolo scientifico. Cosi', Luigi Federico Menabrea, giovane tenente del genio che diventera' un grande patriota e presidente del consiglio del Regno d'Italia, viene incaricato di descrivere la macchina di Babbage. Menabrea produce una splendida descrizione che e' presentata nel 1842 alla "Biblioteque Universelle de Geneve" e che ha grande importanza concettuale e storica perche' puo' essere considerato come il primo lavoro scientifico dell'informatica.

Nove mesi dopo la sua pubblicazione, l'articolo di Menabrea è tradotto in inglese e ampiamente commentato da Ada Byron, figlia di lord Byron, contessa di Lovelace.

I commenti di Ada Byron hanno un grande valore scientifico, per cui oggi Ada viene ricordata come la prima programmatrice della storia nonché come l'autrice del primo articolo della scienza dell'informazione (facendo torto a Menabrea). In suo onore, il linguaggio voluto dal Dipartimento della Difesa degli Stati Uniti per risolvere il problema della standardizzazione del software sarà chiamato "Ada".

In una delle sue note Ada inizia quello che da allora è noto come il "Regime di Lovelace", asserendo che una macchina può fare solo ciò che le si ordina e nient'altro: "La macchina matematica non ha la pretesa di creare nulla. Può analizzare, ma non ha le capacità di anticipare le connessioni o le verità analitiche. L'unica sua funzione è quella di rendere accessibili le conoscenze già acquisite". È questo un punto di grande interesse storico perché, secondo alcuni studiosi, con l'avvento dell'Intelligenza Artificiale il Regime di Lovelace è finito.

Qualche anno dopo la passione per le corse dei cavalli indurrà Ada a dimenticare ciò che aveva scritto nella nota sopra citata e a sviluppare un programma di ausilio allo scommettitore, basato sul calcolo delle probabilità.

Questa idea ha valore storico e avrebbe dovuto conferirle il titolo della prima programmatrice di un "sistema esperto", ossia di un sistema di calcolo che incorpori le conoscenze di un esperto in un dato settore. Per il momento la comunità scientifica non le ha ancora attribuito questo riconoscimento, forse per il fatto che con quell'esperienza Ada anticipò alcuni clamorosi insuccessi dei sistemi esperti e dovette vendere i gioielli di famiglia per pagare i debiti di gioco.

1854. George Boole e le leggi del pensiero.

Il matematico inglese George Boole pubblica "An investigation into the Laws of Thought, on which are founded the mathematical theories of Logic and Probabilities". In quell'articolo Boole introduce un'algebra delle proposizioni. Una proposizione come "lui ama lei", può essere associata ad una variabile "LUIAMALEI", come si suole scrivere nella programmazione. La variabile "LUIAMALEI" potrà assumere soltanto due valori che potranno essere chiamati "vero" e "falso".

L'algebra di Boole lavora appunto su variabili di questo tipo, per mezzo di tre operatori fondamentali.

L'operatore "AND", o operatore di congiunzione logica, è l'analogo della congiunzione "e" del linguaggio naturale.

L'operatore "OR", o operatore di disgiunzione logica, è l'analogo dell'"oppure" del linguaggio naturale. L'operatore "NOT", o operatore di negazione logica, è l'analogo della proposizione "non". Un esempio: SISPOSANO = LUIAMALEI AND LEIAMALUI AND (LUIHASOLDI OR LEIHASOLDI).

L'algebrizzazione delle operazioni logiche scatena la reazione dei filosofi inglesi secondo i quali la logica è un capitolo della filosofia e non della matematica.

1920. I principi della matematica.

Bethand Russel e Alfred North Whitehead pubblicano i "Principia Mathematica", che rivoluzionano la logica formale.

1943. Il perceptrone.

Mc Cullog e Pitts descrivono il perceptrone, ossia il neurone artificiale, e le reti neurali artificiali, generalizzazione del perceptrone. Una rete neurale artificiale emula una rete neurale naturale, anche se opera su segnali digitali binari e non su segnali analogici.

1947. Alan Turing e gli scacchi.

Alan Turing descrive la struttura di un programma per il gioco automatico degli scacchi. Il suo obiettivo e' discutere un esempio di quello che puo' fare un calcolatore.

1950. Il test di Turing.

Alan Turing presenta "Computing machinery and intelligence", e il cosi' detto test di Turing. Se un operatore, lavorando su un calcolatore interconnesso ad un secondo calcolatore al di la' di una parete, non e' in grado di decidere se il suo interlocutore sia un uomo o un programma automatico, allora si puo' parlare di intelligenza artificiale. Nello stesso lavoro Turing esamina e respinge molte congetture contrarie all'ipotesi di realizzabilita' dell'Intelligenza Artificiale.

1950. Shannon e gli scacchi.

Claude Shannon descrive la logica di un programma per il gioco degli scacchi in "Programming a computer for playing chess" su Philosophical Magazine. E' questo il primo articolo sul gioco automatico degli scacchi.

1954. Il primo traduttore da lingua a lingua.

Un gruppo di ricerca della Georgetown University sviluppa un traduttore automatico di documenti dall'inglese al russo e viceversa. Usa 250 parole e 6 regole sintattiche che, in vero, paiono poche per le applicazioni concrete, ma il successo induce altri gruppi di ricerca ad affrontare il problema e il governo americano ad investire venti milioni di dollari nelle ricerche del settore.

1956. Il congresso di Dartmouth.

Due giovani professori americani, John McCarthy e Marvin Minsky, organizzano nel college di Dartmouth un seminario di due mesi dedicato ad uno studio ad ampio spettro sulla realizzabilita' dell'Intelligenza Artificiale. E' in quell'occasione che viene coniata la denominazione "Intelligenza Artificiale" ed e' per questa ragione che collochiamo a Dartmouth, se non la nascita, almeno il battesimo della nuova scienza.

In quel convegno si discute, per la prima volta, la differenza esistente fra il pitecantropo B.A.I. (before artificial intelligence) e il calculator sapiens A.A.I. (after artificial intelligence).

1956. Il "logic theorist"

Nasce il primo programma di I. A., chiamato "Logic Theorist (LT)" e scritto da Allen Newell, J.C. Shaw and Herbert Simon della Carnegie Mellon University. Poco dopo i tre autori presentano il General Problem Solver (GPS).

1957. La previsione di Herbert Simon

Herbert Simon, uno dei padri fondatori dell'Intelligenza Artificiale, formula una nota previsione. Entro dieci anni il calcolatore dimostrera' automaticamente importanti teoremi matematici, tradurra' i documenti da una lingua ad un'altra, comporra' musica di classe, gestira' un'azienda, ispirera' la maggior parte delle teorie psicologiche e battera' il campione del mondo di scacchi. Le sue previsioni non si avvereranno, ma i suoi contributi scientifici saranno di importanza fondamentale.

1957. Noam Chomsky e la linguistica computazionale.

Noam Chomsky, il grande studioso noto anche per la critica della società americana, pubblica una monografia dedicata alla struttura sintattica del linguaggio.

Il modello matematico analizzato diverrà uno strumento fondamentale sia della linguistica e dell'elaborazione automatica del linguaggio, sia dei sistemi automatici per la traduzione dei linguaggi per calcolatore.

1958. LISP

John McCarthy sviluppa LISP, uno dei linguaggi fondamentali per la soluzione dei problemi di Intelligenza Artificiale.

1958. Il dimostratore automatico di teoremi.

Herb Gelernter e Nathan Rochester di IBM presentano il primo dimostratore automatico di teoremi. Opera su un modello semantico di una classe di problemi della geometria.

1958. La prima vittoria a scacchi.

Il calcolatore NSS batte a scacchi la segretaria del suo progettista che, in vero, ha imparato a giocare il giorno prima.

1960. Le reti semantiche per la traduzione automatica.

Margaret Masterman ed alcuni colleghi della Università di Cambridge presentano le prime reti semantiche da utilizzarsi nell'elaborazione del linguaggio naturale e nella traduzione automatica.

1962. Il primo robot industriale.

Nasce Unimation, la prima azienda che produce robot industriali.

1962. Il primo programma per il gioco degli scacchi.

Al leggendario Massachusetts Institute of Technology nasce il primo programma per il gioco degli scacchi in grado di competere con buoni giocatori. Opera su un elaboratore IBM 7090 e verifica 1100 mosse in un secondo.

1965. Eliza, la psicoterapia automatica.

Joseph Weizenbaum di M.I.T. sviluppa Eliza, un programma che dialoga con l'utente in linguaggio naturale. Il programma ottiene molto successo soprattutto dopo lo sviluppo di una versione dedicata alla psicoterapia.

1966. Il rapporto Pierce.

Il governo americano scopre che i ritorni degli investimenti sulla traduzione automatica, dell'ordine di 20 milioni di dollari, sono stati modesti almeno dal punto di vista delle applicazioni concrete. La National Science Foundation ordina allora un'indagine sullo stato dell'arte. Il rapporto conclusivo, chiamato rapporto Pierce, quindici anni dopo l'inizio degli studi sulla traduzione automatica da lingua a lingua, proclama il loro fallimento.

Troppo complessa appare la sintassi dei linguaggi naturali rispetto a quella dei linguaggi artificiali, troppo difficile il problema della disambiguazione, ossia della identificazione del significato corretto tra i molti di una stessa parola e della stessa frase.

1966. URSS batte USA a scacchi.

Si svolge il primo incontro di scacchi fra un calcolatore sovietico ed uno americano. Vince il secondo per tre ad uno.

1967. Dendral, il chimico artificiale.

Eduard Feigenbaum, Joshua Lederberg, Bruce Buchanan e Georgia Sutherland presentano "Dendral", un sistema esperto per la chimica che e' in grado di identificare la struttura di una molecola partendo dallo spettrogramma di massa della sostanza.

1968. La grande sfida uomo – calcolatore a scacchi.

Il maestro internazionale David Levy scommette 3000 dollari con John McCarthy che nessun calcolatore lo potra' sconfiggere entro dieci anni. Vincerà la scommessa per 3 a 1.

1969. Il robot mobile che vede e affronta le difficolta'.

Presso il leggendario Stanford Research Institute viene presentato Shakey, un robot che si muove, vede, comprende lo scenario in cui si muove e risolve le difficolta' che incontra.

La Stanford Cart di Hans Moravec, qualche anno dopo, farà di meglio attraversando un laboratorio pieno di sedie e altri ostacoli.

E' il primo passo verso la realizzazione del robot – collaboratore familiare, che, secondo quel tecnologo "duro" (anche nel senso di "ottuso") che è Meo, rappresenta il più importante e difficile obiettivo dell'Intelligenza Artificiale.

Infatti è relativamente facile realizzare un robot per assemblare o verniciare un' autovettura, ma è difficilissimo costruire un robot domestico capace di spacciare una tavola o riordinare la camera da letto. La ragione è evidente: un robot non vede, oppure, se vede, non capisce quel che vede. In altri termini, il robot domestico ha bisogno di un certo livello di Intelligenza Artificiale per vedere, o meglio, per capire quel che vede, e, sulla base di quel che vede, decidere come operare. Lo stesso robot domestico ha bisogno di Intelligenza Artificiale per ricevere e sentire ordini vocali, o meglio, capire quel che sente.

Deve riconoscere la voce del padrone per non divenire servo di chiunque lo comandi. Deve distinguere il gatto di casa da quello dei vicini per lasciare in pace il primo e cacciare gli altri. Qualche volta dovrà leggere i messaggi scritti che il padrone gli avesse inviato per lettera, e interpretare tali messaggi per tradurli in concetti di ordine.

Deve interpretare correttamente le diverse condizioni operative in modo da non pretendere di passare attraverso le porte chiuse ed evitare il cane mentre sta scopando il corridoio. Infine, dovrà imparare a giocare a scacchi per intrattenere la signora.

1972. Nasce il Prolog.

Alan Colmerauer sviluppa il PROLOG, che soppianterà il LISP come linguaggio principe dell'Intelligenza Artificiale.

1974. Si laurea il medico artificiale.

A Stanford, per merito di Ted Shortliffe, nasce MYCIN, il primo sistema esperto per la medicina.

1976. Il calcolatore dimostra il teorema dei quattro colori.

Quanto vale il numero minimo di colori di cui occorre disporre per disegnare una carta geografica in modo che a due aree adiacenti siano assegnati colori diversi?

Da 150 anni i matematici sanno che quel numero minimo e' 4, ma non sono mai riusciti a dimostrarlo. Appel e Akel finalmente ci riescono, impiegando un calcolatore per oltre 1200 ore. E' il primo teorema importante dimostrato con l'impiego di un calcolatore (e molta intelligenza naturale).

1978. Premio Nobel per l'economia a Herb Simon.

Herb Simon vince il premio Nobel per l'economia in virtu' dell'importanza della sua teoria della "razionalita' vincolata", una pietra miliare nella storia dell'Intelligenza Artificiale.

1980. Le "shell" dei sistemi esperti.

L'offerta di "shell", ossia di ambienti di sviluppo per la realizzazione di sistemi esperti, determina il fiorire di mille applicazioni industriali del settore, dalla gestione aziendale alla pianificazione degli investimenti, dalla prospezione mineraria all'assistenza tecnica delle macchine.

1982. Nasce il comparto industriale delle dattilografe automatiche

Jim e Janet Baker fondano la Dragon Systems, che diverrà l'azienda di riferimento nel settore del riconoscimento automatico della voce. Nasce così il nuovo comparto industriale delle dattilografe automatiche, che tuttavia non funzioneranno mai molto bene. Venti anni prima Luigi Gilli e Meo avevano sviluppato un riconoscitore della voce reconfigurabile (capace di classificare sino a 20 parole), di cui nessuno si ricorda più. Non sbagliava quasi mai, ma quando portammo a 200 il numero delle parole classificate sbagliava quasi sempre.

1980. Il programma giapponese dei calcolatori della quinta generazione.

Dopo i calcolatori della prime quattro generazioni, caratterizzati, nell'ordine, dall'impiego di tubi elettronici, transistori, microcircuiti a bassa integrazione e microcircuiti a grande integrazione, i giapponesi sognano una quinta generazione, caratterizzata da rivoluzionare funzionalità di Intelligenza Artificiale. Ad esempio, il sistema per il trattamento delle immagini dovrà memorizzare centomila immagini diverse, reperire un'immagine dall'archivio in cento millisecondi, e in pochi secondi interpretare un'intera immagine, ossia identificare i singoli oggetti presenti e determinare le loro posizioni relative. Il sistema di interpretazione della voce dovrà riconoscere diecimila parole diverse e comprendere il significato della frase. Inoltre dovrà identificare centinaia di parlatori diversi.

Il traduttore dall'inglese al giapponese dovrà essere dotato di un vocabolario di 100.000 parole e operare con una precisione del 90%.

Comunque la proposta giapponese riscuote un grande successo presso i mass media e la stessa comunità scientifica mondiale. Così quella proposta diviene il catalizzatore di molte iniziative occidentali ben più ricche di finanziamenti e ricercatori. Nella stessa Europa, di solito tarda nel recepire le innovazioni scientifiche e tecnologiche, decollano il programma comunitario Esprit, con un finanziamento di 1,2 miliardi di dollari in cinque anni (circa dieci volte il programma giapponese della quinta generazione) ed alcuni programmi nazionali, come il programma Halvey inglese (450 milioni di dollari in cinque anni, quasi cinque volte il programma giapponese) e un capitolo importante di un progetto finalizzato del C.N.R. italiano.

1982. Il progetto "Strategic Computing Initiative".

Sin dalle origini, i militari hanno mostrato molto interesse per gli sviluppi dell'Intelligenza Artificiale.

L'interesse militare si concentra' dapprima sui problemi di classificazione automatica delle forme, per la necessita' di riconoscere, ad esempio, un carro armato da un'automobile nel telerilevamento da satellite o da aereo. L'interesse crescerà progressivamente nel tempo, con il crescere delle aspirazioni, o dei sogni, dell'Intelligenza Artificiale per due ordini di ragioni.

In primo luogo, il robot domestico e' anche uno splendido guerriero: non mangia, non dorme, non pensa, non coltiva ideologie (almeno per il momento), non tradisce e puo' essere prodotto in serie. Otto milioni di robot prodotti in serie costano meno, tutto sommato, di otto milioni di baionette.

In secondo luogo, quando i tempi di azione e di offesa diventano dell'ordine dei secondi o delle frazioni di secondo, come nelle battaglie aeree, anche i tempi di reazione, e quindi di decisione, devono divenire dello stesso ordine di grandezza. Diviene quindi una necessita' tecnica sottrarre le decisioni all'uomo per affidarle al calcolatore.

Forse in risposta al progetto giapponese delle quinta generazione, DARPA (Defense Advanced Research Project Agency), l'Ente americano che finanzia e coordina le ricerche militari piu' avanzate, avvia il grande progetto S.C.I. o "Strategic Computing Initiative".

Il finanziamento previsto per S.C.I. e' un miliardo di dollari in dieci anni, cinque volte il programma giapponese.

Il programma e' la controparte militare di quello giapponese, ed e' quindi il libro dei sogni militari. Per l'esercito si vuole realizzare un veicolo automatico che sia in grado di penetrare nelle linee nemiche per operazioni di ricognizione, sabotaggio e trasporto, e che a tal fine possa vedere e interpretare l'ambiente, prendere decisioni operative, colloquiare con la base via radio in linguaggio naturale.

Per l'aviazione si intende sviluppare un pilota automatico che collabori su ogni aereo con il pilota uomo, occupandosi dei compiti meno importanti, come il controllo della strumentazione, il riconoscimento dell'ambiente, la guida del veicolo verso l'obiettivo nemico.

Il pilota automatico colloquiera' con il pilota uomo in linguaggio naturale e sara' in grado di apprendere dal pilota uomo o da altri piloti automatici.

Per la marina si vuol sviluppare un sistema per la gestione del combattimento che esamini in modo dettagliato lo schieramento nemico e il proprio, e, servendosi di simulazioni, indichi la strategia ottimale per massimizzare l'offesa da portare al nemico e minimizzare le proprie perdite.

Si pensa che il sistema sviluppato possa permettere anche, con dati diversi, la gestione tattica del combattimento a livello dei corpi d'armata, delle divisioni, dei battaglioni, la gestione logistica e la difesa missilistica.

1983. Lo scudo spaziale.

Il 23 marzo del 1983 il Presidente Ronald Reagan annuncia l'avvio del progetto S.D.I. o "Strategic Defence Initiative", con l'obiettivo ambizioso di colpire i missili nemici prima che entrino nel territorio degli Stati Uniti. A colpire i missili sara' un raggio laser di grande potenza, alimentato da una esplosione nucleare sotterranea e diretto verso l'obiettivo da un sistema di specchi orbitanti intorno alla terra.

I mass media battezzano il nuovo progetto "scudo spaziale" o "scudo stellare", su suggerimento di una vignetta satirica che rappresenta Reagan che si cimenta con un videogioco. Gli uomini del Pentagono dapprima si indispettiscono, poi accettano la nuova definizione.

S.D.I. ha bisogno di Intelligenza Artificiale per almeno due ragioni importanti.

In primo luogo, il tempo utile per intervenire e intercettare i missili in partenza dall'Unione Sovietica e' dell'ordine di pochi minuti, e pertanto le decisioni devono essere affidate ad un calcolatore. Tanto piu' che l'analisi delle immagini e dello scenario complessivo, sulla base dei quali occorrera' procedere, e' estremamente complessa, perche' il nemico potrebbe sparare un certo numero di missili "allodola" oltre ai missili buoni, per rendere piu' difficile l'intercettamento.

Così' - si afferma - una rete di elaboratori molto intelligenti potrebbe risolvere problemi che oggi non si sa bene come affrontare.

In secondo luogo, il software, ossia l'insieme dei programmi degli elaboratori di S.D.I., sarà composto da qualcosa come dieci milioni di istruzioni, che è bene siano molto affidabili, per evitare, fra l'altro, di scatenare un conflitto nucleare per un bug software. Nei 1983 il problema di scrivere dieci milioni di istruzioni affidabili pare insolubile, ma si pensa di ricorrere a nuovi strumenti di Intelligenza Artificiale per la sintesi automatica di programmi senza errori.

1983. La partecipazione a un torneo di scacchi.

Il calcolatore BELLE partecipa a un torneo di scacchi per maestri e raggiunge un punteggio ELO (lo standard internazionale per la classificazione degli scacchisti) pari a 2203, la valutazione di un ottimo giocatore.

1982 -1985. Barbara Pernici e Marco Somalvico organizzano il convegno internazionale su "Intelligenza Artificiale e gioco degli scacchi".

Per tre anni consecutivi, Barbara Pernici, maestro internazionale femminile di scacchi, e Marco Somalvico, uno dei più appassionati e profondi studiosi italiani di Intelligenza Artificiale, organizzano un convegno internazionale dedicato al rapporto fra scacchi e Intelligenza Artificiale.

1985. Kasparov vince sempre.

Kasparov affronta i 15 migliori calcolatori e vince tutte le partite.

1988. DEEP THOUGHT raggiunge quota 2745.

Nel campionato "open" degli USA DEEP THOUGHT si classifica primo ex-equo e raggiunge una valutazione pari a 2745, molto vicina a quella del campione del mondo.

1997. Il primo campionato ufficiale di calcio per robot.

Si svolge il primo campionato ufficiale della cosiddetta "Robo – Cup" con 40 squadre partecipanti e oltre 5000 spettatori.

1997. Il calcolatore sconfigge il campione del mondo di scacchi.

L' 11 maggio del 1997, il calcolatore DEEP BLUE sconfigge il campione del mondo in carica Garry Kasparov. DEEP BLUE è costituito da 30 processori IBM RS-6000 operanti in parallelo insieme a 480 microprocessori progettati specificamente per quella macchina. Quel calcolatore è in grado di valutare 200 milioni di mosse in un secondo.

2006. A Torino il 14.mo campionato del mondo di scacchi per computer.

Potremmo proseguire a lungo ma è ora di passare al capitolo successivo
...la più importante invenzione del XX secolo sta nascendo...

Ringraziamenti e link



Nel realizzare questo libretto, abbiamo attinto informazioni e immagini dalla rete, ponendo estrema attenzione al rispetto delle norme di utilizzo indicate.

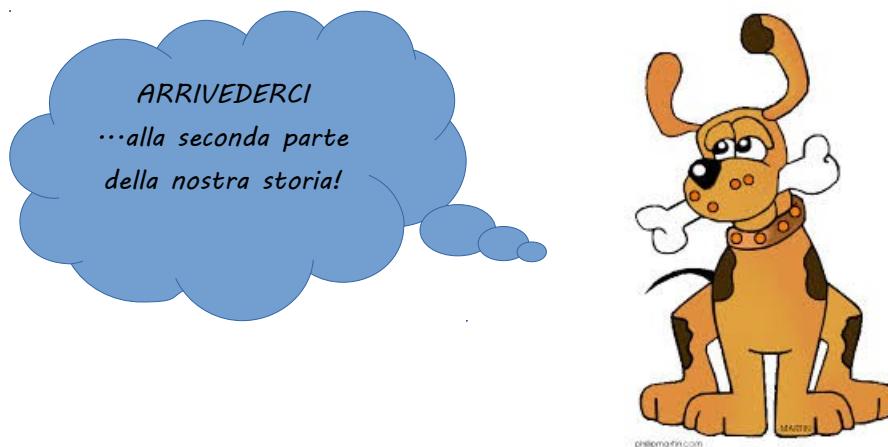
Di seguito sono indicati i siti visitati.

Chiunque riscontrasse errori in tal senso o omissioni, è pregato di contattarci, provvederemo immediatamente alle opportune correzioni.

LINK

- <http://www.phillipmartin.info/clipart/homepage.htm>
- http://crema.di.unimi.it/~citrini/Tesi/r9/num_sum.html
- <http://web.math.unifi.it/archimede/laboratori/appunti/sumeri.pdf>
- <http://www.dti.unimi.it/citrini/Tesi/r9/cifre.html>
- <http://www.fe.infn.it/u/filimanto/scienza/storia/egitto/egitto.htm>
- http://web.math.unifi.it/archimede/note_storia/numeri/numeri1/node12.html
- http://www.orianapagliarone.it/storia%20della%20matematica/storia_prima.htm
- <http://www.orianapagliarone.it/storia%20della%20matematica/animapita18.htm>
- http://crema.di.unimi.it/~citrini/Tesi/r9/num_io.html
- <http://www.museiscientificiroma.eu/museomatematica/mouseABACO2.htm>
- <http://www.ba.infn.it/~pierro/Didattica/matematica/numeri/romani/Storia%20dei%20numeri%20romani.pdf>
- <http://www.tecnoteca.it/museo/01>
- http://www.trevisini.it/DOCS AREA/CERINI_OPMAT Quaderno1.pdf
- <http://php.math.unifi.it/convegnostoria/materiali/pettisumeri.pdf>
- <http://progettamatematica.dm.unibo.it/NumeriAdditivi/egizi.html>
- <http://www.aiutodislessia.net/storia-le-civiltà-mesopotamiche-gli-ititti-1-superiore/>
- <http://books.google.it/books>
- <http://books.google.it/books?>
- id=AfED2bC5ntsC&pg=PA16&lpg=PA16&dq=notazione+numerica+ittita&source=bl&ots=tzhvtt9Aer&sig=TLGZNDgBgKlc5a_eU1GBbO1FJzA&hl=it&sa=X&ei=G6FYVLbfEI7naPSSgcgL&ved=0CD8Q6AEwBA#v=onepage&q&f=false
- <http://progettamatematica.dm.unibo.it/NumeriEgitto/horus.html>
- <http://web.unife.it/altro/tesi/A.Montanari/grecia.htm>
- http://www.universonline.it/_misteri/articoli_m/articoli/01_05_22_a.php
- <http://www.pbs.org/opb/conquistadors/espanol/mexico/adventure1/pop-codex.htm>

<http://gaiarinaldelli.it/siti/progetto%20storia/azteco.html>
<http://slideplayer.it/slide/618735/>
<http://www.raiscuola.rai.it/articoli/storia-dei-numeri/9704/default.aspx>
<http://slideplayer.it/slide/618735/>
<http://people.sissa.it/~floreghi/stuff/mepvs2012.pdf>
<http://www.collezionespada.it/html/9fam.htm>
<http://celebiography.com/jack-kilby.html>
http://www.museoscienza.org/dipartimenti/catalogo_collezioni/scheda Oggetto.asp?idk_in=ST170-00024&arg=tavolo
http://ethw.org/Robert_Noyce
<http://www.blogalileo.com/scoperti-alcuni-segreti-della-matematica-degli-aztechi/>
<http://www.mimmocorrado.it/mat/alg/ins/sistemi.numerazione.pdf>
<http://it.wikipedia.org/wiki/Abaco>
http://it.wikipedia.org/wiki/Leonardo_Fibonacci
http://it.wikipedia.org/wiki/Liber_abaci
http://it.wikipedia.org/wiki/Sistema_di_numerazione_babilonese
http://it.wikipedia.org/wiki/Sistema_di_numerazione_cinese
http://it.wikipedia.org/wiki/Sistema_di_numerazione_egizio
http://it.wikipedia.org/wiki/Sistema_di_numerazione_greco
http://it.wikipedia.org/wiki/Sistema_di_numerazione_maya
http://it.wikipedia.org/wiki/Sistema_di_numerazione_romano
<http://progettamatematica.dm.unibo.it/>
<http://www.clipartpanda.com/categories/comprehension-clipart>
www.dsi.unive.it/~pelillo/.../Storia%20dell'informatica/Lezione%202.pdf
<http://www.dsi.unive.it/~pelillo/Didattica/Storia%20dell'informatica/Lezione%202.pdf>
<http://webmath2.unito.it/paginepersonalisi/giacardi/storianum1.pdf>
<http://www.giocomania.org/pagine/19609/pagina.asp>
<http://www.link2universe.net/2013-11-07/automa-bambino-scrittore-uno-straordinario-antenato-dei-computer/>
<http://www.storiaolivetti.it/percorso.asp?idPercorso=605>
http://www.audiovalvole.it/tipologia_valvole_diodo.html
http://it.123rf.com/photo_15446904_in-the-illustration-an-elderly-archaeologist-examines-a-magnifying-glass-ancient-vase-illustration-d.htm
http://it.123rf.com/photo_7013815_archeologo-vecchio-sul-luogo-di-lavoro.html
<http://www.filosofia.rai.it/articoli/storia-dei-numeri/9704/default.aspx>
<https://www.youtube.com/watch?v=eBN721mvYzU>



BREVE STORIA



DELL'INFORMATICA

raccontata ai grandi e ai piccini

PARTE SECONDA

a cura di

Aurora Martina, Angelo Raffaele Meo, Clotilde Moro



*Studia prima la scienza e poi seguita la pratica,
nata da essa scienza*

Leonardo da Vinci

PREMESSA

Questo libro è destinato ai ragazzi di età compresa tra i 10 e i 14 anni circa.

Abbiamo realizzato questo libro lontani da ogni intento commerciale, con il solo desiderio di contribuire a creare e diffondere conoscenza. Riteniamo, infatti, che i ragazzi, oggi, abbiano una cognizione troppo superficiale ed applicativa degli strumenti informatici.

L'informatica è una scienza e come tale andrebbe insegnata.

Speriamo, inoltre, che il nostro lavoro possa risultare utile anche a quei docenti, educatori, genitori che condividono con noi l'idea che oggi insegnare l'informatica ai ragazzi sia non solo importante ma indispensabile al fine di contribuire a creare in loro maggiore consapevolezza, sicurezza e capacità di gestire in autonomia le proprie scelte.

La nostra storia segue una linea temporale ed i contenuti sono organizzati in cinque libretti, che possono essere scaricati liberamente e gratuitamente dalla rete anche singolarmente:

- 1- la preistoria del calcolo
- 2- tutto meccanico
- 3- l'elettronica
- 4- tempi moderni
- 5- oggi per domani

La narrazione pone in primo piano i personaggi che hanno creato la storia dell'informatica. Per ciascuno di essi abbiamo cercato di descrivere, nel modo più semplice possibile, il loro contributo scientifico, secondo lo schema: quando, chi, che cosa ha fatto, come funziona. Dove necessario, abbiamo inserito un simbolo che rimanda ad uno specifico approfondimento, reperibile al fondo del libretto.

Abbiamo attinto immagini e informazioni dalla rete, prestando estrema attenzione a rispettare le norme indicate per il loro utilizzo. Nel caso qualcuno riscontrasse errori od omissioni è pregato di contattare gli autori. Provvederemo immediatamente alle necessarie correzioni. Al fondo del libro sono riportati i link dei siti e delle pagine consultate.

Un particolare ringraziamento:

- a Philip Martin, autore delle bellissime immagini che illustrano il libro.



wwwphilipmartin.com

- agli autori (citati nelle prime righe del capitolo LINK, al fondo del libro) che ci hanno guidati nella stesura del primo libretto.

Quest'opera è stata rilasciata con licenza Creative Commons Attribuzione - Non commerciale - Condividi allo stesso modo 3.0 Italia. Per leggere una copia della licenza visita il sito web <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/it/> o spedisci una lettera a Creative Commons, 171 Second Street, Suite 300, San Francisco, California, 94105, USA.

LIBRETTO



TEMPI MODERNI



Contare, calcolare, elaborare dati

Dopo i primi capitoli introduttivi, dedicati rispettivamente allo studio della storia degli antichi metodi e degli strumenti per il calcolo, delle macchine meccaniche, dell'elettronica, eccoci arrivati alla grande svolta.

E' il 1957 e molti fatti importanti sono accaduti nel mondo. Tra questi ricordiamo il lancio nello spazio dello Sputnik-1, avvenuto il 4 ottobre del 1957 ad opera dell'Unione Sovietica.

Il lancio del primo satellite artificiale provocò tra la gente un'impressione enorme; i media dell'epoca dedicarono ampi spazi e commenti all'impresa spaziale, creando la convinzione generalizzata che l'Unione Sovietica avesse raggiunto la supremazia scientifica e tecnologica rispetto agli Stati Uniti.

La reazione del Governo americano fu immediata: vennero stanziati ingenti somme e assegnati ricchi finanziamenti alla ricerca, con lo scopo di riottenere la supremazia in campo tecnologico-scientifico.

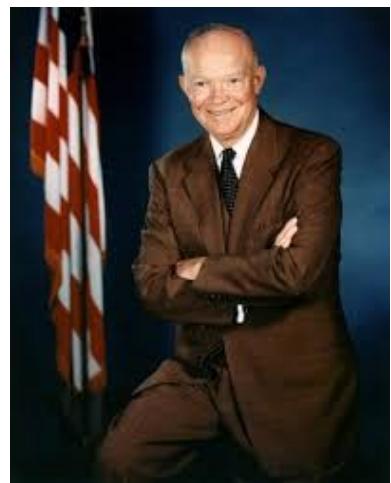
Tra le tante iniziative, particolarmente importante fu, per la nostra storia, la costituzione della Advanced Research Projects Agency (ARPA) dando il via così, inconsapevolmente, a quella che da molti scienziati è considerata l'invenzione più importante del secolo: Internet.

MACCHINE CHE CALCOLANO E UOMINI CHE RICERCANO

...continua in rete

LA NASCITA DI ARPA

"4 ottobre 1957: l'Unione Sovietica mette in orbita il primo satellite artificiale della Terra. Il suo innocente e innocuo "bip bip", trasmesso dalle radio e dalle TV di tutto il mondo, risuona come campana a morto per i cittadini americani, che sentono di aver perduto, o di correre il rischio di perdere, non soltanto la supremazia militare, ma anche quella scientifica e tecnologica, e forse quella industriale ed economica."



Spinto dall'esigenza di riconquistare il primato mondiale in campo scientifico-tecnologico, il Presidente Americano **Dwight D. Eisenhower** convocò immediatamente il comitato di consulenza scientifica presidenziale ("Senior Advisor Committee") per definire una nuova politica di sviluppo scientifico e tecnologico. Le scelte operative del comitato portarono alla nomina di un unico supervisore scientifico al quale vennero conferiti ampi poteri. La scelta cadde su un professore universitario, **James R. Killian Jr.**, il Presidente del Massachusetts Institute of Technology, il leggendario Politecnico di Boston. Come primo suo atto, Killian chiese ad Eisenhower la costituzione di un'unica agenzia per il

finanziamento e il coordinamento della ricerca scientifica, in modo da superare l'antica rivalità dei gruppi di ricerca che facevano capo all'Esercito, alla Marina e all'Aeronautica. **Nacque COSÌ ARPA, "Advanced Research Project Agency"**, per la quale il Presidente chiese al Congresso un ricco finanziamento, dell'ordine di due miliardi e mezzo di dollari. I progetti dell'ARPA inizialmente riguardarono il settore delle tecnologie spaziali, ma vennero poi estesi anche ad altri ambiti, come quello dell'informazione.

Inizia così la storia di quella che per molti autori è la più importante invenzione dell'umanità: INTERNET

Uno dei più importanti obiettivi identificati dagli uomini di ARPA fu la **creazione di una rete di calcolatori**.

Le problematiche tecniche che dovettero affrontare furono molte e il dibattito tra gli scienziati coinvolti fu acceso. Inizialmente si pensò che la rete dovesse essere organizzata come la rete telefonica, ma successivamente si prese consapevolezza del fatto che un'organizzazione diversa sarebbe stata più efficiente. Nacque così il dibattito fra i sostenitori della soluzione tradizionale **"la commutazione di circuito"** e i sostenitori della nuova soluzione **"la commutazione di pacchetto"**.

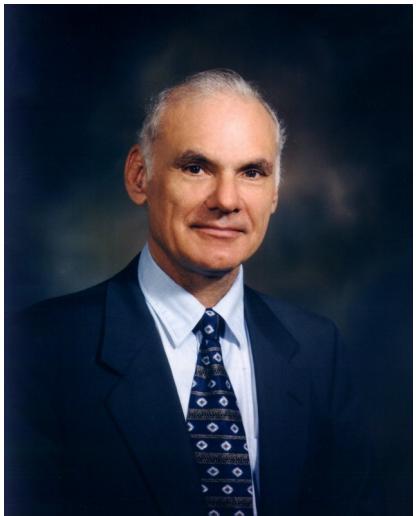


**VAI ALL'APPROFONDIMENTO: reti a commutazione di circuito
e rete a commutazione di pacchetto**



Paul Baran, Leonard Kleinrock, Donald Davies, Joseph Licklider

Il lavoro prevalentemente teorico e ideologico svolto nel primo decennio dell'attività di ARPA da **Paul Baran, Leonard Kleinrock, Donald Davies, Joseph Licklider** e altri aveva prodotto i suoi frutti, per cui l'idea di una grande rete di calcolatori a commutazione di pacchetto era ormai matura.



Larry Roberts

Così, venti minuti furono sufficienti a Taylor, il direttore della sezione informatica di ARPA, per convincere il suo capo, il quarto direttore di ARPA, Charles Herzfeld, a concedergli un finanziamento di un milione di dollari per sviluppare il progetto di una rete nazionale destinata a divenire mondiale.

Taylor affidò la direzione del progetto a **Larry Roberts**, un ricercatore dei Lincoln Laboratories, e questi, **nei primi mesi del 1967**, iniziò il suo lavoro.



Wesley Clark

NASCE COSÌ ARPANET

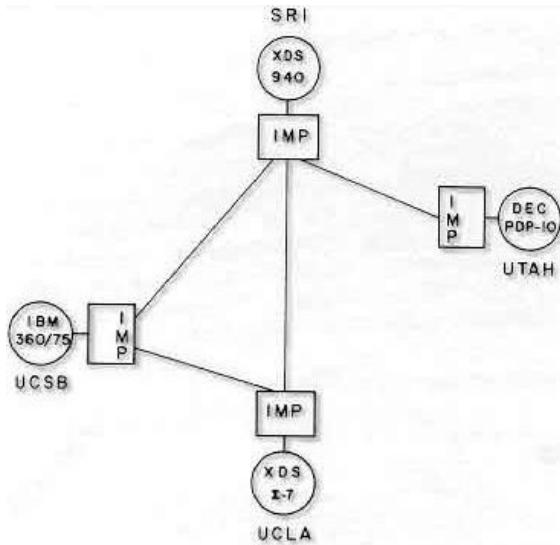
Gli incontri che Larry Roberts organizzò immediatamente, chiamando a raccolta i rappresentanti dei più importanti istituti di ricerca americani, furono estremamente fruttiferi.

Molto importante fu il contributo portato da **Wesley Clark**, che propose di non collegare direttamente fra loro i calcolatori ma di utilizzare una struttura intermedia di elaboratori specializzati nella trasmissione dati, chiamati IMP (Interface Message Processor), i progenitori dei cosiddetti "router" che giocheranno in Internet un ruolo fondamentale.

Nel 1969 l'azienda statunitense **Bolt, Beranek and Newman (BBN)** completò la realizzazione del primo prototipo di **ARPANET** che collegava quattro computer di quattro importanti centri di ricerca:

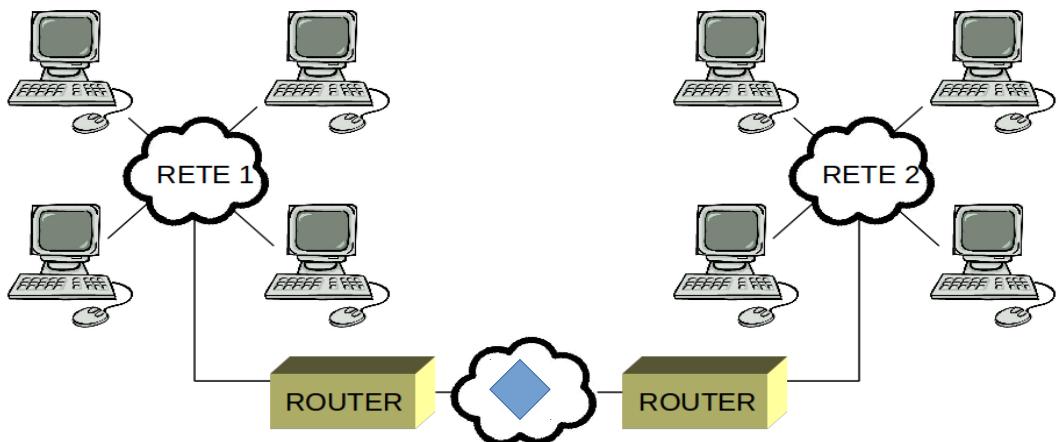
la **UCLA** (Università di Los Angeles California), la **UCSB** (Università di Santa Barbara California), l'**Università dello Utah** e lo **SRI** (*Stanford Research Institute*), tutti dotati di calcolatori di modello e produttore diverso. Ad ognuno fu consegnato un IMP (*Interface Message Processor*), un computer dedicato alla gestione del traffico dati, e i quattro nodi furono collegati tra loro attraverso linee a 50Kbps (50.000 bit per secondo) prodotti dalla AT&T (American Telephone and Telegraph), la più importante impresa telefonica americana.





ARPANET nel 1969

Nel 1970 ai progettisti divenne chiaro l'obiettivo centrale della nuova tecnologia: diventare la grande rete delle reti preesistenti, anche molto diverse tra loro per produttore, tecnologia, protocolli. Si decise quindi di operare secondo il seguente schema:



Alla rete di sinistra chiamata RETE 1 in figura, una delle reti preesistenti ad Internet, si aggiunse un apparato, chiamato ROUTER che colloquiava con altri calcolatori della stessa RETE 1, secondo le regole adottate dai progettisti di quella rete, ma che era collegato a un canale di comunicazione "da Rete a Rete". Alla rete a destra chiamata "RETE 2" nella figura, si aggiunse un altro apparato, capace di scambiare i dati con gli altri calcolatori della stessa RETE 2 secondo le regole prestabilite per questa. Si collegarono poi fra loro i due router con un canale opportuno (indicato in figura con).



VAI ALL'APPROFONDIMENTO: router

La rete del 1970 non disponeva ancora di software applicativo, ossia di programmi che fornissero all'utente i servizi resi possibili dai meccanismi di trasmissione dati.

Ma nel **1971** Ray Tomlinson della BBN scrisse il primo programma di **posta elettronica**. Lo stesso Ray Tomlinson sviluppò poi il primo programma di trasferimento di "file", ossia di programmi o documenti anche molto lunghi. È il ben noto **FTP** o **"File Transfer Protocol"**, che diverrà il meccanismo principale per la distribuzione di nuovi documenti o programmi in rete.



L'anno successivo, **Larry Roberts, del Lincoln Lab**, arricchì il programma di posta elettronica delle funzionalità più importanti per la gestione della posta, come l'elenco dei messaggi ricevuti o inviati, la risposta automatica, il trasferimento di un mail verso un utente terzo, e così via.

Nel 1972, i nodi della rete divennero cinquanta. Si sentì allora l'esigenza di gestire automaticamente i nodi della rete che si andava diffondendo rapidamente su tutto il territorio degli Stati Uniti e non solo.

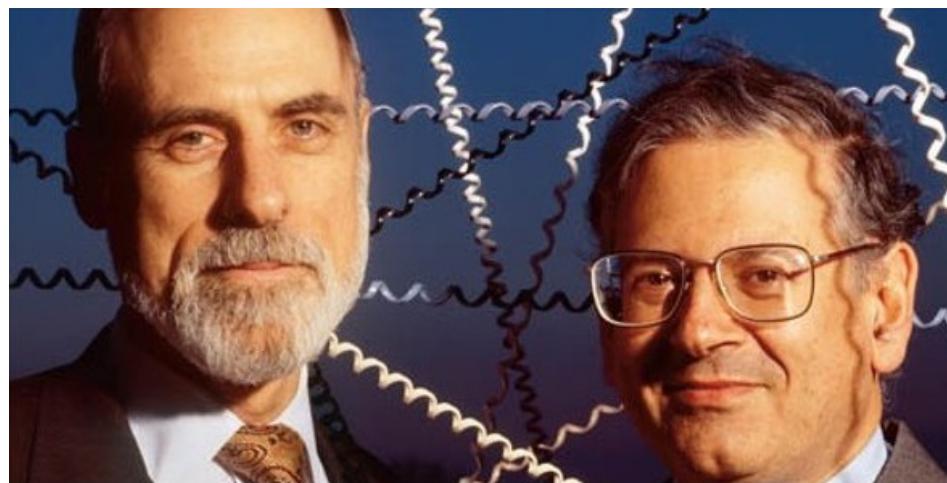
Infatti, nel 1973, la rete divenne internazionale: lo University College di Londra e il norvegese "Royal Radar Establishment" furono le prime istituzioni europee a collegarsi. La Regina Elisabetta fu la prima personalità mondiale a inviare un messaggio di posta elettronica nel '75.

Nel 1974 nasce il protocollo TCP/IP

Vinton Cerf e Bob Kahn pubblicarono ufficialmente un articolo intitolato: "*Un protocollo per la connessione su rete a pacchetto*".

In quell'articolo i due autori proposero il protocollo TCP/IP che giocherà il ruolo centrale nella logica operativa di Internet.

La soluzione proposta da Cerf e Kahn stentò tuttavia ad affermarsi nell'ambito di Arpanet: ***solo nel 1982 quel protocollo diverrà lo standard per la trasmissione dell'informazione sulla Rete.***



Vinton Cerf e Bob Kahn



VAI ALL'APPROFONDIMENTO: PRINCIPI DI FUNZIONAMENTO DEL PROTOCOLLO TCP/IP

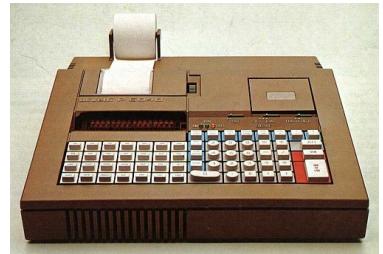




Il 1975 è l'anno del ritorno all'elettronica dell'Olivetti.

Negli ultimi anni 70 e nei primi anni 80 l'Olivetti tornò all'elettronica con grandi importanti successi.

Nel 1975 alla Fiera di Hannover venne presentata la coppia di elaboratori P6040 e P6060, caratterizzati da floppy disk, stampante integrata, sistema operativo proprietario, linguaggio BASIC.



[VAI ALL'APPROFONDIMENTO: BASIC](#)



Nel 1982 venne presentato M20, un nuovo personale computer, basato su un microprocessore potente ma poco diffuso, lo Zilog Z8001, e un sistema operativo proprietario, nato nei laboratori Olivetti, chiamato PCOS e caratterizzato da ottime prestazioni e funzionalità.

Nel 1984 nacque un potente personal computer chiamato M24 e prodotto nello stabilimento di Scarmagno. Adottava il sistema operativo DOS di IBM ed era perfettamente compatibile con il PC di IBM, rispetto al quale presentava prestazioni più elevate.

Riscosse grande successo sul mercato e aprì la via a numerosi altri prodotti in virtù dei quali Olivetti divenne uno dei massimi produttori mondiali di personal computer.

Altrettanto importante fu l'evoluzione delle macchine per scrivere che si svolse parallelamente a quella dei PC.



Nel 1978 nacque ET101, la prima macchina per scrivere elettronica prodotta nel mondo, seguita da altri modelli di successo come ET351.

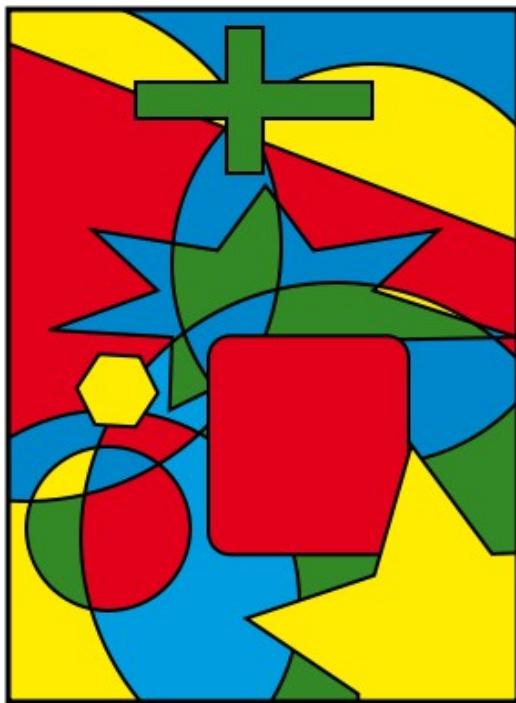


Nel 1996 l'ennesima crisi finanziaria indusse il management Olivetti a chiudere lo stabilimento produttivo di Scarmagno.

Fu la fine dell'industria informatica nazionale.

Il 12 marzo 2003 la Ing. C. Olivetti & C. fu cancellata dal registro delle imprese.

Riprendiamo il nostro racconto con una domanda:



"Quanto vale il numero minimo di colori di cui occorre disporre per disegnare una carta geografica in modo che a due aree adiacenti siano assegnati colori diversi? "

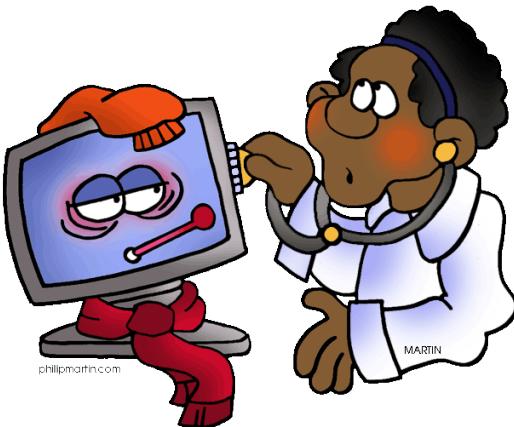
Da 150 anni i matematici credono che quel numero minimo sia 4, ma non erano mai riusciti a dimostrarlo.

Nel 1976 Kenneth Appel e Wolfgang Akel finalmente ci riuscirono, impiegando un calcolatore per oltre 1200 ore.

È il primo teorema importante dimostrato con l'impiego di un calcolatore (e molta intelligenza naturale).

Come è facile capire, l'utilizzo dei calcolatori si diffuse velocemente grazie anche all'offerta diffusa di ambienti di sviluppo specifici per la realizzazione di sistemi esperti.

Il primo sistema esperto (ovvero un programma su calcolatore in grado di sviluppare l'attività mentale di un uomo "esperto" in un dato settore) fu creato nel 1965 da Mitchell Feighenbaum, che realizzò un programma che consentiva l'analisi della struttura chimica di una molecola organica. Lo stesso matematico realizzò nel 1972 MYGIN, un sistema esperto per la diagnosi di malattie infettive.



Seguirono mille applicazioni industriali, dalla gestione aziendale alla pianificazione degli investimenti, dalla prospezione mineraria all'assistenza tecnica delle macchine.

Nel 1980, dopo i calcolatori elettronici della prime quattro generazioni, caratterizzati, nell'ordine, dall'impiego di tubi elettronici, transistori, microcircuiti a bassa integrazione e microcircuiti a grande integrazione, **i giapponesi sognarono i calcolatori della quinta generazione**, caratterizzata da rivoluzionarie funzionalità di Intelligenza Artificiale.

Ad esempio il programma recitava: "*..il sistema per il trattamento delle immagini dovrà memorizzare centomila immagini diverse, reperire un'immagine dall'archivio in cento millisecondi, e in pochi secondi interpretare un'intera immagine, ossia identificare i singoli oggetti presenti e determinare le loro posizioni relative. Il sistema di interpretazione della voce dovrà riconoscere diecimila parole diverse e comprendere il significato della frase. Inoltre dovrà identificare centinaia di parlatori diversi. Il traduttore dall'inglese al giapponese dovrà essere dotato di un vocabolario di 100.000 parole e operare con una precisione del 90%.*"

La proposta giapponese riscosse un grande successo presso i mass media e la stessa comunità scientifica mondiale. Così quella proposta divenne il catalizzatore di molte iniziative occidentali ben più ricche di finanziamenti e ricercatori.

Nella stessa Europa, di solito tarda nel recepire le innovazioni scientifiche e tecnologiche, decollarono il programma comunitario Esprit, con un finanziamento di 1,2 miliardi di dollari in cinque anni (circa dieci volte il programma giapponese della quinta generazione); alcuni programmi nazionali, come il programma Halvey inglese (450 milioni di dollari in cinque anni, quasi cinque volte il programma giapponese); un capitolo importante di un progetto finalizzato del C.N.R. italiano.



1982. Il progetto "Strategic Computing Initiative"

Sin dalle origini, i militari mostraron molto interesse per gli sviluppi dell'Intelligenza Artificiale. L'interesse militare si concentrò dapprima sui problemi di classificazione automatica delle forme, per la necessità di riconoscere, ad esempio, un carro armato da un'automobile nel telerilevamento da satellite o da aereo.

L'interesse crescerà progressivamente nel tempo, con il crescere delle aspirazioni, o dei sogni, dell'Intelligenza Artificiale per due ordini di ragioni.

In primo luogo, il robot domestico è anche uno splendido guerriero: non mangia, non dorme, non pensa, non coltiva ideologie (almeno per il momento), non tradisce e può essere prodotto in serie. Otto milioni di robot prodotti in serie costano meno, tutto sommato, di otto milioni di baionette.

In secondo luogo, quando i tempi di azione e di offesa diventano dell'ordine dei secondi o delle frazioni di secondo, come nelle battaglie aeree, anche i tempi di reazione, e quindi di decisione, devono divenire dello stesso ordine di grandezza.

Diviene quindi una necessità tecnica sottrarre le decisioni all'uomo per affidarle al calcolatore.

Forse in risposta al progetto giapponese delle quinta generazione, DARPA (Defense Advanced Research Project Agency), l'Ente americano che finanzia e coordina le ricerche militari più avanzate, avviò il grande progetto S.C.I. o "Strategie Computing Initiative".

Il finanziamento previsto per S.C.I. fu di un miliardo di dollari in dieci anni. Il programma era la controparte militare di quello giapponese, il libro dei sogni militari.

Per l'esercito si voleva realizzare un veicolo automatico che fosse in grado di penetrare nelle linee nemiche per operazioni di ricognizione, sabotaggio e trasporto, e che a tal fine potesse vedere e interpretare l'ambiente, prendere decisioni operative, colloquiare con la base via radio in linguaggio naturale. Per l'aviazione si intendeva sviluppare un pilota automatico che collaborasse su ogni aereo con il pilota uomo, occupandosi dei compiti meno importanti, come il controllo della strumentazione, il riconoscimento dell'ambiente, la guida del veicolo verso l'obiettivo nemico. Il pilota automatico doveva colloquiare con il pilota uomo in linguaggio naturale ed essere in grado di apprendere dal pilota uomo o da altri piloti automatici.



Per la marina si voleva sviluppare un sistema per la gestione del combattimento che esaminasse in modo dettagliato lo schieramento nemico e il proprio, e, servendosi di simulazioni, indicasse la strategia ottimale per massimizzare l'offesa da portare al nemico e minimizzare le proprie perdite.

Si pensava che il sistema sviluppato potesse permettere anche, con dati diversi, la gestione tattica del combattimento a livello dei corpi d'armata, delle divisioni, dei battaglioni, la gestione logistica e la difesa missilistica.

Anche in ambito civile la ricerca diede i suoi frutti e portò a nuove applicazioni: **Jim e Janet Baker fondarono la Dragon Systems**, che diverrà [l'azienda di riferimento nel settore del riconoscimento automatico della voce](#). Nacque così il nuovo comparto industriale delle dattilografe automatiche.



Considerati i risultati e gli sviluppi conseguiti, nel **1983** Arpanet venne suddivisa in due parti:

- la prima parte, chiamata MILNET, fu dedicata alle applicazioni militari
- **la seconda, finalmente denominata Internet**, venne lasciata agli accademici e alle altre applicazioni civili. Fu il vero e proprio decollo.

IL BATTESSIMO DI INTERNET

Infatti, l'Internet dei primi anni '80 non è più un giocattolo, ma una realtà molto utile, quasi indispensabile per migliaia di istituzioni scientifiche che si scambiano in tempo reale enormi volumi di dati attraverso la posta o il trasferimento di file.

Tuttavia, essa presentava ancora i limiti della rete ferroviaria del diciannovesimo secolo: raggiungeva soltanto le città più importanti, non era dotata di stazioni idonee, né disponeva di personale, uffici, servizi adeguati al fine di utilizzare le sue enormi potenzialità.

Per rispondere a queste esigenze **nacquero, tra il 1983 e il 1996, le tecnologie di base di Internet**.

Due soli esempi importanti. Quando la rete conteneva migliaia di nodi, i router erano configurati a mano. Ciò significava che il programmatore di un router doveva precisare per ogni indirizzo destinazione di un pacchetto in arrivo, su quale linea di uscita, e quindi verso quale destinazione intermedia, si dovesse instradare lo stesso pacchetto di ingresso. In presenza di milioni di nodi e milioni di indirizzi diversi, questa soluzione non era più attuabile.

Le soluzioni ideate in quel periodo per configurare dinamicamente i router e definire automaticamente i percorsi ottimali furono il frutto di un'intelligenza collettiva di livelli qualitativi e quantitativi molto elevati.

Un secondo esempio importante è rappresentato dal noto meccanismo del **World Wide Web (www o semplicemente web)**, quello che consente ad un utilizzatore che stia leggendo una pagina proveniente dagli Stati Uniti di "cliccare" su una parola sottolineata e ottenere istantaneamente e automaticamente un'altra pagina, proveniente forse dal Giappone.



La sua ideazione, avvenuta tra la fine del 1990 e il 1991, si deve al CERN di Ginevra e in particolare ai due fisici Tim Berners-Lee e Robert Cailliau.

Quel meccanismo semplice e immediato, poteva essere appreso in pochi minuti e pertanto migliorò clamorosamente la fruibilità della Rete, determinando la sua attuale diffusione in ogni strato della popolazione, tanto che oggi possiamo parlare di "era del web".



Vai all'approfondimento: principali servizi di Internet

Negli anni '80 e '90, in America e soprattutto in California, giovani menti svilupparono nuove idee, nuovi modelli, nuove macchine, le aziende potenziarono la ricerca e crearono innovazione, in un continuo intreccio di competizione e collaborazione.



Tra le aziende più importanti di quel periodo, la IBM ricopri un ruolo di primaria importanza.

Ben poche aziende possono vantarsi di una storia lunga tre secoli. E' Questo il caso della **IBM fondata nel 1880** da **Herman Hollerith** come **Tabulating Machine Company**, con sede a Washington D.C.; produceva **macchine tabulatorie** funzionanti con schede perforate. Queste macchine vennero impiegate nel censimento generale degli Stati Uniti del 1890 e consentirono di ottenerne i risultati nel giro di un paio di anni, anziché dopo un decennio. L'azienda continuò a svilupparsi e nel 1924 si decise di cambiarle nome in **International Business Machine**, abbreviato in **IBM**, per meglio riflettere la realtà e le aspirazioni della società. Nel 1927 nacque IBM Italia.

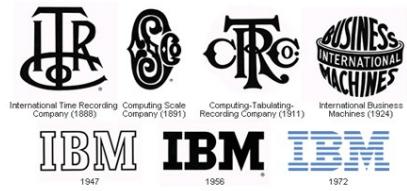
Nei decenni seguenti IBM si affermò, a livello economico e finanziario, nel mondo.

All'inizio della seconda guerra mondiale, grazie alle sussidiarie tedesche, proseguì il proprio lavoro ma, nel 1941, all'indomani dell'attacco di Pearl Harbor, IBM divenne uno strumento operativo quasi completamente nelle mani del Governo statunitense.

I calcolatori a schede perforate prodotti da IBM vennero utilizzati dagli scienziati coinvolti nel progetto Manhattan, che portò allo sviluppo delle due bombe atomiche lanciate sul Giappone.

In quello stesso periodo IBM realizzò il suo primo computer elettromeccanico, l'**Harvard Mark I**, ampiamente utilizzato dalla marina USA.

Con la fine della guerra ed il conseguente crollo delle commesse militari, l'azienda dovette riorganizzarsi. Nel 1954 la IBM partecipò al progetto [SAGE](#) che le consentì di collaborare con i laboratori di ricerca più avanzati dell'epoca nel campo dell'informatica.



Harvard Mark I

In particolare, la collaborazione con il MIT valse la condivisione del progetto di uno dei primi computer digitale della storia e la possibilità di collaborare allo sviluppo di componenti fondamentali, e di ottenere un grande vantaggio tecnologico nel momento in cui l'informatica si diffuse anche a livello domestico.

Nel 1960 IBM creò il calcolatore **System/360**, elettronico digitale, il primo forse a utilizzare software intercambiabili e periferiche.

Nel **1981**, dopo un decennio di crisi, l'azienda tornò al successo con il lancio dell'**IBM PC**, suo primo computer domestico.

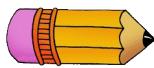


Nel 1992 venne presentato il primo modello di **Thinkpad, la linea di laptop di IBM**.

Il 2005, però, segnò ufficialmente la fine di un'era per la IBM. La divisione PC, incluso il marchio Thinkpad, venne ceduto alla società cinese Lenovo per poco meno di 2 miliardi di dollari.

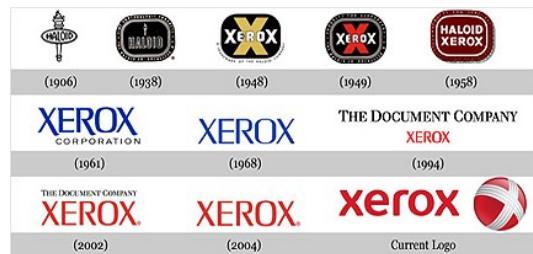


Nel 2015 la Lenovo raggiunge il traguardo di 100 milioni di ThinkPad venduti.



Xerox

Fondata a Rochester, New York, negli Stati Uniti, nel 1906, sotto il nome di Haloid Company, iniziò la propria attività producendo carta per fotografia.

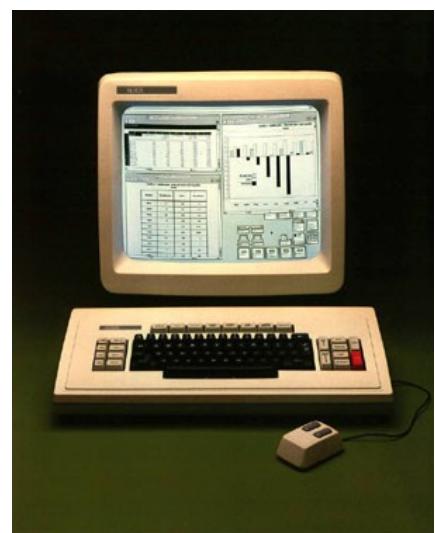


Successivamente prese il nome **Xerox Corporation** e divenne una delle più grandi aziende produttrici di stampanti e fotocopiatrici. Sviluppò la prima fotocopiatrice xerografica del mondo, la Xerox 914, commercializzata nel 1959.

Negli anni '70 la Xerox produceva computer.



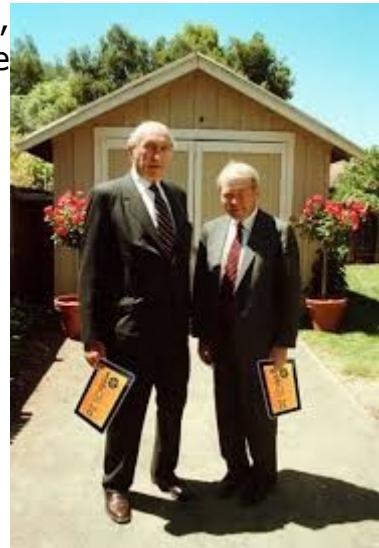
A lato è riprodotta l'immagine dello **XEROX ALTO**, un computer realizzato dallo Xerox Palo Alto Research Center (Xerox PARC), in California. Si tratta di un progetto estremamente avanzato per l'epoca che rimase a livello di concept computer ma diede il via a un altro importante progetto, lo **Xerox Star (1981)**, il primo computer in assoluto sul mercato dotato di interfaccia GUI a icone, con mouse.



I suoi concetti e le soluzioni ad esso applicati influiranno enormemente sul mondo informatico del tempo. Apple Lisa, il Macintosh, Microsoft Word e Microsoft Windows, Xerox Ventura, l'interfaccia GEM, e altro ancora ne furono fortemente condizionati.



La società **HP**, fondata da due ingegneri statunitensi, **Bill Hewlett e David Packard**, ebbe come prima sede il garage sul retro della casa di Packard.



Produttrice di componenti elettriche, realizzò come primo prodotto l'oscillatore audio HP200A, che fu utilizzato dalla Disney nel 1940 nella produzione del film di animazione Fantasia, che per primo usò la stereofonia.

Successivamente divenne leader in campo elettronico e informatico, creando soluzioni hardware innovative. Ad essa si deve anche l'introduzione sul mercato dello standard HB-IB usato universalmente per interfacciare strumenti di misure elettronici e computer.

Digital Equipment Corporation (DEC)

Negli ultimi anni '50 tutti i calcolatori elettronici erano grandi macchine della dimensione minima di una stanza. Nei primissimi anni '60 due ricercatori del leggendario M.I.T., Ken Olsen e Harlan Anderson, compresero che il progresso tecnologico consentiva ormai di ridurre le dimensioni e i costi dei calcolatori elettronici e, parallelamente, espandere il mercato del settore.

La loro azienda, nata nel 1957 con il nome "Digital Equipment Corporation" (DEC), fu la prima ad offrire al mercato, nei primi anni '60, calcolatori più piccoli ed economici degli elaboratori IBM.



La loro linea di produzione, chiamata PDP (Programmable Data Processor), rappresentò il nuovo settore industriale dei "minicomputer" o "minicalcolatori".

Il loro mercato si espanso nei due decenni successivi, tanto che a metà degli anni '80 il fatturato della DEC raggiunse il valore di 14 miliardi di dollari, secondo valore nella classifica mondiale dell'industria informatica, dietro alla IBM.

Nel 1985 la DEC fu la quinta azienda mondiale a registrare un nome di dominio per le ricerche su internet, del tipo ".com", ove il simbolo ".com" ricorda che quel nome fa riferimento ad una azienda commerciale.



Nel periodo successivo esplose il mercato dei personal computer, ma i responsabili della DEC, e in particolare il cofondatore Kenneth Olsen, non compresero l'importanza del nuovo mercato. Come conseguenza l'azienda entrò in crisi economica. Nel 1998 fu acquistata dalla Compaq, che, a sua volta, nel 2002 fu acquistata dalla Hewlett Packard.





MICROSOFT

La storia dell'informatica è stata costruita grazie al lavoro ed alla cooperazione di moltissime persone, tecnici, scienziati e imprenditori. Alcuni di essi sono diventati estremamente ricchi e famosi come, ad esempio, **William Henry Gates e Paul Allen**.

Nato in una famiglia benestante americana, Bill Gates fu uno studente ribelle. Con i suoi compagni Paul Allen, Ric Weiland, Kent Evans e altri dedicò la maggior parte del proprio tempo alla comune passione per l'informatica.

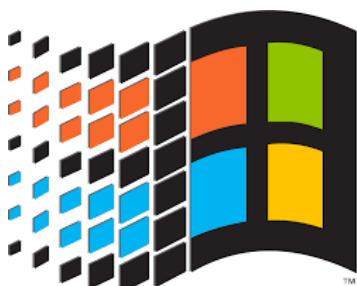


Nell'aprile del 1975 Paul Allen e Bill Gates fondarono una piccola azienda con un primo obiettivo: l'implementazione di un interprete del linguaggio di programmazione **Basic** su piccoli elaboratori. La prima sede della società fu ancora una volta il garage di casa (Gates).



[**VAI ALL'APPROFONDIMENTO: linguaggio Basic**](#)

[**VAI ALL'APPROFONDIMENTO: sistema operativo**](#)



La nuova azienda fu chiamata **"Microsoft"** a ricordare che il suo obiettivo era lo sviluppo di software per microcalcolatori.

Le diverse varianti del Basic di Microsoft furono tra i dominatori del mercato dei linguaggi di programmazione tra la fine degli anni '70 e i primi anni '80.

Nel 1980 Microsoft entrò nel mercato dei sistemi operativi, ossia del software di base, per piccoli elaboratori, compresi i personal computer dell'IBM.

Già nel 1984 la Microsoft, in virtù di un fatturato annuo di 50 milioni di dollari, veniva considerata come l'IBM dell'industria del software. Nel novembre del **1985** la Microsoft uscì sul mercato con la prima versione del **sistema operativo grafico chiamato "Windows"**.

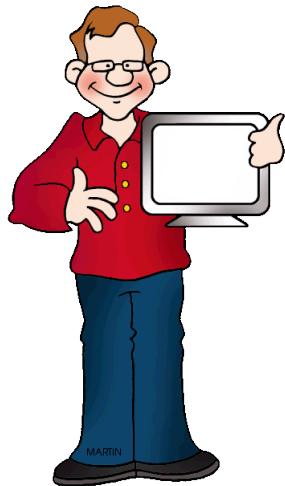


L' "interfaccia grafica" o *GUI* (*Graphical User Interface*), è un tipo di interfaccia utente che permette a chi usa il calcolatore di interagire con esso controllando oggetti grafici convenzionali.



Contemporaneamente, entrò nel mercato dei prodotti per l'ufficio, ovvero degli strumenti per produrre un documento (word), una tabella di dati (Spreadsheet), un archivio (database).

Come testimonianza del dominio della Microsoft sul mercato del software ricordiamo che nel 1995, nei primi quattro giorni successivi all'uscita della nuova versione del sistema operativo Windows 95, furono vendute più di quattro milioni di copie di quel prodotto.

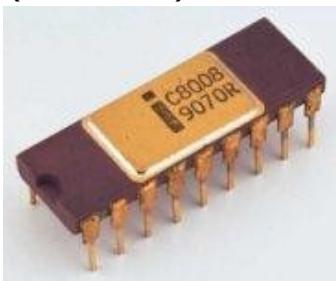


Negli ultimi quindici anni l'attività di Microsoft sul mercato è diventata frenetica, a seguito dello sviluppo di nuove linee di prodotti e di importanti collaborazioni con altre imprese. Oggi Microsoft Corporation è leader mondiale nel software, nei servizi e nelle tecnologie Internet per la gestione delle informazioni di persone e aziende.

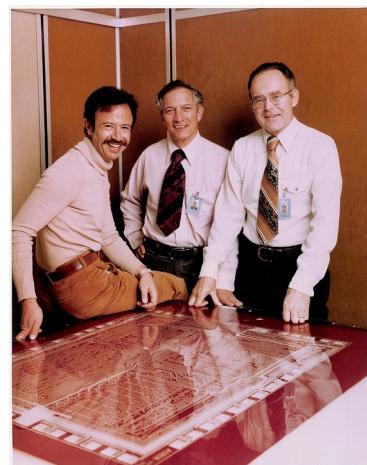
A titolo di esempio ricordiamo che nel 2011 Microsoft ha acquistato Skype Communication, che consente videotelefonia e videoconferenze via Internet, mentre nel 2016 ha acquisito LinkedIn (la piattaforma per profili professionali più grande al mondo) per un importo superiore a 26 miliardi di dollari.

INTEL

La società INTEL, produttrice di processori, schede grafiche e semiconduttori, nacque nel 1968 ad opera degli ingegneri Robert Noyce e Gordon Moore, grazie al contributo finanziario di Arthur Rock. Noyce era uno degli inventori del circuito integrato in silicio e *general manager* presso *Fairchild Semiconductor*; Moore era a capo dei laboratori di ricerca e sviluppo della stessa azienda. INTEL aveva la sua sede a Santa Clara (California).



L'azienda iniziò a produrre chip di memoria e nel 1971 lanciò sul mercato l'Intel 4004 (progettato con il contributo dell'ingegnere italiano Federico Faggin), primo processore 4 bit *general purpose* costituito da un solo chip, che aprì la strada a una nuova generazione di CPU quali le 8008, 8080, 8088, 80386.



Nel 1981 venne avviata la collaborazione con IBM.

Nel 1993 iniziò la produzione della nuova famiglia di processori, i Pentium, caratterizzati da una grande potenza di calcolo e da un grande successo commerciale. L'abbinata Intel-Windows arrivò ad ottenere il quasi totale controllo del mercato, inducendo la Apple ad iniziare a produrre computer basati su piattaforma Intel.

APPLE

Steve Jobs fu il fondatore nel **1976** della **APPLE** con **Steve Wozniak** e **Ronald Wayne** (quest'ultimo lasciò presto la società rinunciando a una quota del 10%).

La prima sede della nuova società fu il garage dei genitori di Jobbs.

Jobbs e Wozniak iniziarono a progettare il loro primo computer sulla carta, in quanto non disponevano dei 170 dollari necessari a comprare il componente elettronico fondamentale, il processore Motorola 6800.

Fortunatamente nel 1976 la MOSTechnologie mise in vendita il chip 6502 al modico costo di 25 dollari, il che permise a Wozniak di realizzare il suo progetto, che venne completato nel 1976. Nacque così l'**APPLE I**.

Jobbs, anima commerciale della società, riuscì a venderne 50 ad un negozio di computer al costo singolo di 666,66 dollari, tutti assemblati manualmente.



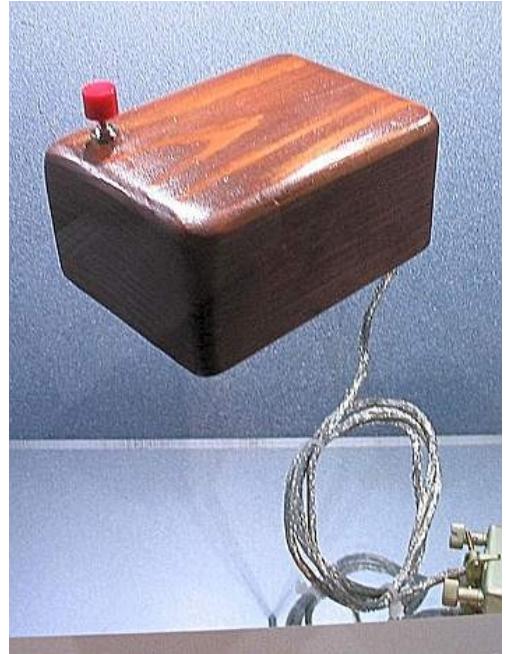
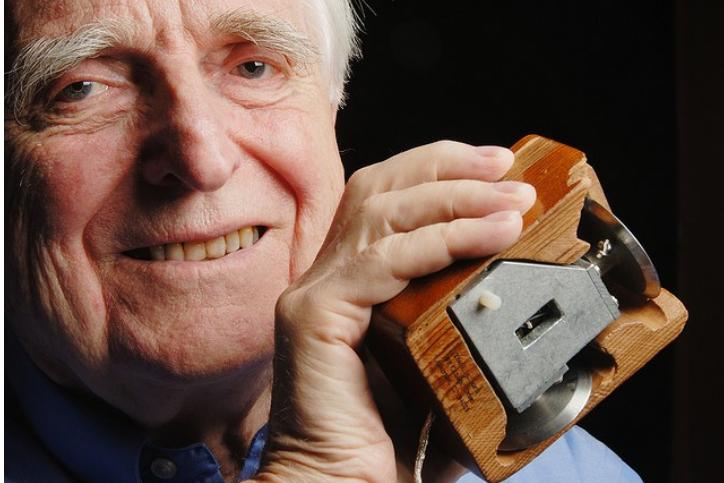
L' **APPLEII** venne completato nel 1976. Molto più avanzato del precedente computer, era dotato di una tastiera, di un alloggiamento per la scheda madre, di una grafica a colori e poteva essere collegato a qualsiasi televisore.

In occasione della sua vendita venne creato da Rob Janov il nuovo logo della società, una mela morsicata con i colori dell'arcobaleno invertiti. I motivi di questa scelta non sono mai stati ufficialmente chiariti, ma sono in molti a credere che si tratti di un omaggio ad Alan Turing.



Nel frattempo la Xerox aveva creato il computer ALTO, dotato di interfaccia grafica e di un particolare oggetto che permetteva il controllo del calcolatore non solo da tastiera: **il mouse**.

NOTA BENE: Il primo mouse era stato progettato e poi brevettato dal suo inventore Douglas Engelbart nel 1967.



Jobs, venuto a conoscenza dei progetti della Xerox, se ne appropriò e diede il via al progetto per **l'APPLEIII** che vide la luce **nel 1980**. Questo computer ebbe scarso successo perché molto costoso e poco affidabile. (Per una precisa scelta di Jobs questo computer non era dotato di ventola di raffreddamento).



Nonostante il fallimento del progetto AppleIII la società venne quotata in borsa e le sue azioni crebbero, in un solo anno del 1700%.



Nel 1984 venne messo in vendita il nuovo computer, il Macintosh 128k. Dotato del doppio di memoria rispetto agli altri computer, era dotato di un'interfaccia grafica con icone di facilissima comprensione (compare per la prima volta il cestino). Fu una rivoluzione nel settore dei piccoli computer moderni.

Nel settembre del 1985 Steve Jobs, a causa di profondi dissidi con John Sculley e altri dirigenti dell'azienda, abbandonò la Apple e poco dopo fondò la "NeXTInc" (società che si rivelò in seguito fondamentale per la rinascita della

Apple). Inoltre Steve Jobs comprò gli studi di animazione digitale computerizzata di George Lucas, la Pixar.

La Apple entrò in una grave crisi dalla quale si risollevarono solo alcuni anni dopo, con il rientro in azienda di Steve Jobs, il quale iniziò ad eliminare tutti i prodotti inutili creati dalla Apple. Fece anche una selezione tra i suoi dipendenti e mantenne solo i migliori. Tra essi scelse il designer Jonathan Ive e il suo collaboratore Tim Cook, che da allora lo hanno sempre affiancato, aiutandolo a creare una delle più innovative aziende di informatica.



Nel 2000 venne presentato Mac OSX, il nuovo sistema operativo.

Nel 2001 vennero aperti i primi Apple Store e presentato il nuovo lettore musicale digitale: l'iPod. Dotato di un mini hard disk poteva contenere sino a 5GB di musica. L'iPod fu sicuramente uno dei grandi successi della Apple, che contribuì a modificare profondamente anche il mercato discografico mondiale, grazie anche alla creazione di una piattaforma di acquisti online: iTunes Music Store.

Il 9 gennaio 2007 Steve Jobs presentò il nuovo AppleTV e l' iPhone, apparecchio di sintesi tra un telefono cellulare, un iPod e un computer palmare.

Nello stesso anno l'azienda cambiò nome e si trasformò in Apple, Inc.

Il 27 gennaio 2010 Steve Jobs presenta l'iPad, un tablet capace di riprodurre contenuti multimediali e di accedere a Internet.



Il 24 agosto 2011 Jobs, a causa di una grave malattia, lascia la Apple e cede il suo ruolo a Tim Cook. Muore il 5 ottobre del 2011 a soli 56 anni.

Negli stessi decenni del XX secolo altri eroi popolarono la storia dell'informatica, non solo dando vita a "prodotti elettronici", hardware, software etc., ma creando vere e proprie filosofie di pensiero e comportamento.

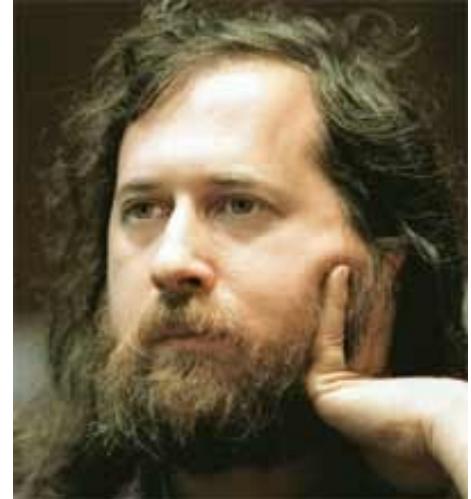
E' la storia del software libero.

Il più noto fra i primi protagonisti della storia del software libero è certamente **Richard Marshall Stallman**, l'ultimo degli hacker, come amava definirsi.

Nel 1971 Richard Stallman era stato assunto come ricercatore e sistemista dal leggendario M.I.T. (Massachusetts Institute of Technology), che era forse, e continua ad essere, la più importante scuola mondiale di ingegneria. Qui dal 1971 al 1983 aveva ingaggiato una infaticabile battaglia per un sistema "aperto" a tutti gli utenti, ossia di facile interpretazione e modifica. Le sue convinzioni trassero forza dal cosiddetto "*caso della stampante laser Xerox*".

La stampante laser Xerox, messa generosamente a disposizione del Laboratorio di Intelligenza Artificiale dalla stessa ditta, si fermava in continuazione. Per ovviare ai frequenti guasti Stallman aveva pensato di modificarne il programma, per attuare in un modo più veloce un pronto intervento senza aspettare l'addetto della Xerox. Condizione essenziale per l'attuazione della nuova procedura era la conoscenza del codice sorgente della macchina (ossia delle sequenze di istruzioni scritte dai programmatori), ma la Xerox, diversamente dal passato, negò l'accesso a quel codice, in quanto protetto dal *copyright*. Infatti, i programmi distribuiti dalla Xerox e dalla maggioranza delle aziende di software erano, e sono, scritti nel linguaggio della macchina, ossia come lunghe sequenze di zeri e di uni che il calcolatore è in grado di interpretare e di eseguire, ma che l'uomo solo con enormi volumi di lavoro può comprendere ed eventualmente modificare. Il caso della Xerox indusse Stalman a lasciare il M.I.T.

Abbandonando il suo lavoro di programmatore sistemista al M.I.T., Stallman si pose come primo obiettivo lo sviluppo di un sistema operativo compatibile con lo Unix di AT&T, il sistema operativo allora più diffuso nel mondo dei mini calcolatori. **Stallman battezzò il nuovo sistema operativo con l'acronimo GNU, come "Gnu is Not Unix"**, una definizione ricorsiva formulata secondo



un'antica consuetudine della comunità hacker. In altri termini: "GNU non è lo Unix di AT&T, non è quindi proprietario, ma ha le stesse funzionalità ed è compatibile con quello".

Stallman impose per GNU un requisito fondamentale, destinato a giocare un ruolo centrale nel mondo del software libero: essere open source.

Un programma open source è un insieme di moduli disponibili nel cosiddetto formato "sorgente", ossia nella forma in cui le singole unità componenti sono state scritte dai vari programmati. Il software sorgente, prima di essere utilizzato, deve essere "compilato", ossia tradotto nel codice "eseguibile" o codice di macchina, una innumerevole sequenza di "uno" e di "zero", che la macchina è in grado di interpretare, ma l'uomo generalmente no, a meno di affrontare anni di duro lavoro anche su programmi relativamente brevi.

Il software proprietario viene generalmente venduto in formato eseguibile, per rendere praticamente impossibile la sua interpretazione e la sua modifica in funzione delle esigenze del suo utilizzatore. Viceversa, i programmi "open source", proprio perché disponibili in forma simbolica, che un programmatore riesce facilmente ad interpretare, sono veramente "open", nel senso già precisato che possono essere letti, corretti, trasformati in funzione di specifiche esigenze.

Per portare a compimento il progetto GNU, nel 1985 Stallman costituì la FSF (Free Software Foundation), una organizzazione non profit basata su contributi volontari in lavoro e in denaro.

E' importante esaminare il significato attribuito al *free software*. Il termine "free", che nella lingua inglese ha un doppio significato di libertà, come in *free speech* (*parola libera*), uno dei fondamenti della costituzione americana, e di gratuità, come in *free beer* (*birra gratis*), è inteso nella accezione di libertà e non di prezzo.



Per i più grandi

Vai all'approfondimento in rete: http://archiviomondodigitale.aicanet.net/Rivista/02_numero_due/Meo.pdf

Linus Torvalds e Linux

Nell'arco di sei-sette anni la FSF(Free Software Foundation) realizzò un'enorme mole di programmi.

Nel 1990 il sistema GNU era quasi completo, ma mancava ancora il ‘kernel’ o “nucleo”, ossia l’insieme dei programmi di base che consentono la gestione delle risorse fondamentali, come l’unità di calcolo e la memoria centrale.

Il nucleo era certamente la parte più importante di GNU, ma la sua realizzazione era stata rinviata in attesa della promessa liberalizzazione come software libero di un micronucleo, sviluppato dalla Carnegie Mellon University e successivamente ampliato dall'università dello Utah. Fortunatamente a questo punto una nuova storia e un nuovo protagonista si intrecciarono e portarono a compimento l'iniziativa di Stallman.



Nel 1990 uno studente ventenne di informatica

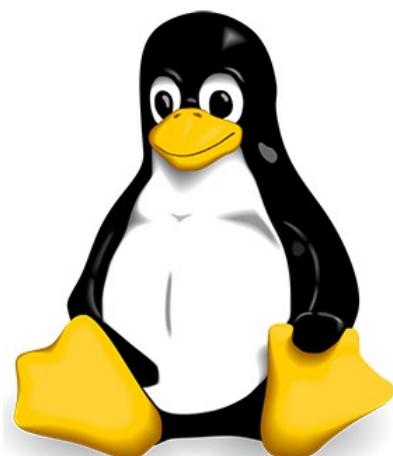
dell'università di Helsinki, **Linus Torvalds**, che si dilettava a programmare il calcolatore trascurando lo studio, decise di sviluppare il nucleo di un nuovo sistema operativo, un clone di **Unix**, per dotare il personal computer delle funzionalità di base di un elaboratore di fascia alta.



[**Vai all'approfondimento: UNIX**](#)

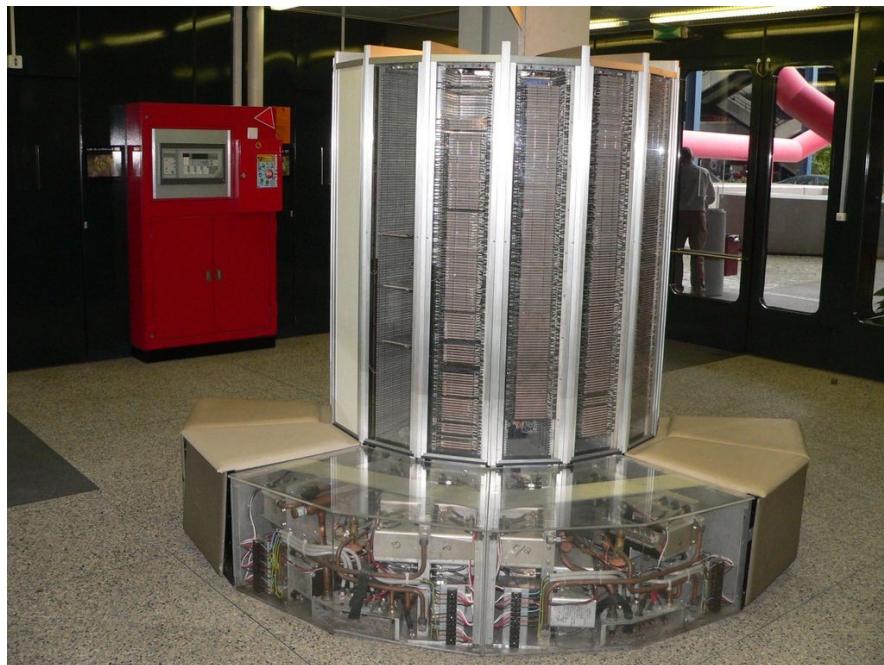
Nella primavera del 1991 il nucleo del nuovo sistema operativo, versione 0. 01, era pronto. Gestiva i *file*, ossia i documenti, e il *file system*, ossia

l’organizzazione gerarchica dei documenti in cartelline e cartellone, con la stessa logica di Unix, era inoltre dotato della funzionalità di emulazione di un terminale e conteneva alcuni *driver* di base per pilotare le unità periferiche. Sostituendo la consonante finale del proprio cognome con la “x” di Unix e adottando il pinguino come suo simbolo, Linus battezzò il suo prodotto “Linux”, e fece così una prima scelta felice. Ancora più felice e importante fu la seconda scelta, quella di diffondere il nuovo sistema operativo su Internet, mettendolo a disposizione di chiunque fosse interessato a utilizzarlo, senza chiedere altra contropartita oltre alla collaborazione per migliorarlo ed espanderlo.



1986: arrivano i SUPERCOMPUTER

Anche se in tutta la storia dell'informatica, a partire dal 1920, si parlò spesso di "supercomputing" per far riferimento ai calcolatori più veloci di ogni periodo, la storia del supercalcolo vero e proprio deve essere fatta risalire agli anni sessanta e settanta del secolo scorso. In quegli anni la società americana CDC dominò il mercato dei calcolatori più veloci in virtù dell'adozione di unità di calcolo specializzate per specifici problemi, come l'elaborazione parallela di componenti di vettori (attuata con opportuni "processori vettoriali").



Cray-1

Dalla metà degli anni settanta sino alla fine degli anni ottanta il mercato dei supercalcolatori fu dominato dalla Cray Research attraverso profondi miglioramenti della tecnologia proposta da CDC.

I supercalcolatori della Cray Research erano tutti macchine "vettoriali", progettate per operare contemporaneamente sulle diverse componenti di un vettore, ma erano caratterizzate da un numero relativamente piccolo di processori, tipicamente otto.

Negli anni novanta esplose il mercato dei moderni supercalcolatori, caratterizzati dall'elaborazione in parallelo di centinaia e poi migliaia di processori. I clamorosi progressi della tecnologia microelettronica consentirono di realizzare prestazioni sempre più elevate. Se negli anni ottanta le velocità di elaborazione dei supercalcolatori si misuravano in MFlop ("Mega floating point operations", ossia miliardi di flop - operazioni aritmetiche in virgola mobile), negli anni novanta le velocità di calcolo raggiunsero i GFlop (GigaFlop, ossia miliardi di Flop), e negli anni duemila i TFlop (TeraFlop), ossia migliaia di miliardi di istruzioni aritmetiche in virgola mobile.

Nel momento in cui scriviamo queste pagine (2017) il supercalcolatore più potente del mondo è il Sunway TianheLight del China's National Supercomputer Center, che ha una velocità di calcolo pari a 93 PFlop ("PetaFlop"), ossia 93 milioni di miliardi di operazioni aritmetiche in virgola mobile al secondo.

Attualmente nella lista dei dieci supercalcolatori più potenti del mondo compaiono quattro elaboratori degli USA e due elaboratori cinesi. Germania, Giappone, Saudi Arabia e Svizzera posseggono un supercalcolatore ciascuno nella lista dei dieci calcolatori più potenti.

Nel 2011 il calcolatore del CINECA (IBM BlueGene/Q) compariva nella lista dei 10 supercalcolatori più potenti del mondo. Ora è al trentaduesimo posto con 1.72 PFlops. Al n. 17 vi è il calcolatore HPC2-IBM, 3 PFlops, di ENI.

I supercalcolatori sono strumenti molto utili per l'esecuzione di calcoli complessi e onerosi.

Essi trovano applicazione prevalentemente nella ricerca scientifica e in particolare nelle scienze della vita, nella modellazione ambientale, nella produzione industriale e, in misura minore, nel mondo delle tecnologie dell'informazione, nella modellazione finanziaria e nei programmi creativi.



**Il cinese Tianhe-2
il supercomputer più potente del mondo**

1988: nascono in Italia gli standard della multimedialità: *MPEG* e *MP3*

La tecnica più semplice per trasmettere un messaggio vocale, come avviene sulla linea del telefono, o un motivo musicale, come avviene via radio, consiste nel "campionare" il segnale, ossia prelevare i valori del suono ad intervalli regolari di tempo e trasmettere questi valori con una certa approssimazione.

La tecnica più semplice per trasmettere un'immagine consiste nel suddividere quell'immagine in tanti quadratini o pixel (Picture Element) e trasmettere separatamente la luminosità e il colore di ciascuno di quei quadratini.

La tecnica più semplice per trasmettere un filmato consiste nel suddividere il filmato in tante immagini e trasmettere separatamente, nell'ordine corretto, le singole immagini.

I volumi di informazione, ossia i bit al secondo, che occorre trasmettere, sono sempre molto alti. Ad esempio, nel caso limite, un filmato di alta qualità richiede almeno 10 immagini al secondo, dove ogni immagine è composta da almeno 20.000 quadratini e ogni quadratino richiede almeno 20 bit per trasmettere la sua luminosità e il suo colore. Totale: 4 milioni di bit al secondo.

Esistono algoritmi complessi che consentono di ridurre il volume d'informazione necessari per trasmettere voce, musica, filmati.

Per decidere quali algoritmi adottare e definire gli standard relativi, i due comitati internazionali ISO e IEC nel 1988 costituirono il Moving Picture Experts Group sigla MPEG col compito di "Coding of moving pictures and audio".



Il comitato fu costituito **nel gennaio 1988** da un ricercatore di CSELT, il centro di ricerca della Telecom, chiamato **Leonardo Chiariglione**, e si riunì per la prima volta nel maggio del 1988.

Alla prima riunione parteciparono 25 membri, mentre attualmente alle singole riunioni, che si convocano almeno 4 volte all'anno, partecipano oltre 350 membri in rappresentanza di più di 200 aziende e organizzazioni appartenenti a circa 20 nazioni all'anno. Nei molti standard definiti da questo comitato probabilmente il più diffuso è chiamato MPEG-2 che si occupa della codifica generica di immagini in movimento e

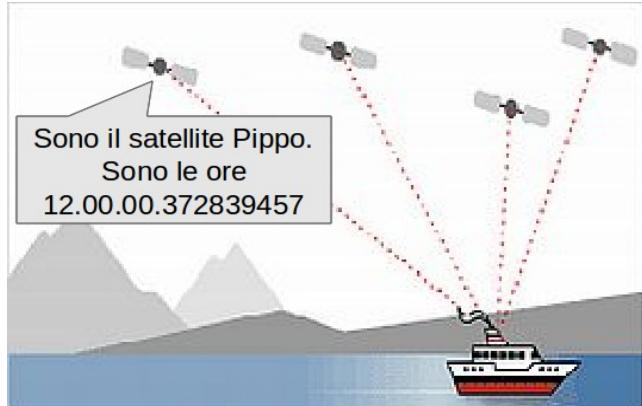
informazione audio associata, come è necessario nella trasmissione televisiva.

Un sottoprodotto molto importante dell'attività svolta da MPEG è lo **standard MP3 (Moving Picture Expert Group-12 Audio Layer 3)** che è l'algoritmo più diffuso per la compressione dell'audio. Si tratta ovviamente di una tecnica di compressione che comporta la perdita di un certo livello di qualità consentendo comunque una riproduzione accettabilmente fedele del file originario non compresso.

1994: Il global positioning system (G.P.S.)

Il progetto GPS è stato sviluppato sulla base di precedenti progetti risalenti agli anni '60. Il GPS è stato creato e realizzato dal [Dipartimento della Difesa statunitense](#) (USDOD) ed è divenuto operativo a partire dal 1994.

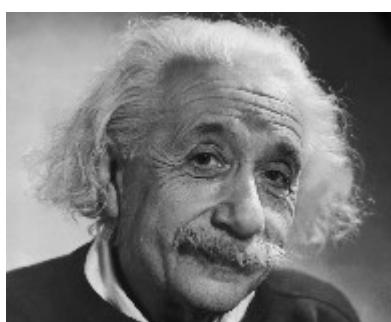
La figura a lato schematizza il principio di funzionamento di un apparato G.P.S., ossia di un piccolo dispositivo in grado di determinare la sua posizione sulla superficie della Terra sulla base di dati ricevuti da alcuni satelliti.



In prima grossolana approssimazione, tale principio di funzionamento può essere descritto nei termini seguenti.

L'antenna ricevente dell'apparato a terra "vede" almeno tre di una schiera di satelliti orbitanti a quote relativamente basse. Dal primo di questi tre satelliti l'apparato del G.P.S. riceve un messaggio del tipo: "Io sono il satellite S. Sono le ore H". Lo stesso apparato conosce la posizione P nello spazio occupata da S all'ora H, e da questa informazione deduce che la propria posizione è attualmente allocata su una sfera con centro in P e raggio pari alla distanza ricoperta da un'onda elettromagnetica in un tempo pari al tempo intercorso fra l'ora H dichiarata dal satellite e l'ora H* in cui il messaggio è stato ricevuto. L'apparato del G.P.S. allocato a bordo del mezzo mobile ripete lo stesso calcolo sui dati di almeno due altri satelliti determinando la propria posizione come intersezione di almeno tre sfere. Comunque, al fine di migliorare la precisione del rilevamento si usano anche i dati di almeno un quarto satellite.

Attualmente il G.P.S. consente precisioni nella determinazione della propria posizione dell'ordine dei centimetri.



E' importante ricordare che secondo la teoria della relatività di Einstein il tempo scorre con velocità diversa sul satellite e sulla Terra. Lo stesso intervallo di tempo che per il satellite vale T, per il calcolatore a terra vale

$$T' = T/\sqrt{k}$$

$$k = 1 - v^2/c^2$$

ove v è la velocità del satellite e c è la velocità della luce. Il GPS tiene conto della differenza fra T e T'. Se non lo facesse commetterebbe errori clamorosi.

Così dal punto di vista scientifico il GPS è molto importante perché dimostra la validità della Teoria della Relatività.

2001 è la data che segnò l'inizio della storia di Arduino

Ancora una volta la città di Ivrea ha posto il suo sigillo sulla storia dell'informatica. E' qui, infatti, presso l'Interaction Design Institute che il progetto **ARDUINO** e' stato sviluppato, ad opera di un team di esperti, capitanato da **Massimo Banzi**.

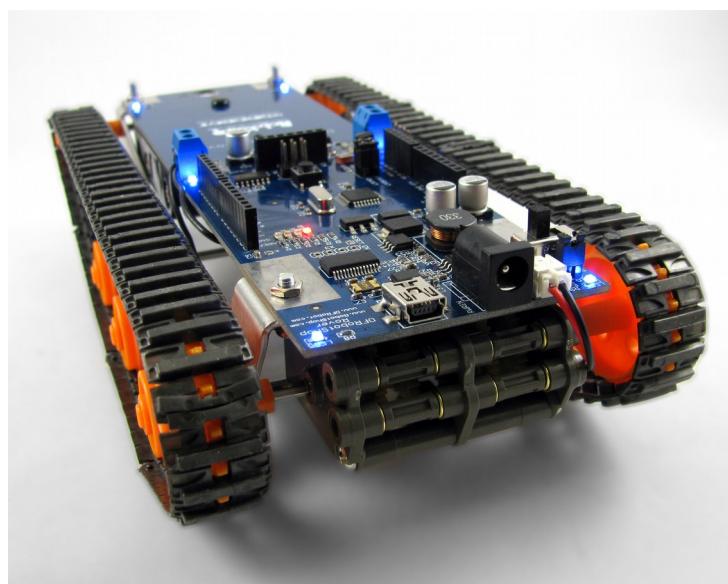
Arduino è una piattaforma hardware, una scheda a basso costo (a partire da 30 euro), di piccole dimensioni (sta nel palmo di una mano) alla quale è possibile applicare varie componenti elettroniche che posso essere poi programmate con semplicità.

La piattaforma Arduino ha avuto un grande successo: già nel 2008 ne furono venduti più di 50.000 esemplari in tutto il mondo.

Quella di Re Arduino è anche una figura leggendaria nell' eporediese. Re Arduino fu il primo re d'Italia (al tempo un piccolo regno) e morì nell'anno 1003.

Come Linux sta alla condivisione libera del software, Arduino sta all' hardware, dimostrando che anche gli oggetti possono essere open-source. E proprio qui si trova la ragione del suo successo: la **filosofia dell'apertura totale, dell'assenza di brevetti, se non sul nome, ha portato nel tempo sempre più persone a collaborare al progetto, a modificare la scheda, a migliorarla, condividendo liberamente le proprie idee.**

Il suo successo è stato anche legato alla crescita del movimento dei "makers", sostenitori del «If you can't open it you don't own it» (Se non puoi aprirlo non è davvero tuo).



ANDROID

Nel 2003 vede la luce Android.

Nell'anno **2003** quattro giovani imprenditori: **Andy Rubin, Rich Miner, Nick Sears e Chris White** fondarono una società, chiamata **Android Inc.**, con un obiettivo industriale ambizioso: dotare i telefoni cellulari di funzionalità importanti oltre a quelle istituzionali della comunicazione.



Dopo 18 mesi di attività la nuova società attraversò una crisi finanziaria, che trovò soluzione nella sua acquisizione da parte di Google. Questa intendeva con quell'acquisizione entrare nel ricco mercato della telefonia mobile.

L'obiettivo centrale del gruppo di Android acquisito da Google fu lo sviluppo di un sistema operativo per telefoni cellulari, ossia l'insieme dei programmi di base per la gestione delle risorse di elaborazione e di comunicazione di un telefono cellulare che in effetti è un vero e proprio calcolatore.

Nel settembre del 2007 il fondatore di Android presentò ufficialmente il nuovo sistema operativo, che prese il nome della società, e il noto robottino verde che ne è il simbolo.

Android è stato costruito su un nucleo ("kernel") di Linux; ossia le funzionalità di base del sistema operativo sono state ricopiate da Linux.

Molto software libero, scritto prevalentemente nel linguaggio JAVA, integra il nucleo di Linux. Attualmente molti programmatore collaborano allo sviluppo di Arduino nell'ambito del grande progetto "Android Open Source Project". Tuttavia, Android è spesso arricchito di moduli software che non sono liberi.

Nel momento in cui scriviamo (aprile 2017) Android è di gran lunga il più diffuso sistema operativo a livello mondiale, avendo la sua quota di mercato superato la soglia di 60%.



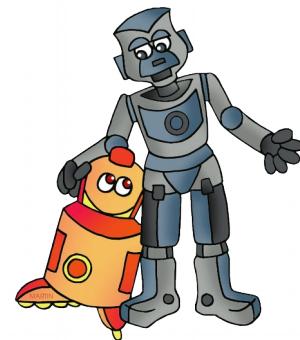
L'evoluzione dell'intelligenza artificiale: i ROBOT

La storia dei robot è molto antica.

Le prime tracce di quelli che un tempo venivano chiamati "automi" si perdono nella notte dei tempi, o meglio, nella mitologia, che narra delle macchine create da Efeso, il dio del fuoco, e della capacità di Dedalo, padre di Icaro, di infondere il movimento negli oggetti da lui creati.

Anche studiosi quali Archimede ed Erone diedero il loro contributo ideando congegni che contribuirono, già nel V secolo a. C., allo sviluppo scientifico e tecnologico. Gli arabi con il grande scienziato Al-Jazari, elaborarono sofisticati oggetti meccanici già nel XIII secolo d. C. e non è certo un caso se il Giappone è oggi all'avanguardia nella progettazione dei robot: basti pensare all'ingegnosità dei **Karakuri, affascinanti bambole meccaniche**, creati tra il XVIII e il XX secolo.

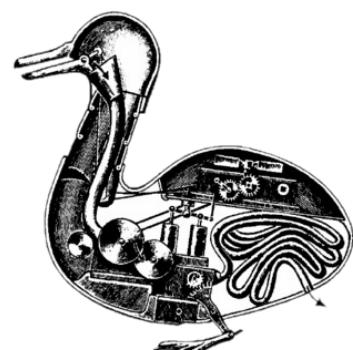
Nel **1495 Leonardo da Vinci** progettò il primo robot umanoide: un cavaliere meccanico in grado di muovere testa e arti.



KARAKURI

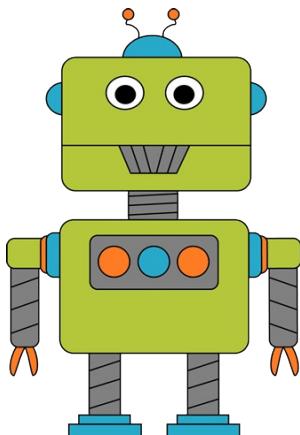


Il francese **Jacques de Vaucanson** tra il **1735** e il 1751 realizzò numerosi meccanismi automatici, alcuni dei quali ancora oggi impiegati nell'industria tessile. La sua fama è però legata alla creazione di automi, il più conosciuto dei quali è "L'anatra che digeritrice", capace di riprodurre il meccanismo di digestione ...
..fino anche alla deiezione.



Come già descritto in precedenza nel libretto n.2 "Tutto meccanico", nel 1700 si sviluppò una vera e propria passione per gli automi (ricordiamo il "Giocatore di scacchi" e i "Musicisti"). Tuttavia si trattava sempre di meccanismi meccanici non programmabili.

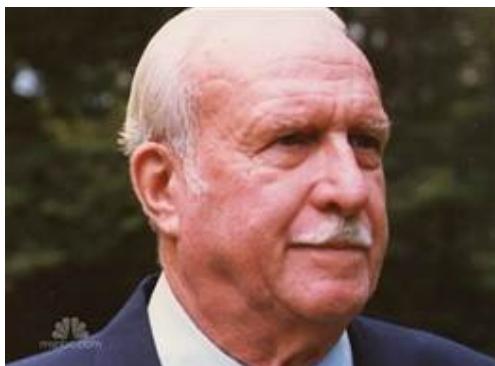
Fu solo con il **XX secolo**, sulla base degli immensi progressi scientifici, tecnologici, organizzativi compiuti a livello mondiale, fortemente condizionati dalle esigenze produttive industriali, che avvenne la grande espansione della robotica.



La parola '**Robot**' deriva dal ceco *robota* che significa 'lavoro pesante' o 'lavoro forzato'.

Nei primi anni '40 lo scrittore di fantascienza **Isaac Asimov** utilizzò per la prima volta la parola robotica in una sua opera e formulò le famose **Tre leggi sulla Robotica**:

- Un robot non può recar danno a un essere umano né può permettere che, a causa del proprio mancato intervento, un essere umano riceva danno.
- Un robot deve obbedire agli ordini impartiti dagli esseri umani, purché tali ordini non contravvengano alla Prima Legge.
- Un robot deve proteggere la propria esistenza, purché questa autodifesa non contrasti con la Prima o con la Seconda Legge.



Nel **1954** l'inventore americano **George Charles Devol** progettò il primo robot realmente programmabile.

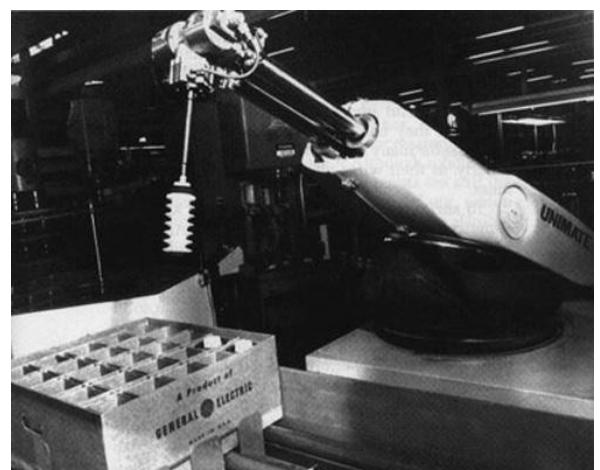
Nel 1956 Devol e **Joseph Endelberger** fondarono la Unimation Inc., la prima compagnia mondiale di robotica. Lo **Unimate** (*Universal Automation*), impiegato dalla General Motors nei propri stabilimenti, fu il primo robot ad essere utilizzato a livello industriale.



**In alto a sinistra:
G.C. Devol**

**A sinistra:
J. Endelberger**

**A destra:
lo Unimate**

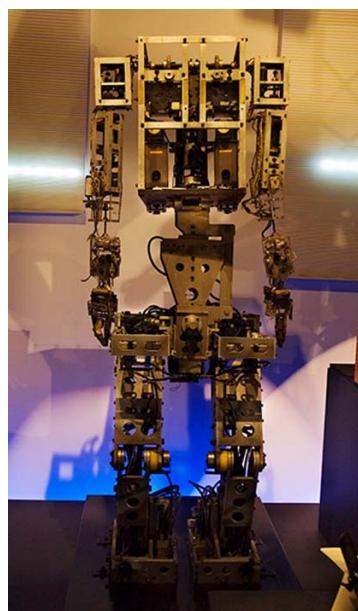
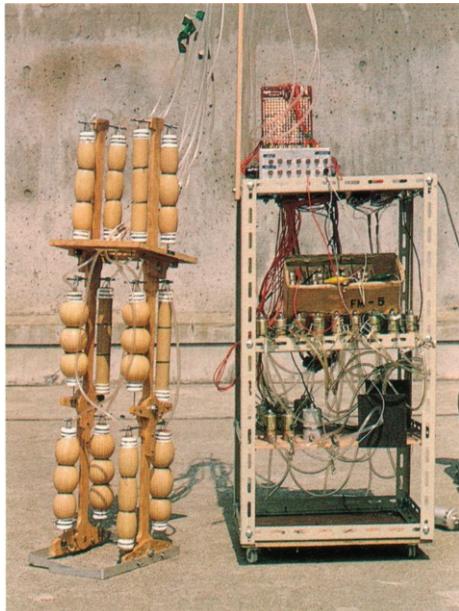


Nei decenni successivi si assistette ad una e vera e propria esplosione della scienza robotica.

Tra i molti che si applicarono allo sviluppo delle tecnologie e delle relative applicazioni si distinse il giapponese **Ichiro Kato** che realizzò il primo robot bipede, dando il via alla progettazione e creazione di **robot umanoidi** sempre più evoluti, come il Wabot-1 e il Wabot-2 (foto sotto).



Ichiro Kato



Nel 1993 la giapponese HONDA realizzò P3, il suo primo robot umanoide, predecessore di Asimo, acronimo di "advanced step in innovative mobility".

Asimo venne presentato al pubblico nel 2000 e fu il **primo robot** capace di **correre, interagire, parlare** con gli umani e di riconoscerli grazie ad un **sistema di riconoscimento facciale**.



<http://world.honda.com/ASIMO/>



Tra il 1999 e il 2005 la **Soni** progettò e realizzò **Aibo**, il primo robot da intrattenimento destinato al mercato di consumo. Il primo modello, l'**Aibo ers 110** assomigliava a un beagle di colore argento. Ebbe un grande successo, soprattutto in Giappone.

Aibo era dotato di intelligenza artificiale che gli consentiva un comportamento simile a quello dei cani veri: si muoveva in modo realistico rispondendo a comandi vocali e poteva crescere tramite interazione, attraverso quattro stadi evolutivi. Aveva inoltre comportamenti autonomi dipendenti dallo stato d'animo: poteva ignorare gli ordini, non amava la vita sedentaria e soffriva la solitudine.

Aibo cane robot aveva in dotazione una stazione di ricarica e una palla per giocare.

ERS-7 è stato l'ultimo modello di Aibo robot prodotto: dotato di videocamera da 350 mila pixel, 24 luci led per "esprimere" emozioni, era governato da un processore da 576 Mhz con una RAM da 64 Mb. Tra gli accessori di Aibo ERS-7 c'erano anche un osso e un mazzo di carte da gioco.

Il progetto Aibo robot venne interrotto nel 2005 a causa degli elevati costi del progetto.



<http://www.sony-aibo.com/>

Lo sviluppo di robot umanoidi procedette a livello mondiale nei decenni che portarono al nuovo millennio. Molte furono le nazioni che, in tutto il mondo, si applicarono nella ricerca.



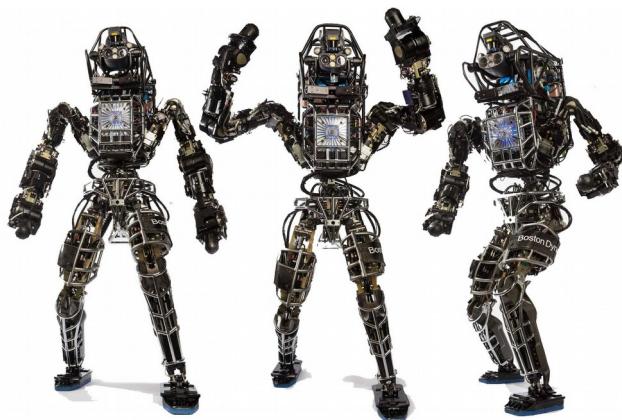
In Italia, nei primi anni 2000, l'Istituto Italiano di Tecnologia di Genova realizzò **iCub**, creato grazie allo sviluppo di pelle artificiale (silicone) in grado di donare al robot androide una sensibilità tattile evoluta e di acquisire informazioni, proprio come noi umani, toccando gli oggetti. Questo particolare tipo di rivestimento era costituito da 5 mila sensori di tipo capacitivo simili a quelli dei *touch screen* di smartphone e tablet.

iCub era un cucciolo di robot, alto 1,04 metri e con un peso di circa 25 kg, dotato di mani di metallo, muscoli ad azionamento elettrico, due telecamere per occhi, due microfoni per orecchie, uno speaker al posto della bocca, la possibilità di comunicare con le espressioni del volto.



Nel **2003**, all'International Robot Exhibition a Tokyo venne presentato il primo modello di **Actroid**, **Androidi** con fattezze umane, sviluppati dalla Università di Osaka e prodotti dalla divisione animatronics di Sanrio della *Kokoro Company Ltd.* Gli *Actroid* possono mimare le funzioni tipiche degli esseri umani come le espressioni facciali, il parlare e il respirare. I modelli *Repliee* sono inoltre modelli interattivi dotati della capacità di riconoscere il parlato e di rispondere a tono. Dotati come altri robot di sensori, di autonomia, flessibilità, programmabilità, hanno i visi realizzati in silicone per un effetto più naturale.

Tra le realizzazioni più recenti (2013) vi sono i robot realizzati dalla Boston Dynamic, azienda statunitense del gruppo Alphabet (Google) che ha realizzato diversi robot, tra i quali: **ATLAS**, **BIG DOG**, **CHEETAH**, **PetMan**.



ATLAS

La robotica ha pervaso negli anni moltissimi campi: militare, spaziale, medicale, produttivo, domestico, assistenziale, etc.



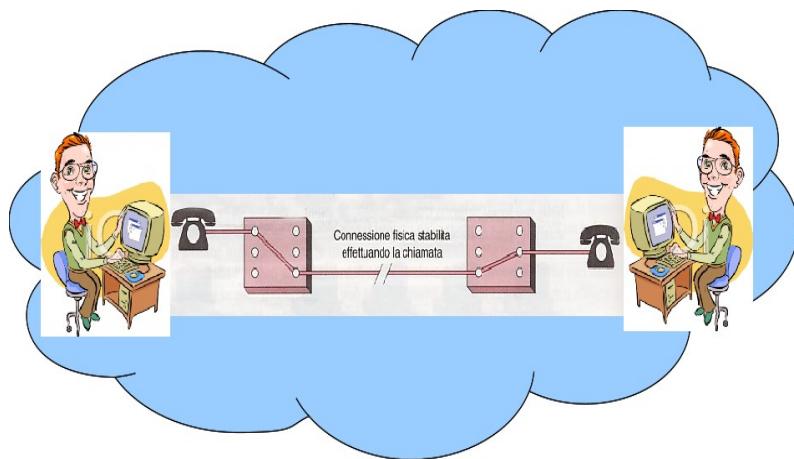
APPROFONDIMENTI



APPROFONDIMENTO: RETI A COMMUTAZIONE DI CIRCUITO E RETE A COMMUTAZIONE DI PACCHETTO

Le reti di trasmissione dati a **commutazione di circuito** realizzano una connessione fisica diretta fra l'utente chiamante e l'utente chiamato, così come avviene nella antica rete telefonica.

L'inconveniente della commutazione di circuito è rappresentato dal fatto che le risorse impegnate nella connessione sono spesso sottoutilizzate: ad esempio, mentre un utente pensa e non trasmette, la linea di collegamento risulta occupata ma non utilizzata né dai due interlocutori né da altri.



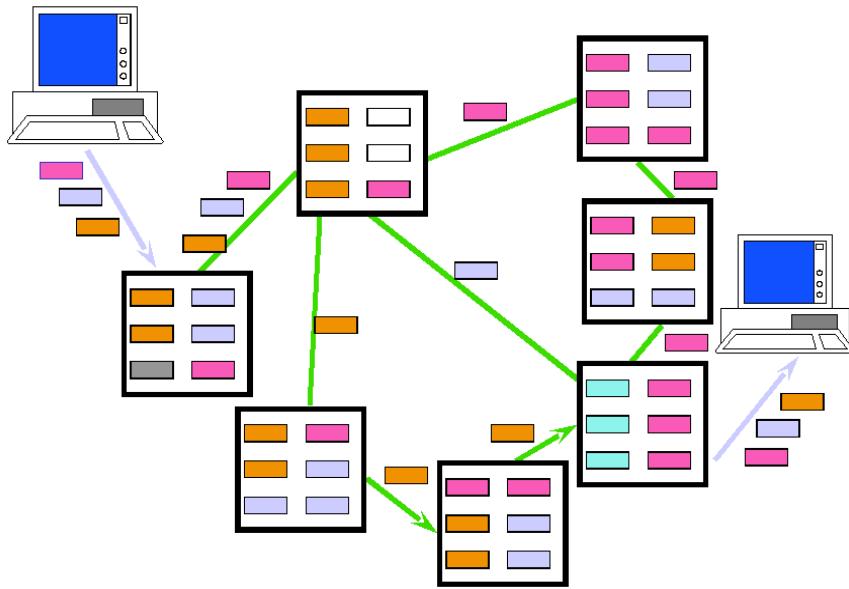
Rete a commutazione di circuito

Alla commutazione di circuito si contrappone la **commutazione di pacchetto**. Una rete a commutazione di pacchetto è caratterizzata, anziché da centrali di commutazione, come quelle della rete telefonica, da calcolatori collegati fra loro da linee del tipo delle linee "punto a punto"(ossia di collegamenti diretti da una stazione trasmittente ad una stazione ricevente).

In fase di trasmissione i dati, che sono tutti bit, sono divisi in tanti pacchetti (lunghe sequenze di bit, ossia di informazioni elementari del tipo "0" oppure "1").

Ad esempio, una frase di un utente composta da centomila bit potrebbe essere suddivisa in dieci pacchetti da diecimila bit ciascuno.

Nella rete vi sono molti nodi, come vediamo nella seguente figura:



Rete a commutazione di pacchetto

Ogni pacchetto rimbalza di nodo in nodo sino ad arrivare alla destinazione. In ogni momento ogni pacchetto sceglie una delle strade libere, indipendentemente dalle scelte fatte dai pacchetti precedenti. Così due pacchetti della stessa frase probabilmente sceglieranno strade diverse.

Lo scopo principale di questa seconda soluzione, intrinsecamente più complicata, è la piena utilizzazione delle risorse trasmissive.

Il suo inconveniente principale è rappresentato dalla variabilità dei tempi di consegna dei singoli pacchetti.

Così vi è il pericolo che un segmento di voce arrivi in ritardo rispetto al segmento precedente, compromettendo la capacità di comprendere bene il messaggio vocale.

In sostanza, la soluzione appare molto efficiente per la trasmissione di dati numerici, ma molto complicata per la trasmissione di voce o di video.

APPROFONDIMENTO: ROUTER

Si ricorda che :

"route" significa "strada" e
"router" significa "instradatore".



I router non sono concettualmente o strutturalmente diversi dagli altri calcolatori; sono soltanto calcolatori specializzati nella trasmissione dei dati. Quando un calcolatore della RETE 1 vuol trasmettere un'insieme di dati a un calcolatore della RETE 2, trasmette quei dati al router della RETE 1 secondo le modalità della stessa RETE 1. Il router della RETE 1 trasmette allora quei dati al router della RETE 2 e questi convoglia i dati ricevuti al calcolatore di destinazione utilizzando la modalità di comunicazione della RETE 2. In questo modo qualunque calcolatore della RETE 1 può trasmettere dati a qualunque calcolatore della RETE 2.

Possiamo estendere lo schema. Ad esempio, la RETE 2 potrebbe utilizzare un secondo router per collegarsi ad una terza rete chiamata "RETE 3". In virtù di questo collegamento, qualunque calcolatore della RETE 1 potrebbe trasmettere dati a qualunque calcolatore della RETE 3 eventualmente passando attraverso il router della RETE 2. Questa RETE 2 mette le proprie risorse di comunicazione a disposizione di calcolatori che appartengono a reti diverse; in cambio, altre reti, in altre circostanze, si metteranno a disposizione di comunicazioni che interessano i calcolatori della RETE 2.

E' la collaborazione tra router il principio fondamentale dei fornitori e degli utenti dei servizi di Internet.

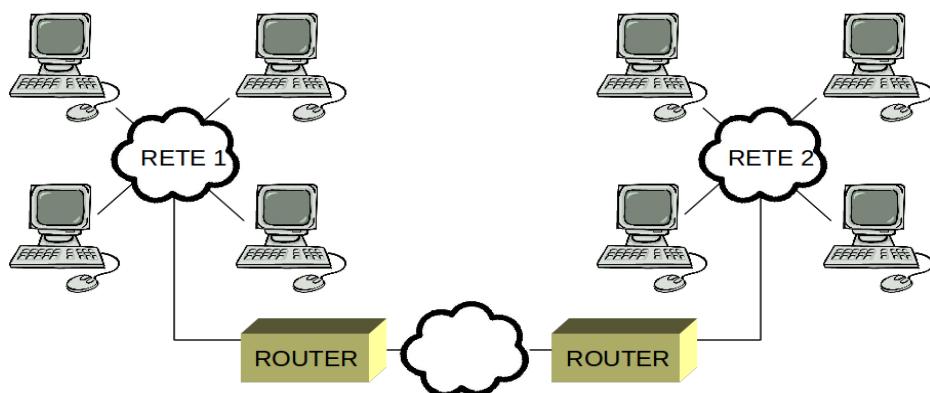
APPROFONDIMENTO: I PRINCIPI DI FUNZIONAMENTO DEL PROTOCOLLO TCP/IP

La rete delle reti

La storia di Internet inizia nel 1960 ed è una storia di continue scoperte e invenzioni. All'incirca a metà di questa storia, i progettisti di Internet si diedero un obiettivo ambizioso: diventare la grande rete delle reti. Infatti, in quel momento operavano molte reti diverse, locali e geografiche, caratterizzate da topologie diverse, progettate e prodotte da aziende diverse.

I sistemi costituiti dai vari calcolatori e dalle reti di comunicazione non potevano scambiarsi dati perché ogni rete adottava regole diverse per organizzare i dati da trasmettere, per collegare le sorgenti e le destinazioni dei flussi di dati, per specificare gli indirizzi dei calcolatori coinvolti nella comunicazione e così via. Inoltre ciascuno dei produttori delle diverse reti, molto geloso delle sue soluzioni tecniche, non gradiva che calcolatori di altri produttori venissero collegati alla loro rete.

Si decise allora di operare secondo lo schema rappresentato nella figura seguente:



Alla rete di sinistra chiamata RETE 1 in figura, una delle reti preesistenti ad Internet, si aggiunse un apparato, chiamato ROUTER in Fig. 3-1, che colloquiava con altri calcolatori della stessa RETE 1, secondo le regole adottate dai progettisti di quella rete, ma che fosse collegato a un canale di comunicazione "da Rete a Rete". Alla rete a destra chiamata "RETE 2" nella figura, si aggiunse un altro apparato, capace di scambiare i dati con gli altri calcolatori della stessa RETE 2 secondo le regole prestabilite per questa. Si collegarono poi fra loro i due router con un canale opportuno. Si ricorda che "route" significa "strada" e "router" significa "instradatore".

I router non sono concettualmente o strutturalmente diversi dagli altri calcolatori; sono soltanto calcolatori specializzati nella trasmissione dei dati. Quando un calcolatore della RETE 1 vuol trasmettere un'insieme di dati a un calcolatore della RETE 2, trasmette quei dati al router della RETE 1 secondo le modalità della stessa RETE 1. Il router della RETE 1 trasmette allora quei dati al router della RETE 2 e questi convoglia i dati ricevuti al calcolatore di destinazione utilizzando la modalità di comunicazione della RETE 2.

In questo modo qualunque calcolatore della RETE 1 può trasmettere dati a qualunque calcolatore della RETE 2.

Possiamo estendere lo schema. Ad esempio, la RETE 2 potrebbe utilizzare un secondo router per collegarsi ad una terza rete chiamata "RETE 3". In virtù di questo collegamento, qualunque calcolatore della RETE 1 potrebbe trasmettere dati a qualunque calcolatore della RETE 3 passando attraverso la RETE 2. Questa RETE 2 mette le proprie risorse di comunicazione a disposizione di calcolatori che appartengono a reti diverse; in cambio, altre reti, in altre circostanze, si metteranno a disposizione di comunicazioni che interessano i calcolatori della RETE 2. E' la collaborazione tra router il principio fondamentale dei fornitori e degli utenti dei servizi di Internet.

Il lungo viaggio dei trenini dei messaggi

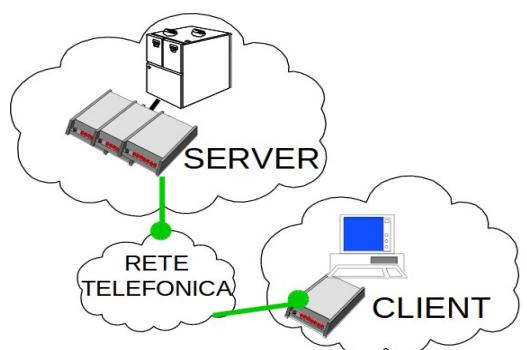
Nonostante il grande numero di calcolatori collegati, dell'ordine di diversi miliardi, nel mondo, la tecnologia di Internet è relativamente semplice. Consideriamo dapprima il caso della trasmissione di un messaggio breve. In vacanza avete conosciuto una bambina americana che vi ha lasciato il suo indirizzo di posta elettronica ed è sufficientemente simpatica da meritare di essere ricordata. Così, tornando a casa le mandate una "mail", ossia una lettera con un breve messaggio: "E' stato molto bello giocare con te al mare". La vostra amica non ha ancora un suo indirizzo di posta elettronica e quindi mandate il messaggio alla sua mamma che si chiama Mary Smith e lavora nello staff segretariale del Presidente degli Stati Uniti. Il suo indirizzo di posta elettronica sarà: "mary.smith@white-house.gov".

Come vedremo tra breve, l'indirizzo "white-house.gov" del calcolatore dove finirà il messaggio sarà convertito in una sequenza di bit, uno o zero, sequenza più idonea all'elaborazione automatica, ma la conversione dell'indirizzo scritto come sequenza di caratteri alfabetici a un numero binario non cambia la sostanza delle cose per cui supponiamo, per ora, che l'indirizzo non subisca alcuna modificazione.

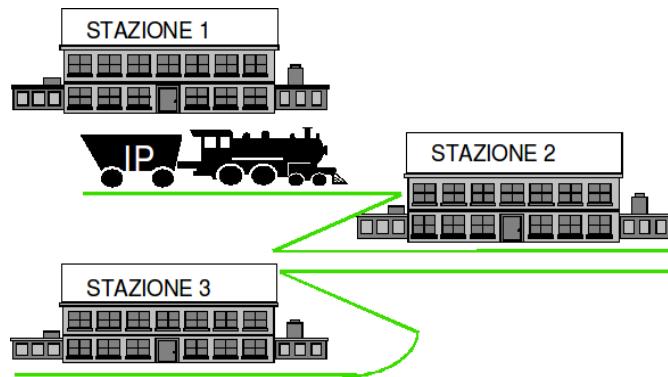
Il nostro calcolatore raccoglie dalla tastiera il testo del messaggio e lo incolla all'indirizzo del destinatario, la mamma della vostra amica.

Oggi sono attivi nel mondo numerosi calcolatori, chiamati I.S.P. ("Internet Service Provider" ossia "Fornitori di Servizi di Internet"), che hanno il compito di trasmettere i pacchetti di dati ricevuti da uno dei loro "client" ("clienti") a qualunque altro calcolatore collegato a Internet.

Se il vostro calcolatore è collegato al calcolatore del centro che vi fornisce il servizio di collegamento a Internet (Internet Provider) via Modem e telefono, il messaggio arriva attraverso la linea telefonica al primo router, ossia al calcolatore del vostro "I.S.P.".



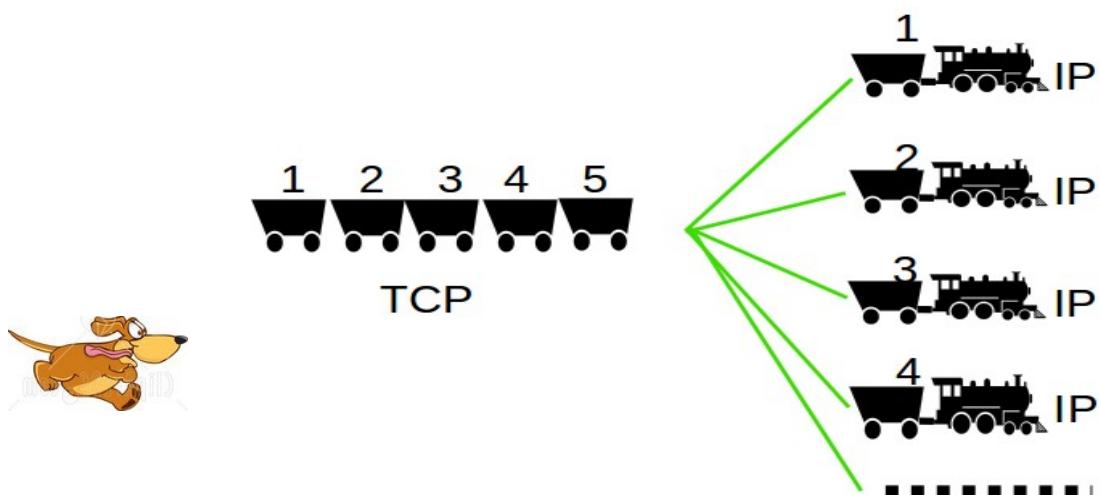
Tutto avviene come in una grande rete ferroviaria.



Il capostazione della stazione di partenza, ossia il vostro calcolatore, invia un trenino con un unico vagoncino contenente un carico di bit, il vostro messaggio. Sulla locomotiva c'è un piccolo carico di servizio, l'indirizzo di destinazione.

Quel trenino è chiamato "pacchetto IP", dalle iniziali di "Internet Protocol". Il trenino IP arriva alla sua prima stazione intermedia, ossia al calcolatore del vostro I.S.P. Il capostazione si affaccia alla locomotiva e legge l'indirizzo di destinazione. L'ultima parte dell'indirizzo (.gov) indica la rete degli enti governativi degli Stati Uniti, per cui il messaggio dovrà essere inoltrato in America. Il capostazione consulta una grande tabella, che gli indica, per ogni destinazione finale, la destinazione successiva a cui inviare il trenino. Così il trenino viene inviato a Milano, presso un istituto di ricerca dell'Università, da cui devono transitare tutti i trenini partiti da Torino con destinazione negli Stati Uniti. Il capostazione di Milano farà lo stesso lavoro, e inoltrerà il trenino a Bologna, e così, di stazione in stazione, sino all'arrivo alla stazione finale, il calcolatore dove, come vedremo, risiede la casella postale della mamma di Mary.

Un vagoncino IP ha una capacità limitata, mediamente pari a circa 1500 caratteri. Di conseguenza, il breve messaggio per Mary può essere contenuto in un unico vagoncino, ma il milione di bit necessari per rappresentare un'immagine con un'ottima risoluzione non sta in un vagoncino e richiede un treno composto da moltissimi vagoncini. Sfortunatamente, la rete ferroviaria di Internet non ama convogliare treni con più di un vagoncino; per questa ragione il capostazione di partenza, ossia il vostro calcolatore, dovendo trasmettere cento vagoncini, come sua prima operazione scomponete il treno in cento trenini, con cento locomotive diverse, ciascuna delle quali trascina un diverso vagoncino. Il lungo treno di partenza è chiamato "pacchetto TCP", come "Transport Control Protocol", una sigla misteriosa che non ha un profondo significato. I cento trenini IP in cui il capostazione ha scomposto il lungo treno TCP sono autonomi e viaggiano ciascuno per proprio conto, secondo la logica della "Commutazione di pacchetto" che abbiamo descritto nel capitolo 2. Spetta al capostazione della destinazione finale, il calcolatore che ospita la posta di Mary, raccogliere i singoli vagoncini e incollarli nell'ordine corretto, ricostruendo il lungo treno di partenza.



Questo meccanismo costituisce il principale difetto di Internet, probabilmente l'unico serio. I vari trenini IP che portano il carico del lungo treno TCP partono in sequenza ma possono arrivare in ordine sparso. Inoltre se uno solo dei trenini elementari si perde, il capostazione di arrivo non è più in grado di ricostruire il treno. In questo caso, deve mandare un trenino al capostazione di partenza per chiedere la ritrasmissione del trenino perduto.

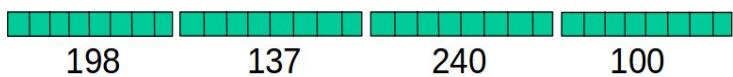
L'arrivo in ordine sparso non pone alcun problema alla trasmissione di messaggi scritti, ma costituisce un ostacolo difficilissimo alla trasmissione di un messaggio vocale o di un filmato.

Nel caso del messaggio vocale, ad esempio, tutti i frammenti che compongono una parola, come, ad esempio, la sillaba "ma" della parola "mamma", devono arrivare entro un decimo di secondo ed essere riprodotti nell'altoparlante del calcolatore di destinazione nell'ordine corretto, senza discontinuità, perché altrimenti il messaggio sarebbe incomprensibile.

Per questo la trasmissione della voce e del video su Internet ha rappresentato e rappresenta tuttora uno dei temi più interessanti della ricerca tecnologica.

Abbiamo accennato al fatto che l'utente di Internet usa indirizzi simbolici e mnemonici, come white-house.gov, ma che i calcolatori della rete interpretano le destinazioni dei messaggi solo se queste sono scritte in codice binario, come sequenze di uni o zeri.

Spetta a un calcolatore specializzato, chiamato "Domain Name Server" (DNS), il compito di tradurre gli indirizzi simbolici negli indirizzi fisici scritti in binario



198.137.240.100

\equiv
white-house.gov

Altri indirizzi:

(joe.biden@)white-house.gov
(meo@)polito.it
(aurora@)polito.it
(president@)whitehouse.gov

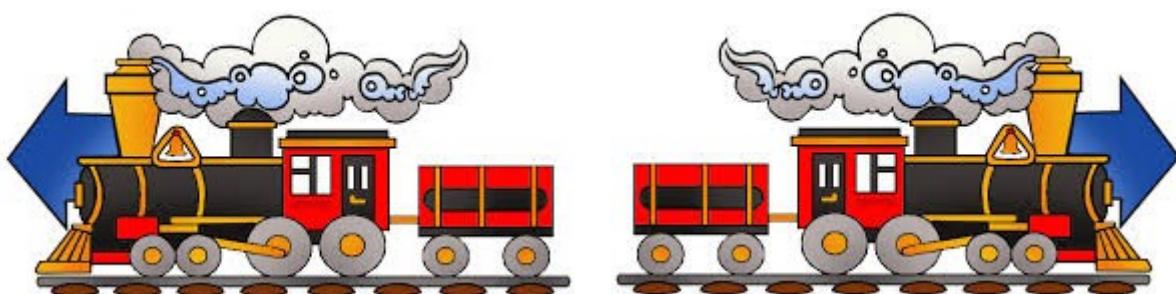


Il lavoro del "Domain Name Server" è complesso ed è eseguito con la collaborazione di molti calcolatori distribuiti su tutta la rete.

Un indirizzo fisico è composto da quattro numeri binari, ciascuno dei quali è costituito da 8 bit, per un totale di 32 bit. Con 32 bit si possono distinguere oltre 4 miliardi di indirizzi diversi, che, nel momento in cui i comitati internazionali, incaricati di definire le regole di Internet, specificarono le modalità di indirizzamento, sembravano ampiamente sufficienti a coprire tutte le esigenze per molti anni. Da alcuni anni, invece, gli indirizzi cominciano a scarseggiare.

I comitati internazionali hanno già definito un nuovo standard chiamato IPv6 (versione 6 del pacchetto IP), che consentirà la specificazione di molte centinaia di miliardi indirizzi diversi. Questa cifra può sembrare pazzesca se pensiamo che gli utenti della rete siano gli uomini; nella realtà i soggetti interessati alle comunicazioni su Internet sono i calcolatori, che diventano ogni giorno più piccoli e numerosi.

Domani, ogni forno, frigorifero, condizionatore, tostapane, videoregistratore e ogni altro elettrodomestico ospiterà uno o più processori caratterizzati ciascuno dal proprio indirizzo IPv6.



APPROFONDIMENTO: BASIC

I primi linguaggi di programmazione erano molto complicati e richiedevano una grande professionalità per la loro utilizzazione.

Per rendere più facile l'accesso a un calcolatore, nel 1964 due professori dell'Università di Dartmouth, John George Kemeny e Thomas Eugene Kurtz, svilupparono un linguaggio di programmazione di semplice utilizzo.

Fu chiamato BASIC ossia "Beginner's All-purpose Instruction Code".

Il BASIC richiedeva piccoli quantitativi di memoria, aveva un editor integrato per la scrittura del codice e semplici istruzioni, adatto a macchine con limitata quantità di memoria. Fu pensato anche come un linguaggio algoritmico, ossia adatto a programmare algoritmi.

Molte versioni furono sviluppate nei successivi decenni, soprattutto dopo l'avvento della mini e micro informatica.

Bill Gates e Paul Allen, nel 1975, elaborarono un interprete che risiedeva in soli 4 kB di memoria, l'Altair BASIC, venduto in seguito come Microsoft BASIC. Questo linguaggio ebbe ampia diffusione (grazie anche alle numerose copie pirata del software). Nel 1991 Microsoft presentò il Visual Basic.

```
10 PRINT " COME MI CHIAMO? "
20 INPUT A$
30 PRINT "CARO " ; A$ ; " , MI CHIAMO BUBU"
```



APPROFONDIMENTO: SISTEMA OPERATIVO

Un calcolatore è un insieme di componenti elettroniche che operano eseguendo un ordine prestabilito le cosiddette "istruzioni di macchina", sequenze di uni e di zeri che dicono in ogni istante quali operazioni devono essere eseguite e su quali operandi.

In teoria, un programmatore potrebbe scrivere tutte le istruzioni che il calcolatore deve eseguire in ogni istante. In pratica tale soluzione richiederebbe la scrittura di molte migliaia di istruzioni anche solo per eseguire una semplice operazione aritmetica. Per ridurre il lavoro dei programmatori, un calcolatore viene oggi venduto con un ricco insieme di programmi che semplificano enormemente il lavoro del programmatore.

Ad esempio, il programmatore può scrivere semplicemente un'istruzione come ST "15+27" PIPPO che vuol dire "esegui il calcolo dell'operazione 15+27 e memorizza il risultato in una cella della memoria a cui viene assegnato il nome PIPPO.

Il sistema operativo, con l'aiuto di uno specifico programma chiamato "compilatore", che indica quali operazioni compiere nell'ordine corretto, dà l'ordine all'unità di calcolo del calcolatore di eseguire quell'operazione e quindi crea un'area nella memoria in cui immagazzinare il valore PIPPO e infine trasferire in quell'area il risultato dell'operazione.

In sintesi, il sistema operativo gestisce:

- i circuiti elementari dell'unità di calcolo o unità aritmetica;
- i circuiti della memoria centrale del calcolatore;
- i circuiti di tutte le unità periferiche dalla tastiera alla memoria di massa.

Nei calcolatori più complessi nei quali, ad esempio, molti utenti lavorano contemporaneamente su programmi diversi (multiprogrammazione), il sistema operativo ha il compito, tra l'altro, di assegnare le risorse hardware ai diversi utenti nell'ordine corretto, memorizzando i risultati parziali delle singole elaborazioni.



APPROFONDIMENTO: UNIX

UNIX è un sistema operativo per computer che fu progettato nel 1969 da un gruppo di ricercatori, tra i quali Ken Thompson e Dennis Ritchie, nei *Bell Laboratories della AT&T Corp.*, società americana di gestione delle comunicazioni telefoniche, per eseguire il programma "Space Travel" che simulava il movimento dei pianeti, del sole, e di una navicella spaziale in atterraggio.



Tra il 1969 e il 1973 Ken Thompson e Dennis Ritchie svilupparono un nuovo linguaggio di programmazione:

il "**Linguaggio C**", che contribuì enormemente allo sviluppo di Unix.

Ben presto ci si accorse che Unix era un sistema operativo estremamente versatile, capace di consentire operazioni più numerose e complesse, come, ad esempio, la gestione da remoto delle operazioni di manutenzione.

Per un fatto di convenienza politica, AT&T concesse la distribuzione gratuita del codice sorgente di Unix alle Università di tutto il mondo, che per ottenerlo dovettero solamente accollarsi le spese di spedizione del supporto.

Si formò così una comunità mondiale di sviluppatori e programmatore che, sulla base delle linee guida dell'open source moderno, svilupparono nuove componenti e applicazioni per Unix. La comunità dei ricercatori operò sulla base di regole condivise, in un ambito ampiamente collaborativo, che ebbe come conseguenze:

-la creazione di un ambiente comune all'interno del quale i ricercatori potevano verificare e controllare gli esperimenti;

-la possibilità di riutilizzare e migliorare i lavori prodotti;

-la creazione di un ambiente di lavoro comunitario, dove tutti potevano contribuire.

Con lo smembramento, nel 1984, della AT&T la condivisione gratuita ebbe fine.

Nel 1983 Richard Stallman lanciò un progetto per creare GNU, un clone di Unix, che fosse software libero.



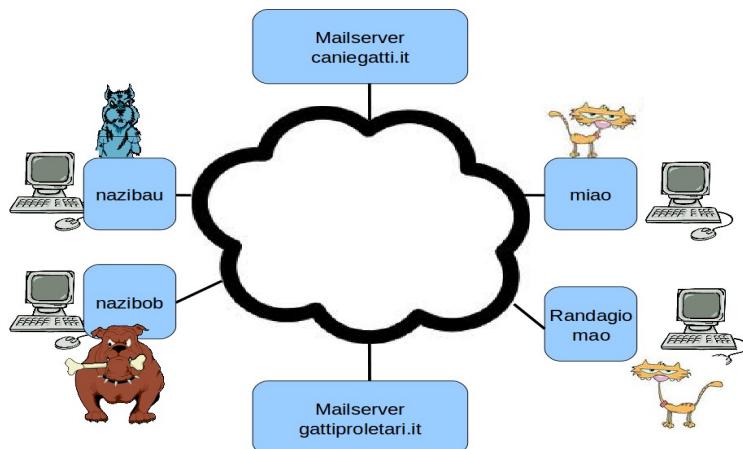
APPROFONDIMENTO: PRINCIPALI SERVIZI DI INTERNET

Usando il meccanismo dei trenini IP e spesso anche quello della scomposizione e ricomposizione dei lunghi treni TCP, Internet riesce a mettere a disposizione degli utenti molti servizi utili. Soffermiamoci sui più importanti.

La posta elettronica

Nei primi tempi della storia di Internet la posta elettronica veniva attuata inviando direttamente un messaggio da un calcolatore ad un altro. Questa soluzione, molto semplice, aveva un difetto: se il calcolatore del destinatario era spento, il messaggio si perdeva. I gatti, che sono sempre a zonzo, furono i primi ad accorgersi di questo difetto.

Per questa ragione si installarono nella rete un certo numero di "mail server", che dovevano essere sempre accesi. Nella figura sotto sono rappresentati due mail server, chiamati "caniegatti.it" e "gattiproletari.it", ma nella realtà di oggi i mail server attivi sono molti milioni. In figura sono rappresentati soltanto 4 dei molti "client" (clienti del servizio di posta) dei due mail server; due appartengono a due cani, "nazibau@caniegatti.it" e "nazibob@caniegatti.it", e due appartengono ai due gatti "miao@mioegatti.it" e "randagiomao@gattiproletari.it".



I mail server ospitano le caselle postali dei loro clienti, che sono memorizzate nelle memorie di massa dei due server. Nella figura successiva sono stati rappresentati i primi messaggi delle tre caselle postali appartenenti ai tre clienti:

nazibau@caniegatti.it, nazibob@caniegatti.it e randagiomao@gattiproletari.it.

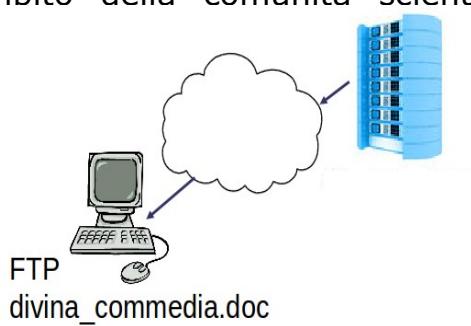
Ogni casella postale è suddivisa in due campi: il primo contiene l'indirizzo del mittente, il secondo il contenuto del messaggio. Osservate che il mittente del messaggio contenuto nella mail box di randagiomao è un gatto che utilizza il mail server "gattiproletari.it" (diverso dal server di posta degli altri tre protagonisti della nostra storia).



Per comprendere il senso dei messaggi, tenete presente che Nazibau è un cane militante nel movimento dei "Cani Arrabbiati", che predica il ritorno allo stato randagio, Nazibob è un cane del movimento dei "Nazicaniskin", che vogliono la soppressione dei gatti e la deportazione dei cani bastardi, mentre Miao è un povero gattino che rischia di diventare vittima di Nazibau e Nazibob. E' importante ricordare che quando inviate un messaggio ad un vostro amico, questo viene memorizzato nella sua mail box anche se il suo calcolatore è spento. Quando il vostro amico vorrà leggere il vostro messaggio, accenderà il suo calcolatore e si collegherà al suo mail server che trasmetterà il vostro messaggio al suo calcolatore.

FTP - Il trasferimento di file.

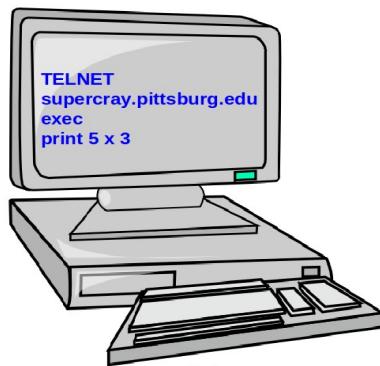
Il trasferimento di file, o "file transfer", può essere visto come una variante della posta elettronica. E' idoneo al trasferimento senza errori di documenti molto lunghi, come progetti, filmati, articoli scientifici o interi volumi. Costituisce ormai uno dei meccanismi standard per la diffusione della documentazione nell'ambito della comunità scientifica mondiale. (Figura seguente)



TELNET - L'accesso a un calcolatore remoto.

Un opportuno servizio di Internet, chiamato Telnet, offre all'utente la possibilità di collegarsi a un calcolatore remoto, anche a molte migliaia di chilometri di distanza, e di ordinargli l'esecuzione di un programma (Figura seguente). Dal punto di vista dell'utente, tutto avviene come se egli fosse collegato alla consolle del calcolatore remoto.

ottenuto attraverso lo scambio di una successione di messaggi sulla rete fra l'utente e il calcolatore remoto.



Qualche volta, come nel caso illustrato in figura, che mostra il collegamento a un supercomputer per eseguire l'operazione 5×3 , Telnet rende disponibili in tutto il mondo risorse di calcolo preziose. Qualche altra volta il collegamento rende possibile il movimento di una telecamera remota e l'acquisizione delle immagini catturate o più banalmente l'accesso al calcolatore che gestisce le vendite di un grande magazzino.

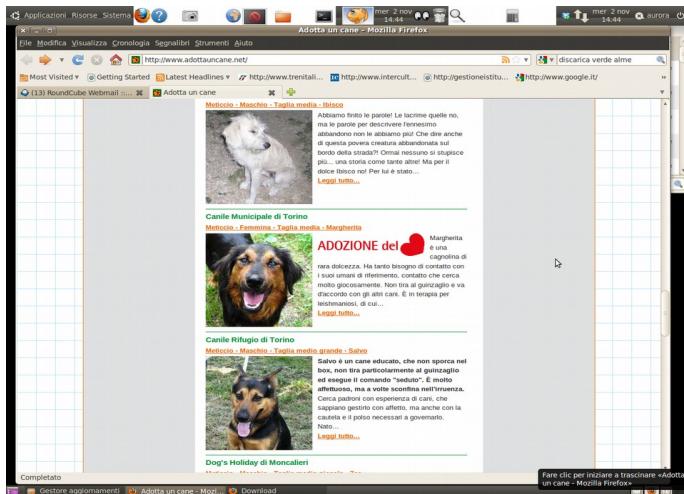
La navigazione

Centinaia di milioni di calcolatori in tutto il mondo mettono a disposizione di tutti enormi volumi di informazione. Molti programmi sono stati sviluppati per rendere più facile e proficua la navigazione nel grande mare di questi archivi o "data base server".

Oggi il più importante dei meccanismi per il "netsurfing", ossia per navigare nel grande mare della conoscenza contenuta in Internet, adotta uno standard che è stato proposto nel 1992 da alcuni ricercatori del C.E.R.N., il grande istituto europeo di ricerche che ha sede a Ginevra. A quella soluzione fa riferimento la nota sigla W.W.W. (World Wide Web o "la ragnatela estesa come il mondo").

Una pagina W.W.W. contiene generalmente un certo numero di parole sottolineate o immagini o altri segni che fanno esplicito riferimento ad altri concetti o ad altri dati. Ciascuno di quei riferimenti contiene l'indirizzo dell'archivio dove i nuovi dati potranno essere trovati ma l'utente non sarà stato costretto a leggere e riimpostare il nuovo indirizzo, essendo sufficiente spostare il cursore su quella parola o su quella immagine e premere il pulsante del mouse, per ottenere l'accesso automatico al nuovo indirizzo.

Vediamo un semplice esempio. Supponiamo che la mamma vi abbia finalmente dato il permesso di adottare un cane. Un amico vi ha detto che trovate un'ampia scelta di cani da adottare su molte pagine W.W.W. Scegliete una pagina a caso – www.adottauncane.net – e vi collegate a quella pagina. Vi comparirà la pagina rappresentata nella seguente figura, contenente le immagini di molti cani. Fate "click" sul nome del cane che vi piace di più e automaticamente vi comparirà la descrizione delle caratteristiche di quel cane.



Un ipertesto è un documento nel quale sono disseminate opportune ancora (**riferimenti ad altri documenti**), utilizzate come puntatori ad altre sezioni del documento o ad altri documenti. Il meccanismo del W.W.W. attua un grande ipertesto mondiale, ove ogni documento contiene una pluralità di riferimenti ad altri documenti allocati nello stesso sito o in altri siti della rete. Il W.W.W. tratta, come suoi componenti fondamentali, non soltanto i testi e i numeri, ma anche le immagini, i suoni, i filmati. Inoltre il meccanismo è molto potente e flessibile, per cui l'interrogazione può essere facilmente integrata con altre funzionalità della rete, in modo da attuare un'ampia gamma di applicazioni, dall'assistenza tecnica alla consultazione di archivi e all'electronic banking, che è l'accesso remoto al conto corrente dei vostri genitori in banca.

Motori di ricerca

Talvolta non è noto a priori l'indirizzo del sito da dove iniziare la ricerca dei dati a cui si è interessati. Per risolvere questo problema sono stati attivati opportuni programmi che sfogliano tutti i documenti disponibili in molti milioni di data base server.

Questi calcolatori e i programmi relativi sono chiamati motori di ricerca perché a tempo pieno interrogano tutti i data base server della rete, sintetizzando poi i risultati del proprio lavoro in enormi indici. Nel nostro caso, un indice è una tabella che contiene tutte le parole che compaiono nei miliardi di pagine di Internet; questa tabella precisa, per ogni parola, gli indirizzi di tutti i documenti che contengono quella parola al loro interno. Quando un utente desidera raccogliere informazioni su un determinato argomento, si collega a uno dei siti ove è allocato il grande indice ed esprime la propria richiesta utilizzando una o più parole chiave. Ad esempio, se fosse interessato ad acquistare un windsurf nuovo, egli si collegherebbe al motore di ricerca, esplicitando la parola "windsurf" nell'apposita finestrella destinata alle parole chiave. Il motore di ricerca proporrebbe allora una sequenza di siti e documenti contenenti informazioni sui windsurf. Come secondo esempio, provate a collegarvi a Google (www.google.com) che è forse il più importante dei motori di ricerca oggi disponibili. Vi comparirà una finestra nella quale scriverete la parola chiave per la ricerca – cane Moon di Angelo Raffaele Meo -.

Il motore di ricerca vi darà i puntatori ad alcuni documenti, fra cui un manualino di programmazione in Python sul quale compaiono alcune immagini del cane Moon.

La trasmissione di radio e televisione

La disponibilità di infrastrutture di rete sempre più veloci rende ora possibile anche la trasmissione di radio e televisione via Internet ("streaming").

Le note IPTV e WebTV sono state i primi servizi di trasmissione televisiva via rete.

Dall'ottobre 2015 anche in Italia è attivo un servizio distribuito di televisione via Internet (Netflix).

Secondo alcuni osservatori, la tradizionale TV basata su canali specifici terrestri o satellitari è destinata a scomparire, soppiantata dalla TV via Internet.

ALTRI SERVIZI DI INTERNET

I dibattiti in Rete

Il Blog

La parola "Blog" deriva dalla fusione delle due parole "web" e "log" a indicare l'intenzione di produrre un diario personale in Rete. Lo scopo è raccogliere commenti e giudizi anche da altri, amici o anche estranei interessati alle questioni sollevate dal proprietario del Blog.

Newsgroup

Le newsgroup sono grandi "tazebao" elettronici ove i membri di una comunità di utenti che condividono l'interesse per un determinato problema, o gruppo di interesse, espongono liberamente le proprie opinioni. Nel corso delle ultime elezioni politiche molti italiani residenti all'estero hanno condiviso sulle News con i residenti in Italia la passione per il dibattito politico.

Forum di discussione

Sono una evoluzione, nata negli anni '90, dei "Newsgroup" che erano stati proposti negli anni '70. L'obiettivo è lo stesso dei Newsgroup, ma i messaggi possono anche essere grafici e il collegamento può avvenire attraverso i servizi del WWW.

Chat

Le chat sono conversazioni in tempo reale fra gli utenti della rete. Un calcolatore ospita la conversazione; a quel calcolatore e dallo stesso sono trasmessi i messaggi di tutti gli iscritti alla conversazione. Eventualmente il dibattito può essere disciplinato da un utente "chairman" o moderatore, che controlla la validità dei messaggi ricevuti prima di irradiarli agli altri partecipanti alla discussione.

All'inizio le chat erano prevalentemente testuali, per cui i messaggi erano costituiti esclusivamente da sequenze di caratteri, attualmente sono multimediali, con messaggi audio e video contenenti, fra l'altro, i volti dei partecipanti al dibattito.

La trasmissione di messaggi

Phone e Talk

Nati negli anni '70 come evoluzione di Chat, con l'intento di rendere più veloce la comunicazione fra due utenti, come accade con il telefono. La comunicazione era esclusivamente testuale. Un utilizzatore del servizio vedeva la pagina del video suddivisa in due parti: nella metà superiore poteva leggere i messaggi ricevuti; nella metà inferiore scriveva i messaggi da inviare.

Skype

Quando la velocità di trasmissione dei messaggi aumentò, il Phone da testuale divenne vocale, rendendo possibili le funzionalità del telefono via Internet. Successivamente fu possibile attuare anche la videotelefonia. Skype è attualmente il più noto dei servizi di videotelefonia su Internet.



WhatsApp

Sono oggi disponibili molti programmi che consentono l'invio istantaneo di messaggi anche vocali e video. Il più noto nel mondo occidentale è oggi WhatsApp che all'inizio del 2015 poteva contare su 700 milioni di utenti al mese e 30 miliardi di messaggi inviati ogni giorno.

E' molto probabile che WhatsApp diventi presto anche un servizio di commercio elettronico attraverso l'introduzione di pagamenti in Rete ed eventualmente di moneta elettronica.

La condivisione di file, programmi e altre risorse informatiche

Dropbox

E' soltanto uno dei molti programmi oggi disponibile che consentono l'accesso condiviso a dati digitali come documenti, immagini, filmati, libri elettronici. BitTorrent è forse il più noto dei protocolli adottati per la condivisione di file o "file sharing".

Cloud

La cosiddetta "nuvola" o "cloud" rappresenta il limite estremo della condivisione di risorse informatiche. Un elaboratore centrale ospita non soltanto i programmi applicativi, ma anche gli archivi dei dati di una pluralità di utenti.

I siti delle reti sociali (o "social networks")

Una rete sociale è un gruppo di persone che hanno interessi comuni. Un esempio di rete sociale potrebbe essere il gruppo dei tifosi della Juventus. Negli ultimi anni sono state sviluppate numerose soluzioni tecnologiche basate su Internet per consentire lo scambio di messaggi fra i componenti di una rete sociale (i cosiddetti "Social network sites").

L'utente di un sito di rete sociale innanzitutto descrive il proprio profilo, ossia i propri interessi, e la lista dei cosiddetti "contatti", ossia degli amici con cui intende colloquiare. Eventualmente egli potrà anche visitare la lista degli amici dei suoi amici.

E' importante sapere che lo scambio di informazioni personali sui siti delle reti sociali può essere pericoloso, in quanto facilmente tutte ciò che viene scritto potrebbe diventare di pubblico dominio.

Facebook

Facebook è un archivio contenente le fotografie e le informazioni relative a tutti i membri di una comunità, come, ad esempio, tutti gli studenti di un'università. Nel momento in cui scriviamo gli utenti di Facebook sparsi in tutto il mondo sono più di un miliardo e mezzo, mentre gli utenti italiani sono 30 milioni. Gli amici possono scambiarsi messaggi, fotografie, video ed altre informazioni, sia in forma privata sia volendo, in forma pubblica, ossia autorizzando la pubblicazione in una bacheca pubblica dei contenuti dei messaggi.

My Space ("il mio spazio")

E' un sito sociale orientato prevalentemente agli appassionati di musica e spettacolo. Consente in particolare lo scambio di spettacoli musicali o cinematografici, ossia su My Space è possibile ascoltare musica o vedere video.

Twitter (dall'inglese "cinguettare")

E' caratterizzato dalla possibilità per un utente di entrare in contatto con altri utenti attraverso opportuni cinguettii (o "twitt"), ossia messaggi istantanei che potranno essere pubblicati nella pagine di un altro utente.

Linkedin

E' un social network di tipo "professionale", nel senso che partecipano ad esso professionisti, come programmati o progettisti, che vogliono entrare in contatto con altri professionisti.

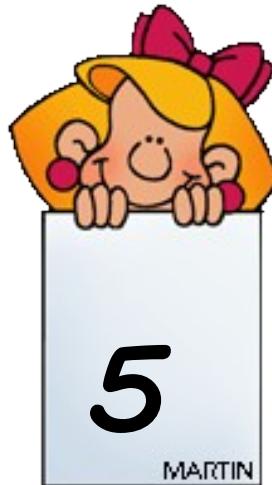
Flickr

E' una comunità di appassionati di fotografie che intendono condividere i frutti del loro lavoro.

You Tube

E' il più noto dei sistemi di "video sharing" rivolti alle comunità di appassionati di video che intendono condividere filmati di ogni genere, dal gattino, che giocando con i pesci, cade nella loro vasca alla importante lezione universitaria oppure al comizio rivoluzionario.

LIBRETTO



OGGI PER DOMANI

ovvero

*in conclusione: innovazione,
riflessioni, aspettative e sogni*



Contare, calcolare, elaborare dati

Quanta strada abbiamo percorso, dagli antichi sistemi di calcolo, alle macchine meccaniche, a quelle elettroniche per finire all'era di Internet e dei supercalcolatori! E non è ancora finita, la storia è in continua evoluzione.

Negli ultimi secoli la tecnologia si è trasformata ed è progredita sempre più velocemente, arrivando a pervadere tutti i settori della nostra vita: sociale, intellettuale, produttivo, artistico...Tutto cambia così velocemente che l'oggi è già ieri, e oggi sarà presto domani.

Permetteteci qualche riflessione.

MACCHINE CHE CALCOLANO E UOMINI CHE RICERCANO
... ALCUNE RIFLESSIONI SUI PROGRESSI DELLE TECNOLOGIE
DELL'INFORMAZIONE E LE NUOVE APPLICAZIONI



I PROGRESSI DELLE ICT

(Information Communication Technology: indica l'insieme delle tecnologie che consentono il trattamento e lo scambio delle informazioni).

La microelettronica

Nel 1968, **Gordon Moore**, che in quegli anni dirigeva la Ricerca e Sviluppo della Fairchild Semiconductor e che tre anni dopo fonderà l'Intel, propose una legge empirica secondo la quale ogni 2 anni la dimensione fisica del transistore si dimezza, e di conseguenza, poiché il transistore diventa contemporaneamente più stretto e più basso, il numero dei transistori incisi su un chip di date dimensioni si moltiplica per un fattore 4.



La legge conservò la sua validità fino al 1975. Successivamente il progresso della tecnologia microelettronica divenne un po' meno rapido, pur rimanendo sempre molto veloce.

Negli ultimi anni la dimensione del transistore si è dimezzata ogni quattro anni o poco meno; di conseguenza il numero dei transistori costruiti su un chip di date dimensioni è cresciuto di un fattore 4 ogni quattro anni, ossia di un fattore due ogni due anni. Qui faremo riferimento al periodo 1986-2016, come omaggio ai numerosi studiosi e ai ricercatori italiani che in quei trenta anni hanno scritto la storia di Internet del nostro paese.

Nel 1986 la dimensione del transistore era pari ad alcuni millesimi di millimetro; oggi è pari a circa 10 nanometri, ossia 10 milionesimi di

millimetro.



Si tenga presente che un globulo rosso ha una larghezza pari a 7.000 nanometri e un'altezza pari a 2.000 nanometri, mentre un cappello ha uno spessore uguale a 100.000 nanometri; quindi lo spessore di un cappello è 10.000 volte più grande della dimensione di un transistore.

Un microcircuito del 1986 conteneva tipicamente 200.000 transistori mentre un microcircuito di oggi può contenere molti miliardi di transistori.

Una "chiavetta" o "pendrive", disponibile sul mercato di oggi al costo di poche decine di euro, può contenere 256 miliardi di caratteri, ossia l'equivalente di una biblioteca di 100.000 volumi.

Quando la dimensione dei transistori si dimezza, la velocità del microcircuito che ospita quei transistori può crescere di un fattore 2, perché si riduce di un fattore 2 la dimensione dei percorsi che i portatori di carica devono descrivere.

Così, in teoria, il progresso della microelettronica potrebbe essere misurato dal prodotto dell'incremento del numero dei transistori nell'arco di trenta anni, per l'incremento della velocità, nello stesso periodo di tempo. Questo calcolo è lievemente ottimistico perché non è sempre facile trasformare i volumi in velocità, ossia utilizzare contemporaneamente tutti i transistori di un microcircuito (problema del parallelismo).

Tuttavia riteniamo si possa affermare che il progresso della microelettronica nell'arco degli ultimi trenta anni sia stato dell'ordine di un fattore pari a un milione, a costi molto lievemente crescenti. Questa stima deriva dall'ipotesi che nell'arco del trentennio 1986-2016 la dimensione del transistore si sia ridotta di 100 volte, per cui il numero di transistori per chip è cresciuto di 100×100 volte, e che la velocità del transistore sia cresciuta a sua volta di 100 volte, per un incremento globale della velocità di calcolo pari a $100 \times 100 \times 100 = 1.000.000$. La stima è molto prudente perché mediamente la dimensione del transistore si è ridotta più di un fattore 100.

Qualche studioso ha notato l'inizio di una flessione della curva di Moore. Ma altre tecnologie sono alle porte. Ad esempio, i transistori del futuro saranno a base di grafene (*materiale costituito da uno strato monoatomico di atomi di carbonio - avente cioè uno spessore equivalente alle dimensioni di un solo atomo, caratterizzato dalla resistenza meccanica del diamante e dalla flessibilità della plastica*) e non più di silicio e diventeranno almeno 4 volte più

piccoli dei transistori di oggi.

Inoltre i transistori di domani potranno essere collocati su piani diversi, collegati fra loro da "nanoascensori", un po' come avviene nei grattacieli degli uomini.

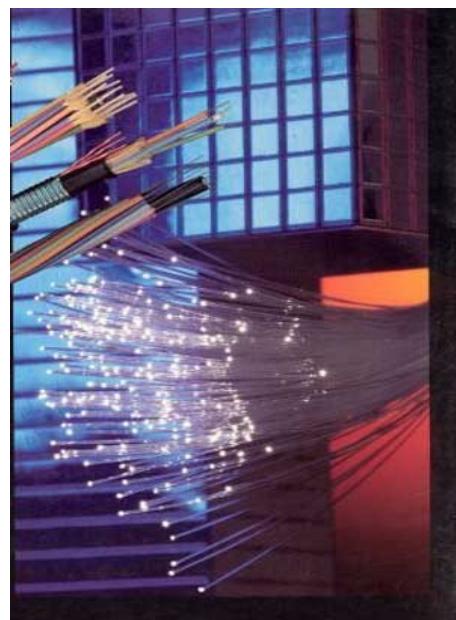
La trasmissione dei dati

Trenta anni fa i dati venivano trasmessi su doppini telefonici o su cavi coassiali. Oggi grossi volumi di dati -probabilmente la maggioranza - sono trasmessi via etere o fibra ottica. Rapidamente si sono succedute quattro generazioni di canali trasmissivi via etere (1G, 2G, 3G, 4G) e sta iniziando la propria vita la generazione 5G, che è caratterizzata da velocità trasmissive dell'ordine di 300 milioni di bit al secondo.

Ma si parla già di 6G, come dimostrato dal fatto che la diciassettesima voce più richiesta ai motori di ricerca è proprio la parola 6G.

Comunque, la regina della trasmissione dei dati rimane la fibra ottica, insostituibile nelle grandi dorsali di Internet.

Un sottilissimo filo di vetro, dello spessore di 10 millesimi di millimetro, del costo di 5 centesimi di dollaro al metro, con rapidissimi impulsi di luce può trasmettere a mille chilometri di distanza, senza ritrasmissioni intermedie, 10.000 miliardi di bit al secondo, una cifra che è dell'ordine di grandezza del volume dell'intero traffico telefonico mondiale.



LE NUOVE APPLICAZIONI delle ICT

Le applicazioni nate negli ultimi anni erano assolutamente impensabili trenta anni fa. Esse sono così numerose ed importanti da rendere impossibile proporne anche solo un elenco. Pertanto, per brevità, ci limitiamo qui a quattro aree applicative emblematiche: la stampa tridimensionale, l'Internet delle cose, i cosiddetti "big data" e la fabbrica 4.0.

La stampante tridimensionale

Quando il coautore di questo libro era bambino (anni '40) era affascinato da una striscia del Corriere dei Piccoli che aveva come protagonista il professor Lambicchi e la sua fantastica invenzione chiamata "arcivernice". L'arcivernice, spalmata sulle fotografie o le immagini di un oggetto, aveva la capacità di produrre l'immediata materializzazione di quella immagine.

Le stampanti tridimensionali di oggi realizzano proprio l'idea del professor Lambicchi.



A lato è riprodotta la copertina di una nota rivista economica internazionale ("The economist") che propone la stampante tridimensionale come simbolo della cosiddetta "Terza rivoluzione industriale".

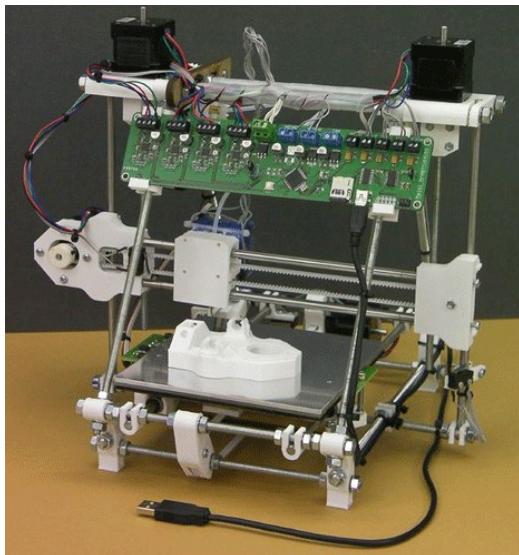
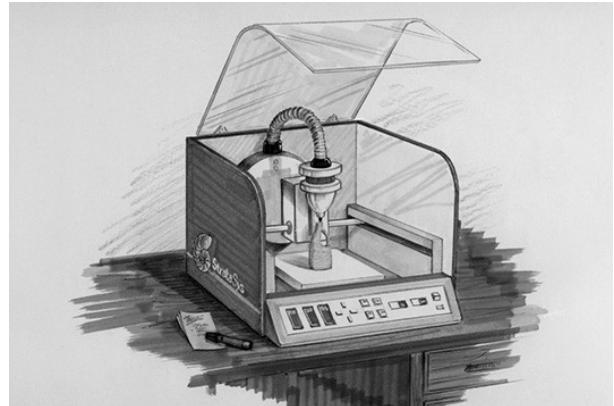
Le origini della stampa 3D risalgono al **1980** quando il Dr Kodama, in Giappone, presentò domanda di brevetto per la tecnologia additiva.

Successivamente, nel **1984 Charles Hull** brevettò un nuovo sistema definito **stereolitografia**, una tecnica che permette di realizzare singoli oggetti tridimensionali a partire direttamente da dati digitali elaborati da un software. Nel **1986 C. Hull e R. Fried fondarono la "3D Systems"**, che nell'anno successivo avviò il "B test" con alcune aziende interessate alla sperimentazione della stereolitografia.



Charles Hull

L'altro grande gigante della stampa 3D è **Stratasys**, che ha inventato nel **1989**, grazie a **S. Scott Crump**, l'**FDM** (Fused Deposition Modelling), la "**stamp a filo**" il processo che consente la realizzazione di un oggetto strato dopo strato, tramite un filamento che depositato genera la geometria del pezzo. Nel 2007 Strasys ha immesso sul mercato macchine di produzione additiva per componenti plastici, i Sistemi Fortus 400 MC e Fortus 900 MC.



Con lo scadere nel 2011 di alcuni brevetti della Stratasys, si affacciarono sul mercato una moltitudine di sistemi di Stampa 3D low cost/personal basati sul progetto **Open Source RepRap** (**RepRap** è l'abbreviazione di Replicating Rapid-prototyper - prototipatore rapido replicante). **RepRap** è la prima stampante 3D a basso costo, ed il Progetto RepRap ha dato inizio alla rivoluzione delle stampanti 3D open-source.

RepRap è una macchina autoreplicante, può stampare i pezzi necessari per assemblare una nuova stampante.

Con il tempo vennero prodotti nuovi materiali per le stampanti 3D. **Objet Geometrie Ltd**, l'azienda fondata **1998** che brevettò la prima stampante a getto di inchiostro, nel **2005** lanciò dei materiali simili agli *elastomeri* (sostanze naturali o sintetiche che hanno le proprietà chimico-fisiche tipiche del caucciù -o gomma naturale-, la più peculiare delle quali è la capacità di assorbire grosse deformazioni elastiche).



Modello di fegato multi-material e full color
Tecnologia: PolyJet



L'Internet delle cose (IoT- Internet of Things)

In un futuro molto vicino ciascuno degli oggetti che ci circondano - dal frigorifero al forno, dallo scaldabagno alla sveglia - avrà il proprio indirizzo Internet, il proprio sistema di sensori e attuatori e la propria unità di elaborazione, per operare correttamente e trasmettere o ricevere messaggi.

Così, ad esempio, la sveglia, un'ora prima di attivare la sua suoneria (un brano musicale scelto dall'utente), invierà un messaggio allo scaldabagno per ordinargli il riscaldamento dell'acqua della doccia e cinquanta minuti dopo invierà un analogo messaggio al tostapane.



Particolarmente importanti appaiono le applicazioni dell'Internet delle cose al sistema della sanità. Un insieme di sensori di basso costo consentirà di rilevare in ogni istante i valori dei dati più significativi della funzionalità del nostro corpo, come la temperatura corporea, la frequenza cardiaca, la pressione sanguigna, la glicemia, li sottoporrà ad una prima elaborazione locale e successivamente li trasmetterà al medico di base o al laboratorio ospedaliero.

Meccanismi come quello descritto, consentiranno una riduzione dei costi del sistema sanitario e, soprattutto, un miglioramento clamoroso della qualità e della sicurezza del controllo e della gestione della salute.



BIG DATA

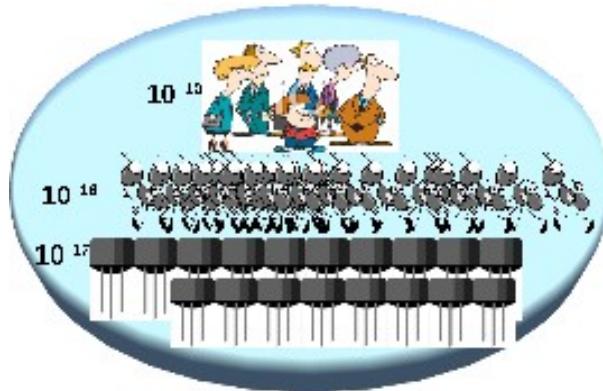
In una sola giornata sono prodotti oggi più dati di quanti sono stati stampati in sei secoli di storia. Si pone così il problema della gestione di questi "big data" che hanno oggi la dimensione di 50.000 miliardi di caratteri.

Gli enormi volumi di dati prodotti dai sensori distribuiti sull'Internet delle cose o raccolti da archivi dinamici, come, ad esempio, i valori delle azioni in borsa rilevati istante per istante nell'arco di una giornata o giorno per giorno nell'arco di un anno, richiedono strumenti software di analisi molto diversi da quelli del passato.



Un tempo ci si accontentava di calcolare le medie dei valori ritenuti più importanti; oggi si vuole identificare la legge con cui evolvono i dati raccolti. Ad esempio, l'evoluzione dei valori della pressione sanguigna o dell'elettrocardiogramma nell'arco di una giornata è più significativa della misura rilevata una volta sola nello stesso periodo di tempo.

Di conseguenza, nuovi algoritmi matematici e nuovi strumenti software sono necessari. Essi sono oggi chiamati "strumenti di intelligenza artificiale", anche se la definizione lascia perplessi alcuni studiosi secondo i quali quegli algoritmi e quei programmi sono manifestazione di intelligenza naturale combinata con sofisticate tecnologie informatiche.



La figura a fianco mostra quanto grande sia già oggi la dimensione della tecnologia informatica nel mondo che ci circonda. Sul nostro pianeta vivono oggi quasi 10^{10} (ossia 10 miliardi) di uomini o donne. Secondo una ricerca recente, per ogni uomo o donna vivono attualmente 1.850.000 formiche, ma per ogni formica operano più di 10 transistori.

Di conseguenza, per ogni uomo o donna operano oggi almeno 10 milioni di transistori.

Questo numero è destinato a una rapidissima crescita. Infatti, per attuare l'Internet delle cose e la gestione dei "big data", occorrerà realizzare, entro l'anno 2020, oltre 25 milioni di programmi applicativi che saranno residenti su oltre 25 miliardi di sottosistemi, per un business complessivo di oltre 4.000 miliardi di dollari.

La fabbrica 4.0

Secondo gli storici dell'industria nell'arco degli ultimi secoli si sono succedute tre rivoluzioni industriali.

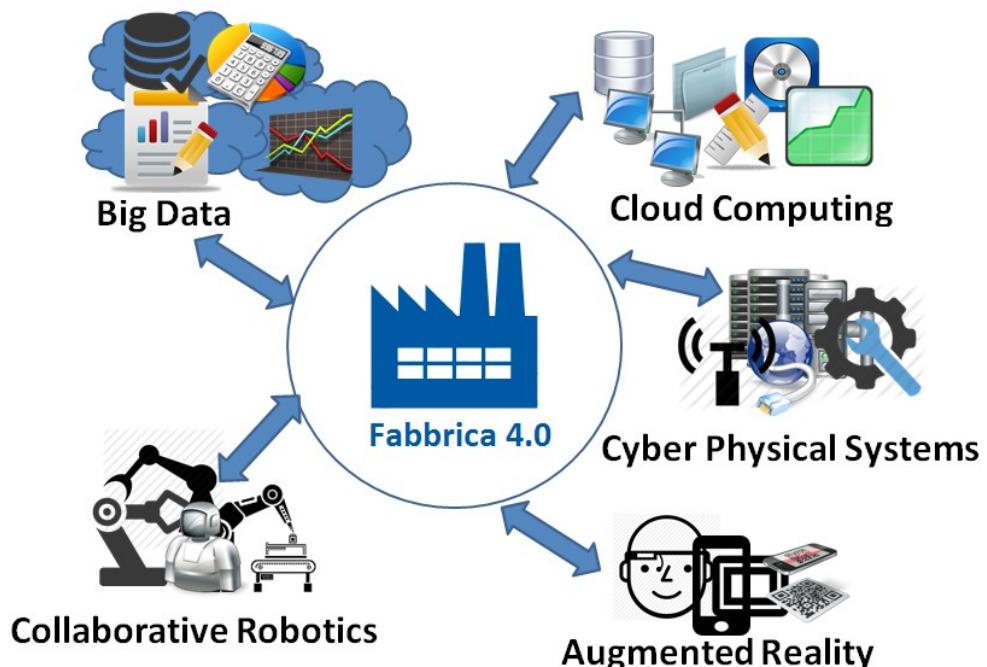
La prima rivoluzione risale al 1780 con l'invenzione della macchina a vapore e l'utilizzo della potenza dei flussi di acqua.

La seconda rivoluzione industriale, che può essere datata 1870, è caratterizzata dai generatori e motori elettrici, dal motore a scoppio e dall'adozione del petrolio come fonte energetica primaria.

La terza rivoluzione industriale può essere datata 1970 ed è caratterizzata dall'introduzione delle tecnologie elettroniche e informatiche nei processi produttivi.

Nel mese di gennaio del 2016, il noto organismo internazionale chiamato World Economic Forum ha organizzato a Davos in Svizzera un'importante manifestazione con l'obiettivo dichiarato di "Mastering the fourth industrial revolution". Possiamo quindi affermare che stiamo vivendo i primi anni della quarta rivoluzione industriale.

La nuova rivoluzione industriale sarà caratterizzata innanzi tutto dall'adozione di nuove tecnologie produttive, basate sulla robotica e su altri processi industriali più raffinati; dalla stretta integrazione dei diversi momenti del processo produttivo ottenuta con sensori e attuatori di nuova generazione e con le tecnologie dell'Internet delle cose; da un'analisi raffinata della qualità dei singoli sottoprodotti e dei singoli momenti del processo industriale, ottenuta con i nuovi strumenti nati nella ricerca sui big data.



ASPETTATIVE E SOGNI



Nella seconda metà degli anni '70, in una serie di studi approfonditi sulla realtà mondiale, personaggi molto noti della cultura, della politica e dell'industria di quegli anni intravidero nell'avvento delle tecnologie dell'informazione un'opportunità di progresso per i paesi in via di sviluppo. Ricordiamo, ad esempio, il rapporto Brandt, titolato "Nord-Sud: un programma per la sopravvivenza", promosso da McNamara, allora presidente della Banca Mondiale; il memoriale "Mitsubishi", frutto di un lavoro congiunto di alcune decine di studiosi occidentali e giapponesi; due rapporti al Club di Parigi e al Club di Roma di Peccei; il famoso volume "La sfida mondiale" di Jean Jacques Servan-Schreiber.

Quei rapporti furono tutti caratterizzati da un grande ottimismo, ispirato dalla constatazione che le tecnologie dell'informazione hanno un contenuto intrinseco di materie prime ed energia praticamente trascurabile. Essendo il contenuto di quelle tecnologie puramente intellettuale ed essendo l'intelligenza umana distribuita nella stessa misura su tutti i popoli della terra (come osservava Cartesio), le stesse opportunità di sviluppo tecnologico ed economico avrebbero dovuto aprirsi al paese ricco e a quello povero.

A quaranta anni di distanza dal momento in cui uomini animati da acuta intelligenza e ideali forti, come Brandt, Mc Namara, Shiller, Mitsubishi, Schreiber, Peccei, sognavano un futuro migliore, basato sulle nuove tecnologie e sull'industria dell'informazione e costruito su una stretta collaborazione internazionale, i rapporti OCSE non soltanto rilevano che il divario tecnologico, industriale ed economico fra paesi ricchi e paesi poveri non è diminuito per l'avvento delle tecnologie dell'informazione, e anzi è cresciuto, ma anche osservano che le stesse tecnologie dell'informazione si sono diffuse prevalentemente nei paesi del Nord.

La ragione fondamentale di questo insuccesso deve essere attribuita al fatto che l'industria informatica ha caratteristiche molto diverse dall'industria dei beni materiali come la casa e l'automobile. Ad esempio, il prodotto industriale classico è caratterizzato da quel meccanismo che gli economisti chiamano "economia di scala". Un aeroplano da 500 passeggeri costa meno di due aeroplani da 250 passeggeri ciascuno; una petroliera da 100.000 tonnellate costa meno di due petroliere da 50.000. Viceversa, il costo di sviluppo di un programma software cresce con il quadrato della sua dimensione, per cui un programma da 2.000 istruzioni costa 4 volte un

programma da 1.000 istruzioni, perché generalmente quattro volte più complesso.

Inoltre, il costo sul mercato di un programma software diminuisce rapidamente con il numero delle copie vendute: se lo sviluppo di un prodotto software è costato un milione, il prezzo di vendita deve essere almeno pari ad un milione se ne vendo una copia sola, ma scende ad un euro se riesco a venderne un milione di copie.

Per raddoppiare un programma che abbia già raggiunto un certo successo sul mercato, si deve investire quattro volte di più di quanto si era investito nella prima versione, ma per continuare a venderlo allo stesso prezzo si deve poter contare su un mercato quattro volte più grande.

Questo meccanismo favorisce le imprese più grandi e i paesi più forti. Mentre alcuni protagonisti del mondo dell'informatica diventavano gli uomini più ricchi della terra, migliaia di aziende informatiche in tutto il mondo, in particolare nel nostro paese, chiudevano i battenti, oppure rinunciavano ad operare nel settore della produzione per occupare comparti di nicchia nell'area dei servizi di installazione o personalizzazione dei prodotti di altri. Gli Stati Uniti hanno portato a casa migliaia di miliardi di dollari con la vendita di prodotti software, mentre paesi come il nostro non riescono ad esportare praticamente nulla in questo comparto.

Quindi le regole dello sviluppo e del mercato ritenute universali hanno reso inattuabili i modelli dello sviluppo basati sulla collaborazione che Brandt e gli altri studiosi che abbiamo citato sognavano quaranta anni fa'. Ma improvvisamente quelle regole sono cambiate.

Probabilmente il cambiamento è stato innescato dagli strepitosi successi di Internet. Noi riteniamo che Internet sia stata la più importante invenzione nella storia dell'uomo, perché mai l'umanità ha avuto a disposizione uno strumento così potente ed efficace per la crescita del sapere e la diffusione delle conoscenze, e tutto lo sviluppo di Internet è stato basato soltanto sulla collaborazione, al di fuori delle leggi della competizione e del mercato. Internet ha innescato un numero impressionante di iniziative industriali basate soltanto sulla collaborazione. Ad esempio, un solo sito specializzato nella distribuzione di software libero, chiamato "SourceForge", annovera cinque milioni di collaboratori programmati operanti su oltre mezzo milione di progetti. Le innovazioni più recenti, come l'Internet delle cose, la stampante tridimensionale, gli algoritmi della cosiddetta "intelligenza artificiale" per la gestione dei "Big Data", potranno essere attuati soltanto nell'ambito di un modello dello sviluppo basato sulla collaborazione e non sulla competizione.

Possiamo tornare a sognare un futuro migliore per tutti in virtù dell'informatica.



Ringraziamenti



Nel realizzare questo libretto, abbiamo attinto informazioni e immagini dalla rete, ponendo estrema attenzione al rispetto delle norme di utilizzo indicate.

Di seguito sono indicati i siti visitati.

Chiunque riscontrasse errori in tal senso o omissioni, è pregato di contattarci, provvederemo immediatamente alle opportune correzioni.

LINK

- <http://www.phillipmartin.info/clipart/homepage.htm>
- http://crema.di.unimi.it/~citrini/Tesi/r9/num_sum.html
- <http://web.math.unifi.it/archimede/laboratori/appunti/sumeri.pdf>
- <http://www.dti.unimi.it/citrini/Tesi/r9/cifre.html>
- <http://www.fe.infn.it/u/filimanto/scienza/storia/egitto/egitto.htm>
- http://web.math.unifi.it/archimede/note_storia/numeri/numeri1/node12.html
- http://www.orianapagliarone.it/storia%20della%20matematica/storia_prima.htm
- <http://www.orianapagliarone.it/storia%20della%20matematica/animapita18.htm>
- http://crema.di.unimi.it/~citrini/Tesi/r9/num_io.html
- <http://www.museiscientificiroma.eu/museomatematica/mouseABACO2.htm>
- <http://www.ba.infn.it/~pierro/Didattica/matematica/numeri/romani/Storia%20dei%20numeri%20romani.pdf>
- http://venus.unive.it/borg/Storia_Apple.pdf
- <http://www.tecnoteca.it/museo/01>
- http://www.trevisini.it/DOCS_AREA/CERINI_OPMAT_Quaderno1.pdf
- <http://php.math.unifi.it/convegnostoria/materiali/pettisumeri.pdf>
- <http://progettamatematica.dm.unibo.it/NumeriAdditivi/egizi.html>
- <http://www.aiutodislessia.net/storia-le-civiltà-mesopotamiche-gli-ititti-1-superiore/>
- <http://books.google.it/books>
- <http://books.google.it/books?>
- id=AfED2bC5ntsC&pg=PA16&lpg=PA16&dq=notazione+numerica+ittita&source=bl&ots=tzhvtt9Aer&sig=TLGZNDqBqKlc5a_eU1GBbO1FJzA&hl=it&sa=X&ei=G6FYVLbfEI7na_pSSgcl&ved=0CD8Q6AEwBA#v=onepage&q&f=false
- <http://progettamatematica.dm.unibo.it/NumeriEgitto/horus.html>
- <http://web.unife.it/altro/tesi/A.Montanari/grecia.htm>
- http://www.universonline.it/_misteri/articoli_m/articoli/01_05_22_a.php
- <http://www.pbs.org/opb/conquistadors/espanol/mexico/adventure1/pop-codex.htm>
- <http://gaiarinaldelli.it/siti/progetto%20storia/azteco.html>
- <http://slideplayer.it/slide/618735/>

<http://www.raiscuola.rai.it/articoli/storia-dei-numeri/9704/default.aspx>
<http://slideplayer.it/slide/618735/>
<http://people.sissa.it/~floreghi/stuff/mepvs2012.pdf>
<http://www.collezionespada.it/html/9fam.htm>
<http://celebiography.com/jack-kilby.html>
http://www.museoscienza.org/dipartimenti/catalogo_collezioni/scheda_oggetto.asp?idk_in=ST170-00024&arg=tavolo
http://ethw.org/Robert_Noyce
<http://www.blogalileo.com/scoperti-alcuni-segreti-della-matematica-degli-aztechi/>
<http://www.mimmocorrado.it/mat/alg/ins/sistemi.numerazione.pdf>
<http://it.wikipedia.org/wiki/Abaco>
http://it.wikipedia.org/wiki/Leonardo_Fibonacci
http://it.wikipedia.org/wiki/Liber_abaci
http://it.wikipedia.org/wiki/Sistema_di_numerazione_babilonese
http://it.wikipedia.org/wiki/Sistema_di_numerazione_cinese
http://it.wikipedia.org/wiki/Sistema_di_numerazione_egizio
http://it.wikipedia.org/wiki/Sistema_di_numerazione_greco
http://it.wikipedia.org/wiki/Sistema_di_numerazione_maya
http://it.wikipedia.org/wiki/Sistema_di_numerazione_romano
<http://progettamatematica.dm.unibo.it/>
<http://www.clipartpanda.com/categories/comprehension-clipart>
www.dsi.unive.it/~pelillo/.../Storia%20dell'informatica/Lezione%202.pdf
<http://www.dsi.unive.it/~pelillo/Didattica/Storia%20dell'informatica/Lezione%202.pdf>
<http://webmath2.unito.it/paginepersonaligiacardi/storianum1.pdf>
<http://www.giocomania.org/pagine/19609/pagina.asp>
<http://www.link2universe.net/2013-11-07/automa-bambino-scrittore-uno-straordinario-antenato-dei-computer/>
<http://www.storiaolivetti.it/percorso.asp?idPercorso=605>
http://www.audiovalvole.it/tipologia_valvole_diodo.html
http://it.123rf.com/photo_15446904_in-the-illustration-an-elderly-archaeologist-examines-a-magnifying-glass-ancient-vase-illustration-d.htm
http://it.123rf.com/photo_7013815_argeologo-vecchio-sul-luogo-di-lavoro.html
<http://www.filosofia.rai.it/articoli/storia-dei-numeri/9704/default.aspx>
<https://www.youtube.com/watch?v=eBN721mvYzU>
<http://www.netcategory.net/iphone-disabilitato-iphone-italia.html>
<http://www.dartmouth.edu/its-tools/archive/history/timeline/1980s.html>
<https://thecustomizewindows.com/2013/04/basic-beginners-all-purpose-symbolic-instruction-code/>
https://www.google.it/search?hl=it&site=imghp&tbo=isch&source=hp&biw=1280&bih=705&q=zuse+z1&oq=Zuse&gs_l=img.1.5.0l2j0i30k1j0i10i30k1j0i30k1l2j0i10i30k1j0i30k1l3.2757.3949.0.6590.4.4.0.0.0.107.405.1j3.4.0....0...1ac.1.64.img..0.4.401.WC1pb1lzKus#imgrc=3YCtj0h6ezNCRM:
http://clipart-library.com/data_images/144065.jpg
<https://en.chessbase.com/post/computers-choose-who-was-the-strongest-player->
<https://logos.co/design/royalty-free-vector-logo-of-a-half-human-half-artificial-intelligence-brain-colored-blue-by-atstockillustration-15621>
<https://www.xerox.it/about-xerox/italia/itit.html>
<http://cliparts.co/clipart-sounds>
<http://thehistoryofassemblylines.weebly.com/george-devol.html>