



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI FOGGIA

DIPARTIMENTI

DI AREA MEDICA

CdL in Tecniche Sanitarie di Radiologia Medica

Sistemi di Elaborazione delle Informazioni

Prof. Crescenzo Gallo

crescenzo.gallo@unifg.it

Informatica



Informatica

Il termine informatica deriva dal francese:

Inform(ation electronique ou autom)**atique** (P. Dreyfus - 1962)

Indica la gestione automatica dell'informazione mediante calcolatore.

L'**informatica** è l'insieme dei processi e delle tecnologie che rende possibile la creazione, la raccolta, l'elaborazione, l'immagazzinamento e la diffusione dell'informazione.



Informatica

Elementi funzionali dell'informatica sono i **Sistemi di Elaborazione delle Informazioni**.

Spesso tali sistemi sono detti “*elaboratori (elettronici)*”, o ancora più semplicemente “*computer*” o “*calcolatori (elettronici)*”.

Il termine **sistema** pone l'accento sulla natura complessa (ma non necessariamente complicata!) di un computer e sui suoi aspetti architettonici.



Informazione

Alcune definizioni:

Dal dizionario:

- *Informazione: Notizia atta ad essere espressa in dati.*

Da Wikipedia:

- *Information is the result of processing, gathering, manipulating and organizing data in a way that adds to the knowledge of the receiver.*

Definizione accademica:

- *Informazione: insieme di entità astratte, che raccolgono 'conoscenza' derivata dallo sforzo di descrizione ed interpretazione del mondo (materiale o immateriale).*

Informazione

INFORMATICA = informazione automatica = *disciplina che include problematiche, teorie, metodi, tecniche e tecnologie del trattamento (rappresentazione, elaborazione, conservazione, trasmissione, etc.) automatico delle informazioni.*

informazione = "materia prima" della convivenza civile, avente **forma** (numerica, alfanumerica, grafica) e **contenuto** (quali/quantitativo)

=> *esigenza di utilizzare metodologie e dispositivi atti a risolvere i molteplici aspetti che coinvolgono il dominio dell'informazione.*

Dato e informazione

DATO = rappresentazione *simbolica* ed *astratta* di entità (concrete o ideali).

Il dato “grezzo”, come ad esempio: **27**, **0881675421**, **FG*510234**, **LEONE** non ha di per sé alcun significato. Ma:

Informazione = dato + significato

- **27**: può essere il giorno di riscossione dello stipendio, oppure l'età di una persona, o la lunghezza in cm. di un oggetto, ...
- **0881675421**: può essere un numero di telefono, o il codice di un articolo nel magazzino 0881, ...
- **FG*510234**: può essere una targa automobilistica, l'identificativo di una patente, ...
- **LEONE**: il re della foresta, o l'ex Presidente della Repubblica, ...

Dato e informazione

La targa dell'auto di Gianni è

AB123YZ

descrittore

dato

Attenzione:

- Il calcolatore elabora **DATI**;
- l'uomo è in grado di usare **INFORMAZIONI**.

Elaborazione dell'informazione = trasformazione della stessa nella forma e/o nel contenuto => uso di un sistema (cioé i dispositivi hardware) e delle regole che ne definiscano il funzionamento (software) con finalità che qualificano il sistema stesso.

Dato e informazione

Informazione = *entità che riduce lo stato di incertezza (entropia)*

Aspetti fondamentali:

- **utilità**
- **emittente/ricevente**
- **linguaggio**
- **canale** (mezzo che offre il supporto fisico alla trasmissione) \implies *capacità* (ampiezza di banda), *rumore* (qualità trasmissiva)
- **supporto** (di memorizzazione)



Dati

- I **dati** sono la materia prima del trattamento dell'informazione.
- *Tipi* di dati
 - Dati **semplici**: numeri, caratteri, date
 - Dati **complessi**: immagini, grafici, filmati, suoni, animazioni
- *Origine*
 - Dati **primitivi** (es. data di nascita, movimenti c/c)
 - Dati **calcolati** (es. età, saldo contabile)



La gestione di dati complessi è resa possibile dalla potenza raggiunta dagli elaboratori nell'ultimo decennio.

Trattamento dell'informazione

- Il **trattamento automatico dell'informazione** presuppone una sua opportuna *rappresentazione* per consentirne la registrazione su supporti elettronici (la memoria di massa, un floppy, un CD, ...).
- L'informazione è rappresentata per mezzo di un'opportuna **codifica** (la rappresentazione binaria dei caratteri, il formato del CD, ...)

Il Computer



Il computer

Differenti significati (da Wikipedia)

- **elaboratore:** in italiano, sottintende un processo prossimo all'intelligenza umana;
- **ordinateur:** in francese, sottolinea le sue capacità di organizzare i dati (le informazioni);
- **computer:** in inglese, letteralmente *calcolatore*, in diretta discendenza delle calcolatrici, prima meccaniche, poi elettromeccaniche, poi elettroniche.

Il computer è opera dell'uomo ed è al suo servizio per svolgere compiti (calcoli e confronti) ripetitivi e noiosi con enorme velocità e precisione. Qui di seguito sono messi a confronto il cervello umano ed il cosiddetto "cervello elettronico":



CERVELLO

PESO

circa 1.2 Kg

ENERGIA

il glucosio nel sangue

TEMPERATURA

necessità di una temperatura costante

COMPONENTI

Il numero di elementi base è di circa
100.000.000.000

**VELOCITÀ DI RICHIAMO
DELLA MEMORIA**

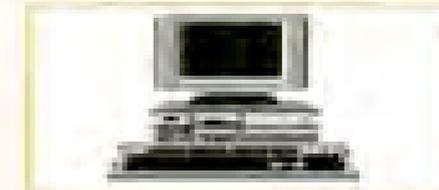
apparentemente immediata

INTELLIGENZA

ad un cervello con intelligenza normale si attribuisce un Qi (Quoziente Intellettivo) pari a circa 100

EVOLUZIONE

lentissima (milioni di anni)



COMPUTER

PESO

da pochi grammi a tonnellate

ENERGIA

elettricità

TEMPERATURA

poco sensibile alle temperature

COMPONENTI

I più recenti contengono qualche miliardo di elementi base

**VELOCITÀ DI RICHIAMO
DELLA MEMORIA**

limitata alla tecnologia odierna

INTELLIGENZA

al più potente computer si può attribuire la stessa intelligenza di un verme

EVOLUZIONE

estremamente rapida: ogni 5-6 anni la potenza aumenta di un fattore 10 (cioè passano da 10 a 100, a 1000, a 10.000 etc.)



Il computer

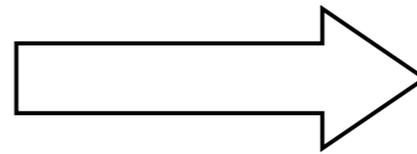
ALCUNI CONCETTI BASE

- **Algoritmo** (*dal nome del matematico arabo Muéammad ibn Mùsa al-Khuwarizmi, IX sec. Insieme finito di istruzioni per l'esecuzione di un calcolo*)
- **Automa** (*un qualunque sistema in grado di interpretare delle istruzioni ed eseguirle*)
- **Calcolo** (*un processo che trasforma uno o più dati in ingresso in uno o più risultati*)

Il computer

ALCUNI CONCETTI BASE

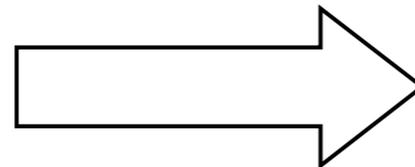
MACCHINA



HARDWARE

struttura fisica del calcolatore, definita dall'insieme delle unità funzionali che la compongono e dalle loro interconnessioni

ALGORITMO



SOFTWARE

insieme di istruzioni da eseguire secondo un ordine preciso, il cui effetto è la realizzazione di uno specifico compito

calcolatore = hardware + software

Il computer

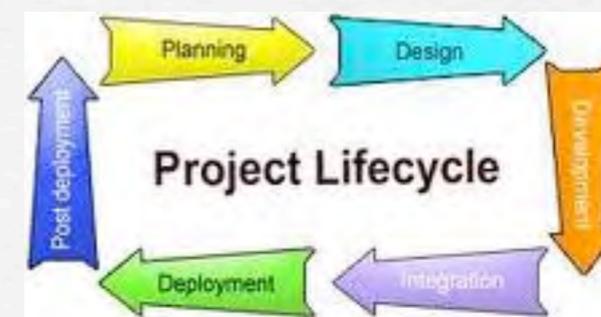
ALCUNI CONCETTI BASE

Software

Istruzioni predisposte dall'uomo per far eseguire alla macchina i compiti desiderati.

Lo sviluppo del software avviene attraverso un ciclo:

- studio di fattibilità (perché)
- analisi (cosa)
- progettazione (come)
- implementazione (con che mezzi)
- manutenzione

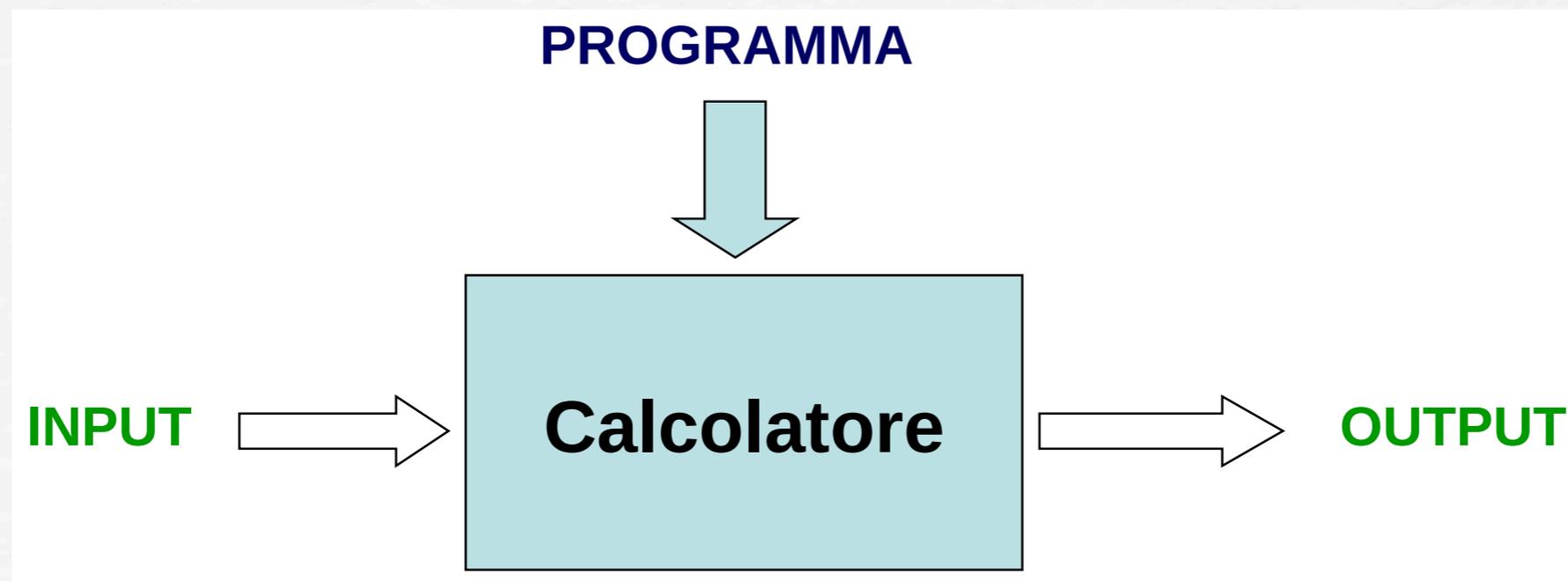


Il “prodotto” software è intangibile, di tipo intellettuale e complesso.

Il computer

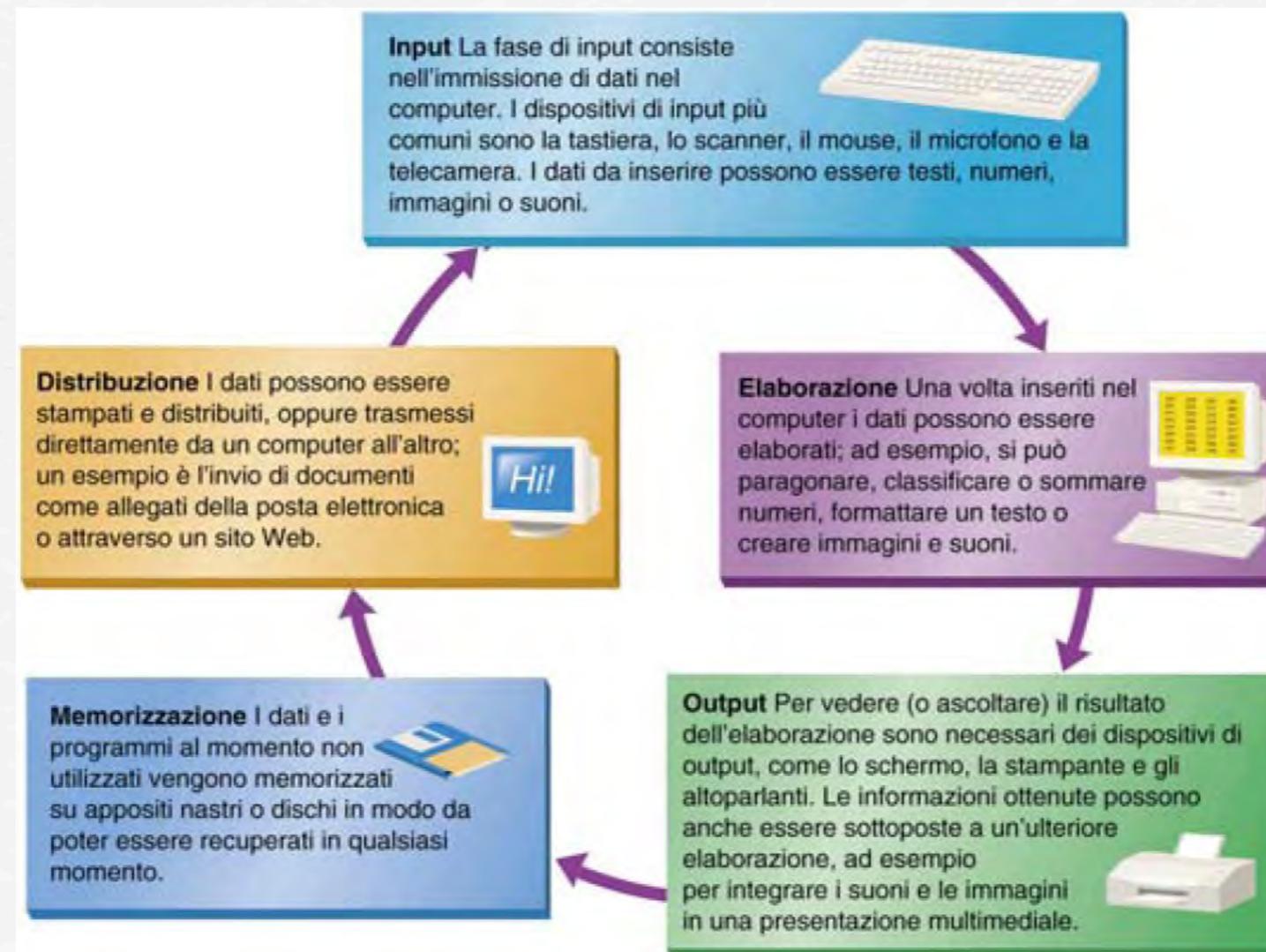
CARATTERISTICHE FONDAMENTALI

- Riceve dati in ingresso (INPUT)
- Elabora i dati sulla base di istruzioni memorizzate e registra i risultati
- Fornisce in uscita i risultati (OUTPUT)



Il computer

IL CICLO DI ELABORAZIONE

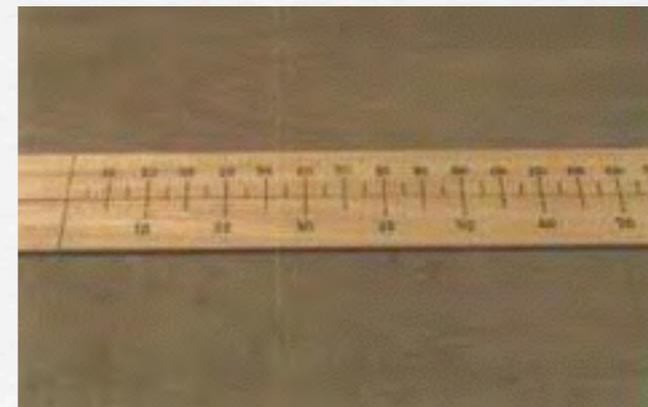
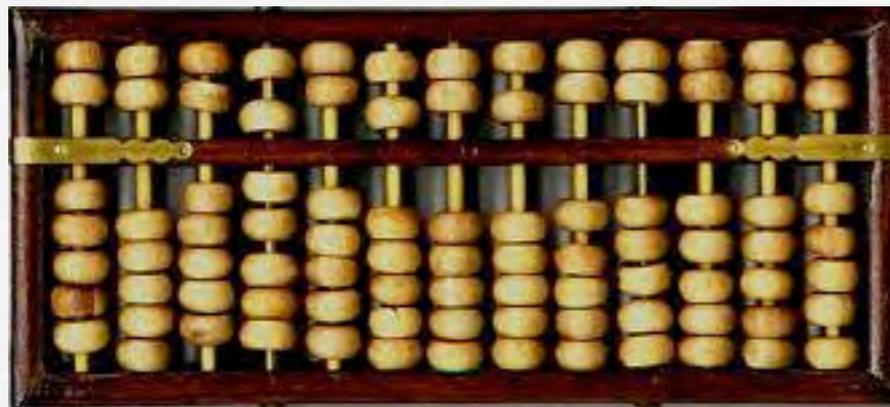


Il computer

UN PO' DI STORIA

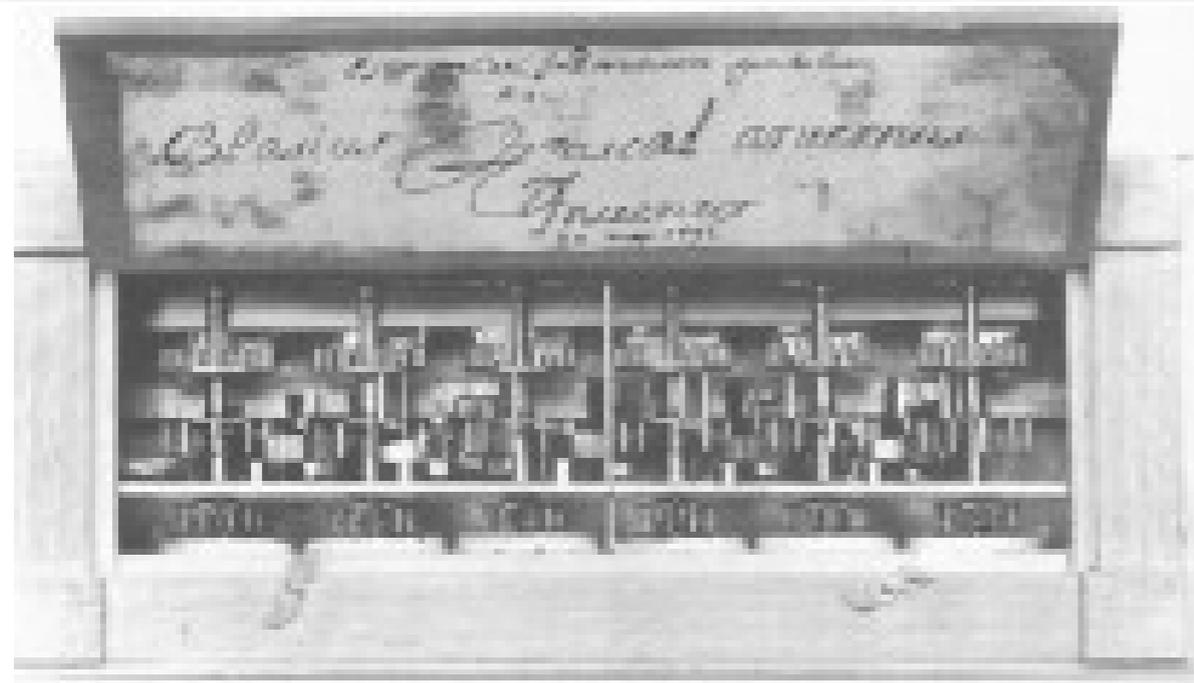
L'idea del computer è molto antica...

- L'uomo primitivo prima in forma rudimentale e i cinesi poi nel VI sec. a.C. inventarono l'abaco (*macchina*) per effettuare le somme (*algoritmo*) in modo automatico
- Nel 1621 d.C. l'invenzione del regolo

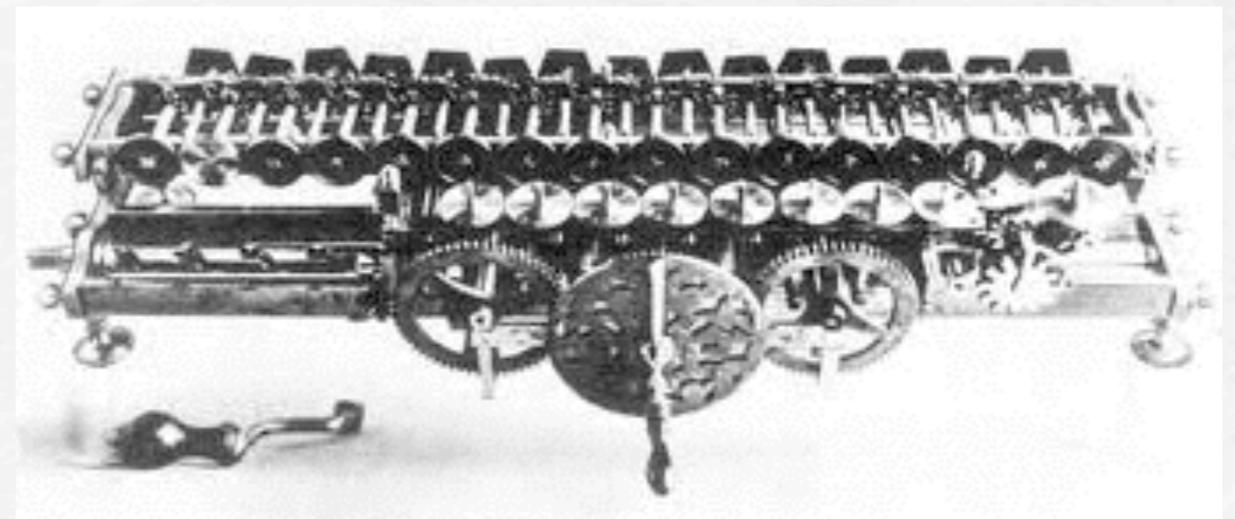


Il computer

UN PO' DI STORIA



La macchina calcolatrice di Leibniz (1671) effettuava le 4 operazioni



La *pascalina* (1642) effettuava addizioni e sottrazioni

Il computer

UN PO' DI STORIA

Il Telaio Jacquard

- Nel 1803 il francese Joseph Marie Jacquard presenta un congegno destinato a rivoluzionare la produzione tessile, costituito da una struttura applicata sopra ad un telaio, comprendente un nastro formato da cartoni perforati e una catena di trascinamento che fa avanzare i riquadri perforati
- Pare però che il prototipo del telaio Jacquard fosse già stato realizzato nella seconda metà del XV secolo da un tessitore catanzarese, conosciuto a Lione come *Jean le Calabrais*.



Il computer

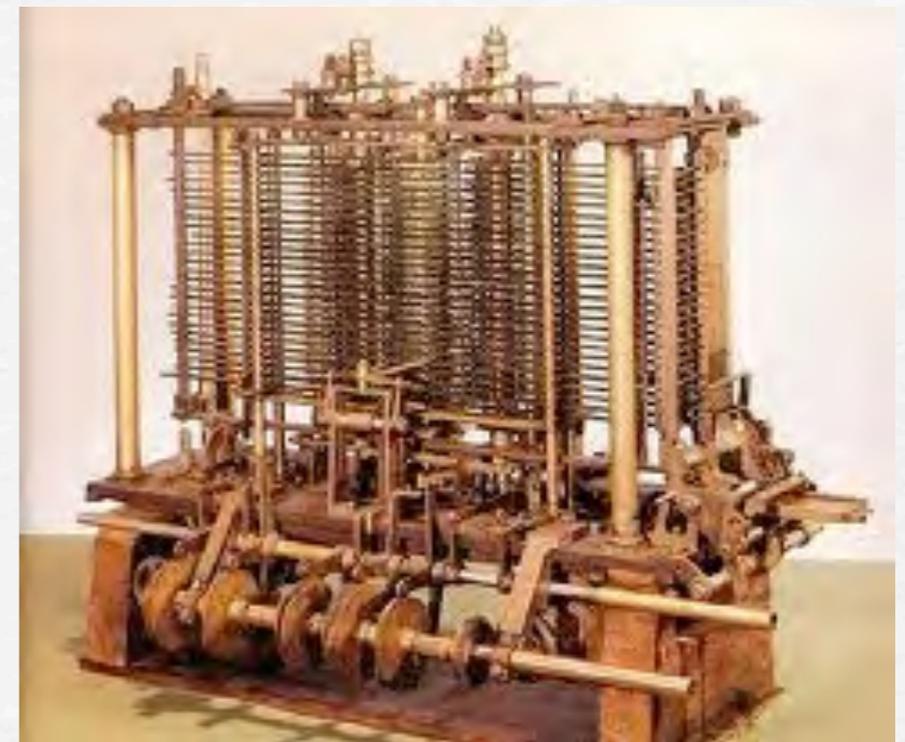
UN PO' DI STORIA

La Macchina Analitica

- Babbage (1833) inventa la macchina analitica, prefigurando i calcolatori programmabili.
- Nel 1842 la contessa di Lovelace, Ada Byron (1815–1852), figlia del poeta Lord Byron e della matematica Annabella Milbanke, scrive i primi programmi della storia, proprio per la macchina di Babbage



A lei è stato dedicato l'omonimo linguaggio di programmazione.

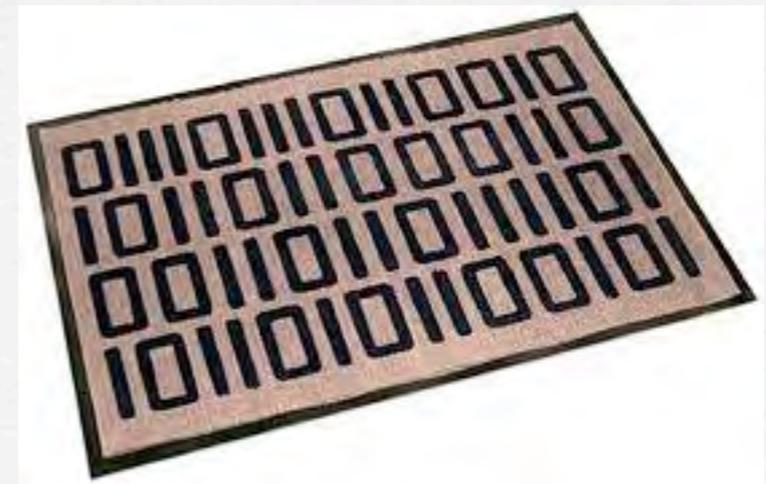


Il computer

UN PO' DI STORIA

Il Codice Binario

- Nel 1854 il maestro di scuola elementare irlandese, George Boole (1815–1864), inventa il codice binario. Nasce l'algebra booleana.
- Boole dimostra che la maggior parte del pensiero logico, privata di particolari irrilevanti, può essere concepita come una serie di scelte binarie.
- Nell'algebra di Boole i termini delle espressioni possono assumere due soli valori: 0 (FALSO), 1 (VERO).
- Sono inoltre definite le operazioni: AND (congiunzione), OR (disgiunzione), NOT (negazione).



Il computer

UN PO' DI STORIA



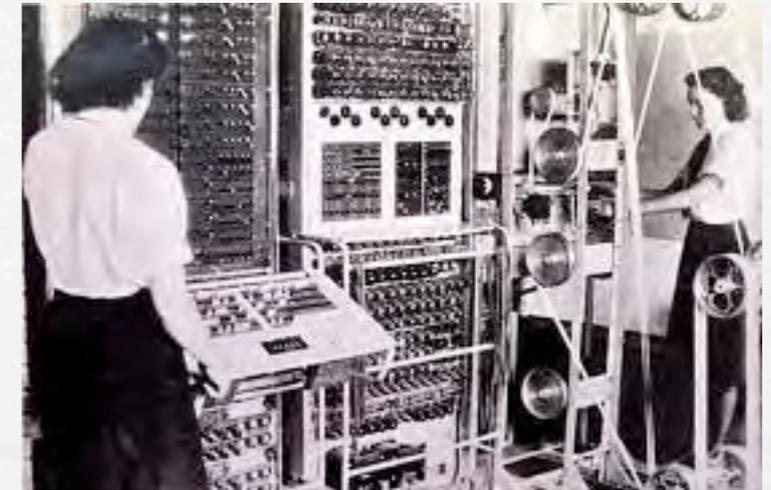
- **1890** Viene utilizzata l'elettricità in un progetto di elaborazione dei dati (schede perforate)
- **1900** Prima macchina automatica a schede perforate
- **1945** Proposta dell'architettura "general purpose" (macchina di von Neumann)

Il computer

UN PO' DI STORIA

Colossus (UK, 1943)

Il Colossus Mark II, faceva parte del progetto bellico per decifrare i messaggi tedeschi prodotti da Enigma.



ENIAC (USA, 1946)

L'ENIAC (Electronic Numeric Integrator And Calculator) calcolava traiettorie balistiche

Spesa prevista: \$61,000 → Spesa reale: \$486,000

5.000 moltiplicazioni/sec - Ingombro: 180mq, 30 tonnellate - 200 KW di potenza dissipata

18.000 valvole saldate manualmente a 500.000 contatti

Frequenza di guasto: 1 valvola ogni 2 minuti

Memoria: 20 numeri di 10 cifre

Il computer

UN PO' DI STORIA



- Agli albori dell'era informatica, un computer era considerato una specie di macchina per fare i conti superveloce, la naturale evoluzione delle calcolatrici.
- Era normale perforare una serie di schede per fornire non solo l'input, ma anche una forma rudimentale di quello che oggi prende il nome di sistema operativo.
- Questi primi calcolatori erano molto lenti, ed era normale che il risultato del calcolo venisse presentato varie ore, se non giorni, più tardi. Tra un input e l'altro, inoltre, il computer rimaneva inattivo, proprio come una macchina calcolatrice.

Il computer

UN PO' DI STORIA

1952: Il computer UNIVAC prevede correttamente l'elezione del presidente americano Eisenhower

I computer "moderni"

Nel **1965** con il PDP-8 si passa dalla "stanza del computer" al "computer da tavolo"



**THINK
FAST**

Time is money. So, the time you don't spend on the machine is money saved. And when you add it all up, the Olivetti Programma 101 is money both saved and well-spent. Your engineers can test designs as they wait without taxing the systems of the accounting department. They, in turn, will be delighted with their own Programma 101 as they perform forecasts, budgets and all manner of "what-if" computations.

See your Olivetti dealer today. Tomorrow might be too expensive.

olivetti

Il primo personal computer

Nel **1965** l'azienda ITALIANA Olivetti propone alla fiera di New York la "Programma-101", il primo calcolatore per uso personale.



1967: La prima calcolatrice portatile

1969: Nasce la rete ARPANET che darà l'origine a Internet

Il computer

UN PO' DI STORIA

Anni 1977-1990 Il Personal Computer

- 1977 Apple II, considerato il primo personal computer
- 1981 Nasce il PC IBM con il DOS (c'erano già il CPM e l'Olivetti M20, poi M24)
- 1984 Commodore 64, il più venduto di tutti i tempi
- 1984 La seconda rivoluzione Apple: il Mac e l'interfaccia grafica
- 1985 Nasce Windows
- 1991 Nasce Linux



Il computer

UN PO' DI STORIA

1982: Computer portatili, compact disk (CD)

1984: La prima stampante laser, il desktop publishing

1985: Telefoni cellulari

1993: Desktop multimediali

1994: Trasmissione wireless (senza fili) per i computer portatili

1998: Inizia la transizione dalle videocassette ai DVD

... Notebook, PDA, Pervasive Computing, iPhone/iPod/iPad ...



Il computer

OGGI

Un computer oggi può:

- essere programmato in maniera relativamente facile per raccogliere ed elaborare impressionanti quantità di dati
- rendere disponibili questi dati in modo istantaneo e secondo prospettive diverse a utenti diversi e in parti diverse del mondo, permettendo di collegarsi a parti delle informazioni, lasciandone altre private

Alcuni esempi di applicazioni

- progettazione
- elaborazione di grosse quantità di dati
- elaborazione di dati medici: risonanza magnetica, TAC, ...
- elaborazione di dati del territorio (mappe, navigatori)
- sistemi di comunicazione (telefonia mobile)
- editoria elettronica



Il computer

DIREZIONI E TREND

- **Tre direzioni dello sviluppo dei computer**
 - miniaturizzazione
 - velocità
 - economia
- **Informatica pervasiva: microprocessori ovunque**
 - negli elettrodomestici (forno, microonde, lavatrice, lavastoviglie, TV, lettore CD/DVD, ...)
 - nelle automobili, negli aerei, ...
 - nei lettori MP3, nei telefoni cellulari, ...
 - grazie a IPv6
- **Convergenza con la telecomunicazione**
 - ad esempio, la TV/il cellulare con accesso a Internet

La rappresentazione delle informazioni



Il bit

Si consideri un alfabeto di 2 simboli: '0' e '1'



Che tipo di informazione si può rappresentare con un bit?

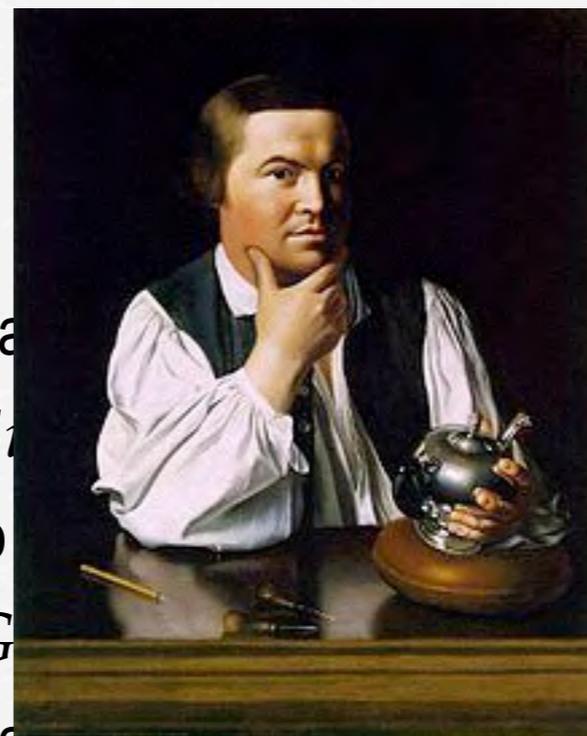
Il bit

La Cavalcata di Paul Révére

Paul Révére e la sua cavalcata di mezzanotte del 19 aprile 1775.

Egli disse al suo amico: *“Se gli inglesi giungeranno dalla terra o dal mare, questa notte appendi una lanterna sul campanile della Old North Church come segnale.”*

Una lanterna se vengono da terra, due se vengono dal mare. Io sarò sulla riva opposta pronto a cavalcare e dare l'allarme generale. In ogni villaggio del Middlesex e in ogni fattoria, i contadini saranno pronti a battaglia.”



Entrambe

S

Solo

G

Entrambe accese (11).

Attacco dal mare

a terra

Il bit

Con un solo bit è possibile gestire un'informazione binaria, cioè un'informazione che può specificare uno tra due valori possibili (es. un punto di un'immagine bianco o nero).

Quanti stati possibili può assumere un insieme di bit ?

00	000	0000
01	001	0001
10	010	0010
11	011	0011
	100	0100
	101	0101
	110	0110
	111	0111
		1000
		1001
		1010
		1011
		1100
		1101
		1110
		1111

2 bit → 4 stati

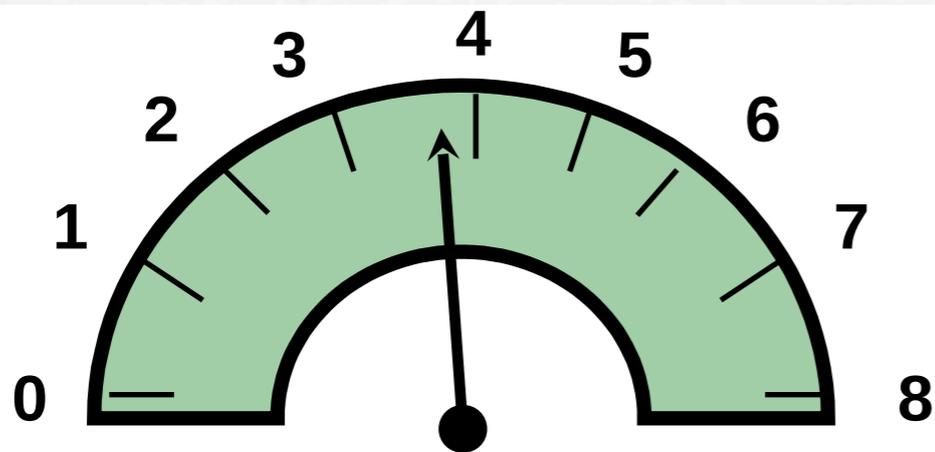
3 bit → 8 stati

4 bit → 16 stati

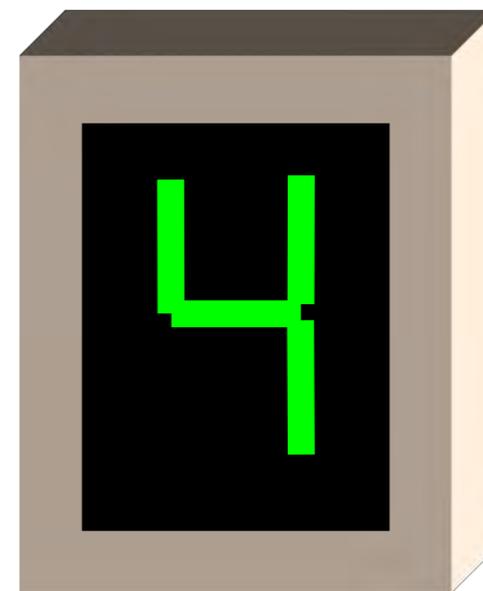
...

Con N bit: 2^N
possibilità diverse

Digitale vs Analogico



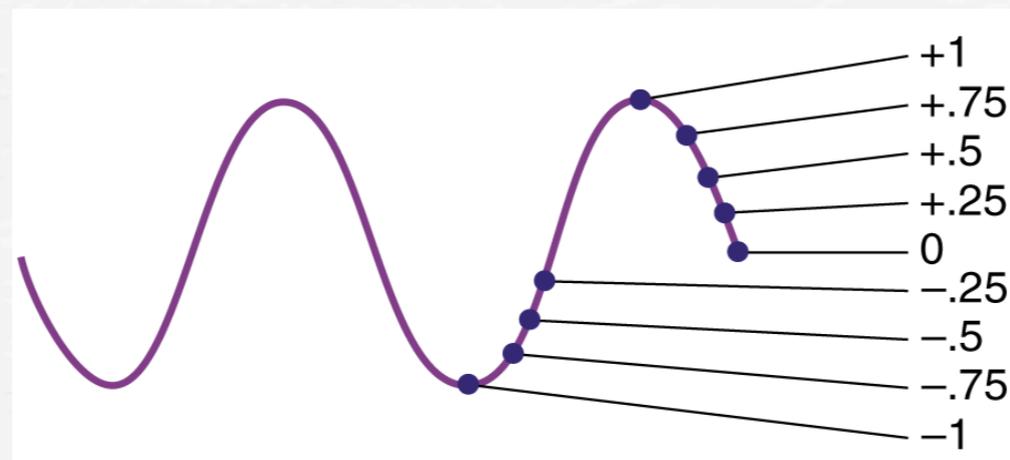
Nei sistemi **analogici**, le quantità vengono rappresentate in maniera **continua**.



Nei sistemi digitali le quantità vengono rappresentate in maniera discreta.

Digitale vs Analogico

I **segnali analogici** sono molto sensibili alle interferenze (rumore)



I **segnali digitali** possono assumere solo due stati

- [Per un dispositivo è semplice distinguere questi due stati, per cui vi è una maggiore immunità alle interferenze



Digitale

Una buona foto in bianco e nero presa da un giornale avrà circa 256 sfumature di grigio.

Rappresentazione analogica

256 gradi di luminosità con una lampada

Attenzione alle interferenze provocate dalla nebbia!

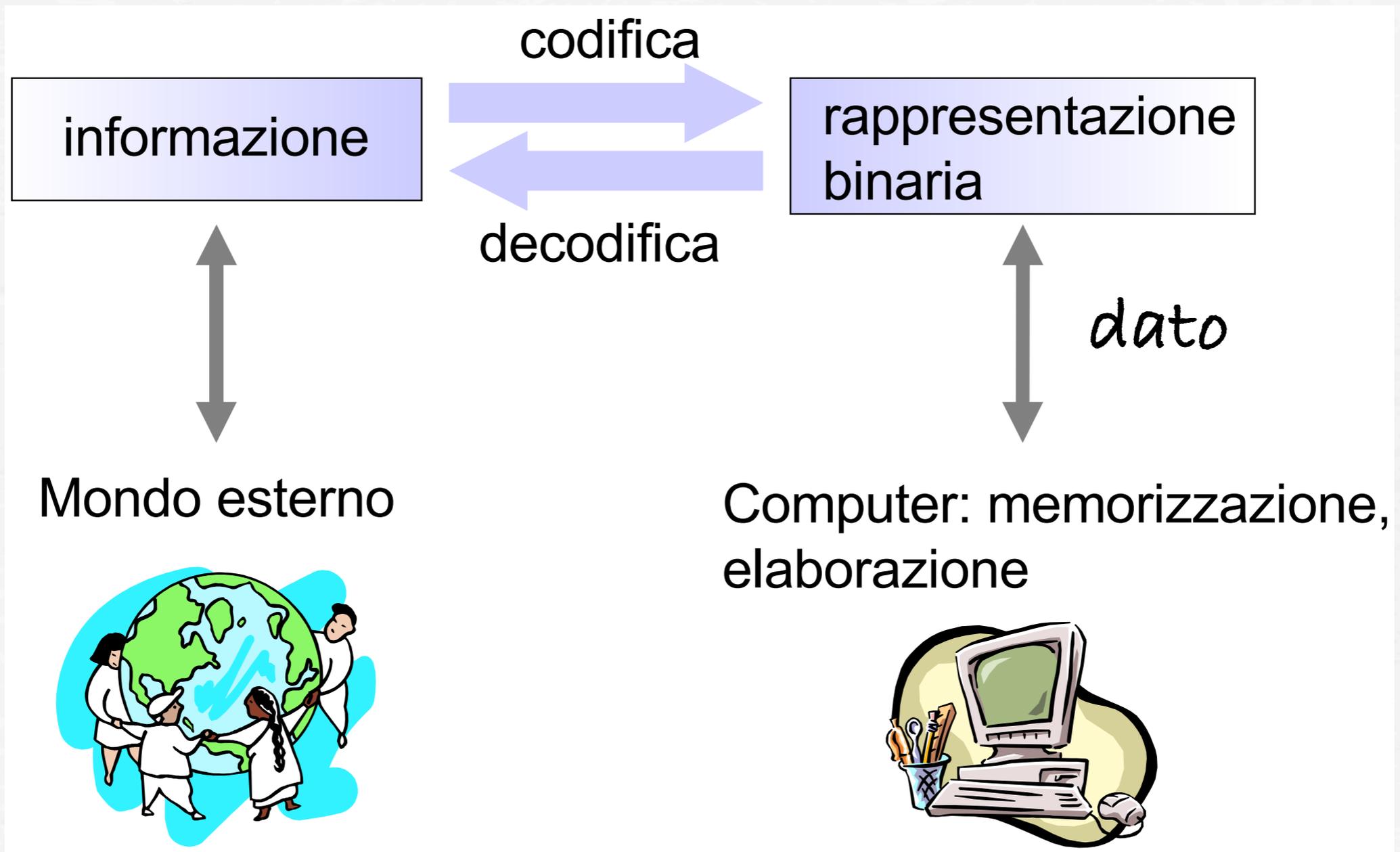
Rappresentazione digitale

8 lampade (bit; 256 configurazioni diverse)

Ciascuna configurazione sarebbe più **sicura** anche in caso di nebbia!

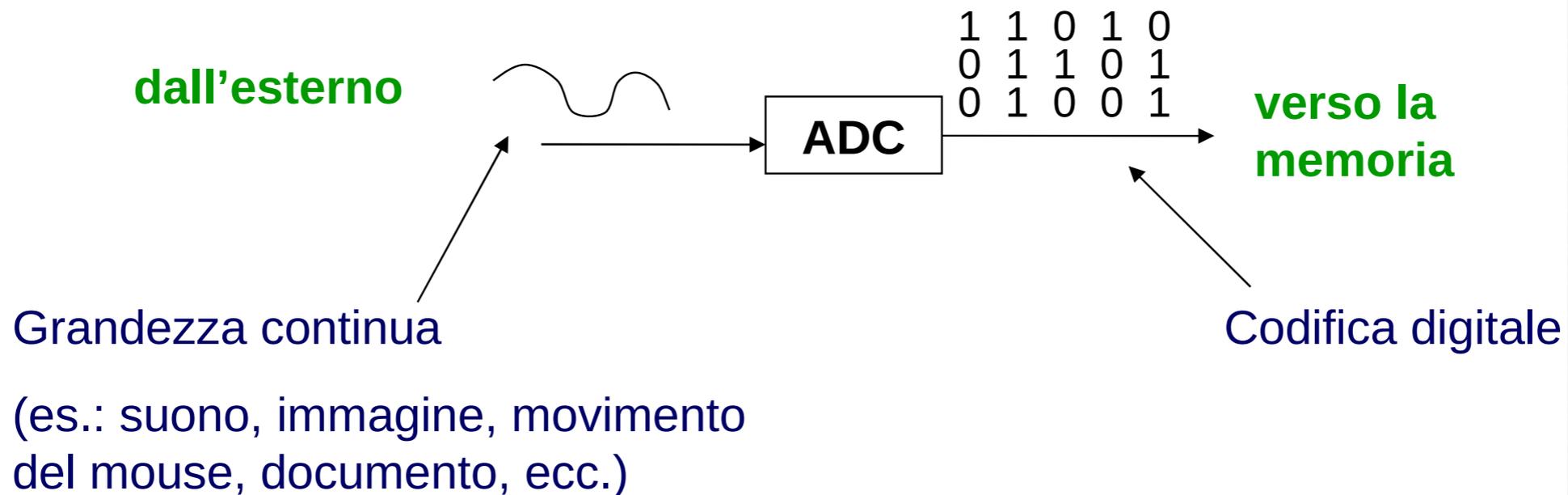


Rappresentazione binaria



Analogico → Digitale

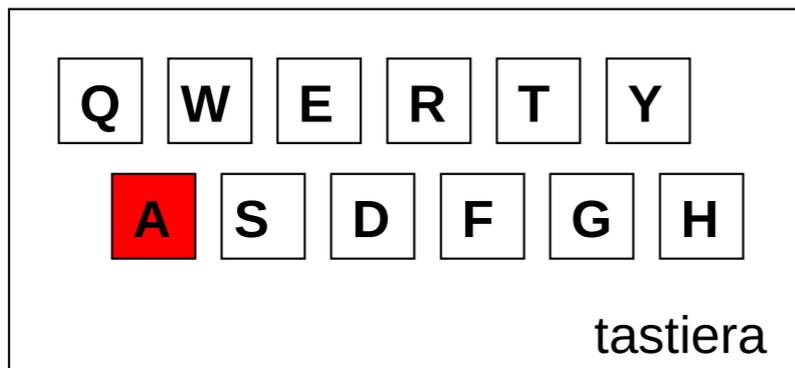
Compito delle periferiche di ingresso è quello di codificare una grandezza continua in ingresso tramite una rappresentazione digitale utilizzabile dal calcolatore.



ADC:
Analog to Digital
Conversion

Analogico → Digitale

Il tipo di informazione rappresentata dipende dalla periferica impiegata

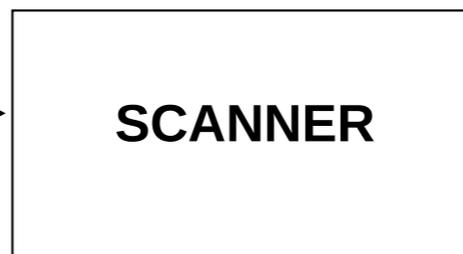


10000001

ne Algorithm
Stochastic

Eugen

scrimination is a general methodolog
trary numbers of very weak compone
very complex and accurate classifik
neralize to new data. In fact, it is offer
represente are added, even after see



bit map

0	0	1	0	0
0	1	0	1	0
0	1	0	1	0
1	1	1	1	1
1	0	0	0	1
1	0	0	0	1



Digitale → Analogico

Compito delle periferiche di uscita è quello di creare, delle informazioni codificate in digitale nella memoria del calcolatore, una rappresentazione direttamente comprensibile dall'utente umano.



Informazione memorizzata

(es.: documento Word, disegno Autocad, file MP3, ecc.)

Uscita

(es.: testo stampato, immagine sul monitor, suono, ecc.)

I Sistemi di Numerazione



Generalità

Per determinare un sistema di numerazione occorre:

- un insieme limitato di simboli (le **cifre**), che rappresentano quantità prestabilite (0,1,2,V,X,M)
- le **regole** per costruire i numeri
 - sistemi di numerazione **posizionali**
 - sistemi numerici **non posizionali**

Sistemi di numerazione

Sistemi numerici **non posizionali**

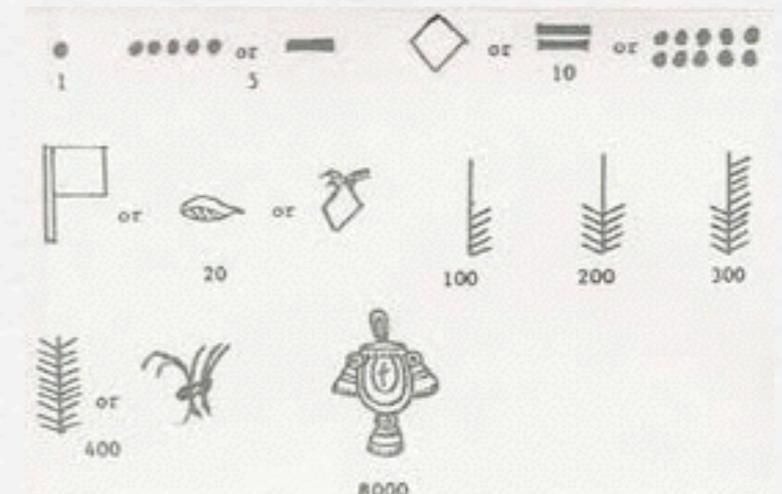
Il valore delle cifre è **indipendente** dalla posizione

- Es. Numeri romani

Sistemi numerici **posizionali**

Il valore delle cifre **dipende** dalla loro posizione all'interno del numero

- Ogni posizione ha un **peso**



sistemi di numerazione sumero e azteco

Sistemi posizionali

Esempio

$$N = c_3c_2c_1c_0$$

$$V(N) = c_3 \times p_3 + c_2 \times p_2 + c_1 \times p_1 + c_0 \times p_0$$

N = Rappresentazione del numero

$V(N)$ = Valore del numero

Sistemi a base fissa

$$p_i = r^i$$

r è la base del sistema

Il Sistema Decimale

È un sistema numerico posizionale a base fissa.

Il sistema decimale utilizza:

- $r = 10$ (*base*)
- $c = \{0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9\}$ (*cifre*)

Sistema Decimale ESEMPIO

Cifra più
significativa

Cifra meno
significativa

8427

=

$$8 \times 10^3 + 4 \times 10^2 + 2 \times 10^1 + 7 \times 10^0$$

Sistema Binario

Anche il sistema binario è un sistema numerico posizionale a base fissa.

Il sistema binario utilizza:

- $r = 2$ (*base*)
- $c = \{0, 1\}$ (*cifre*)

Ogni cifra è detta **bit** (da **BI**nary digi**T**)

Sistema Binario

ESEMPIO

Bit più
significativo (MSB)

Bit meno
significativo (LSB)

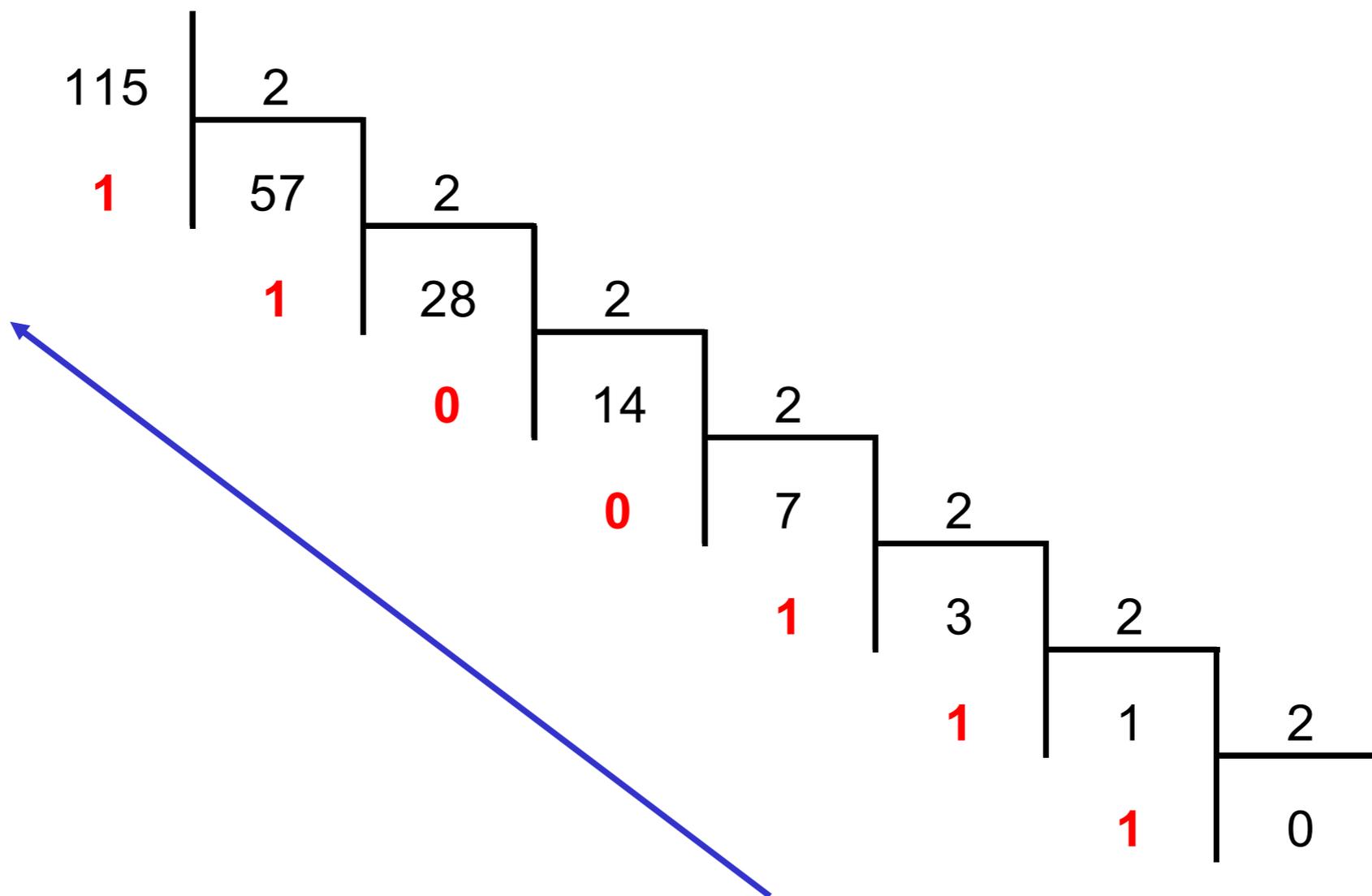
1011₂

=

$$\mathbf{1} \times 2^3 + \mathbf{0} \times 2^2 + \mathbf{1} \times 2^1 + \mathbf{1} \times 2^0 = \mathbf{11}_{10}$$

Da Decimale a Binario

Es.: $115_{10} = 1110011_2$



Altre basi di numerazione

Sistema **ottale**

- $r = 8$ (*base*)
- $c = \{0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7\}$ (*cifre*)

Sistema **esadecimale**

- $r = 16$ (*base*)
- $c = \{0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, A, B, C, D, E, F\}$ (*cifre*)

Base 2, 8 e 16

Esiste una corrispondenza diretta tra cifre ottali, esadecimali e il corrispondente binario.

Ottale: 8 cifre

- 3 bit per rappresentare una cifra ottale
- $\log_2(8) = 3$

$$\begin{array}{ccc} 11 & 000 & 110 \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ 3 & 0 & 6 \end{array} \quad \begin{array}{l} 2 \\ 2 \end{array}$$

Esadecimale: 16 cifre

- 4 bit per rappresentare una cifra esadecimale
- $\log_2(16) = 4$

$$\begin{array}{ccc} 1100 & 0110 & \\ \vdots & \vdots & \\ C & 6 & \end{array} \quad \begin{array}{l} 2 \\ 2 \end{array}$$

$$198_{10} = 11000110_2 = 306_8 = C6_{16}$$

Bit necessari

Le macchine hanno vincoli spaziali

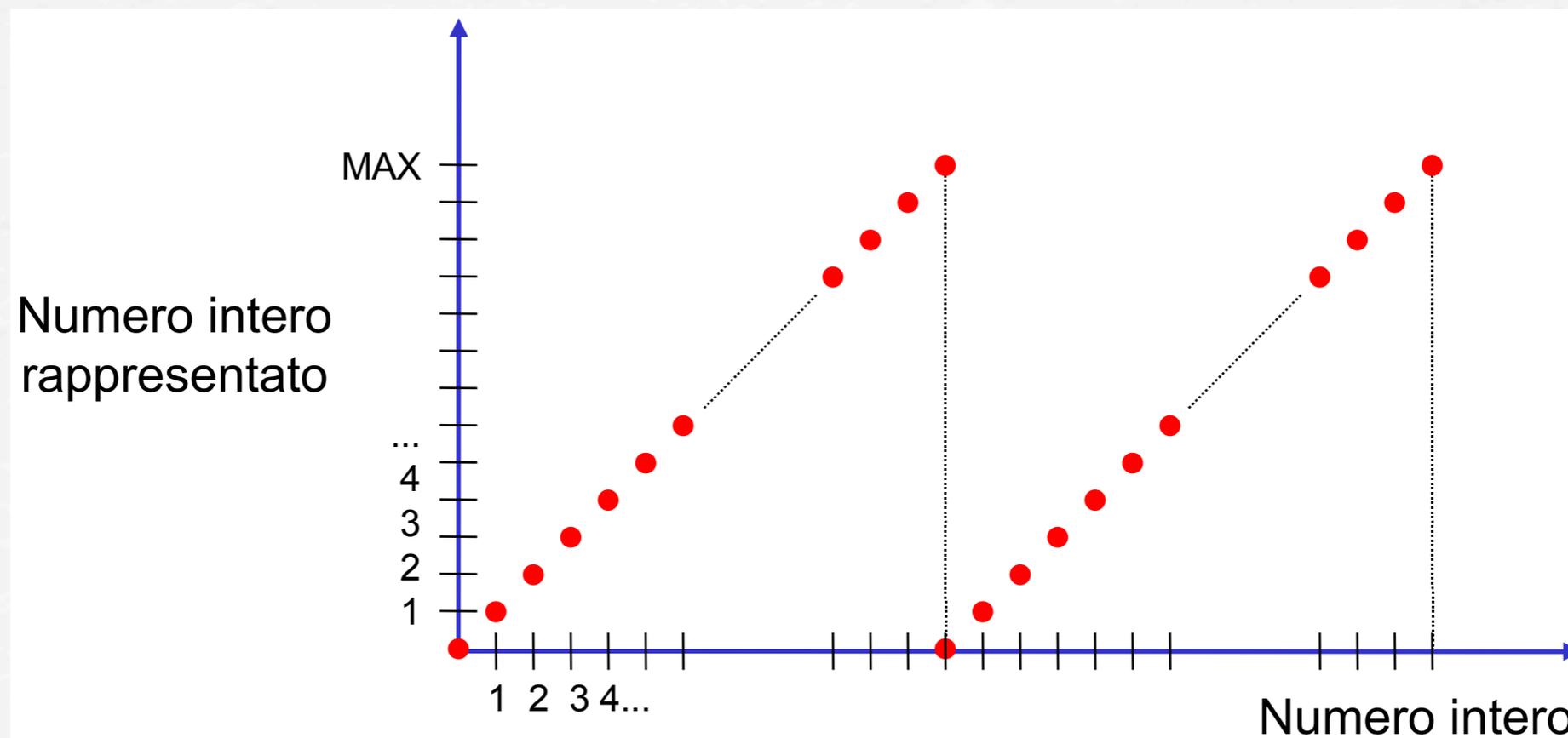
- E' necessario conoscere il massimo valore rappresentabile
 - Con n bit si può rappresentare al massimo il numero $2^n - 1$
- E' facile determinare che per poter rappresentare al massimo il valore X , sono necessari un numero n di bit pari a:

$$\lceil \log_2 X \rceil$$

dove $\lceil y \rceil$ restituisce il più piccolo numero intero maggiore o uguale a y .

Overflow

Esiste un limite al numero di bit impiegati per rappresentare un numero. Dato che la rappresentazione è formata da un numero finito di bit, se si supera tale limite si ha errore (**overflow**).



La Codifica



Informazioni

Numeri

- *Naturali*
- *Relativi*
- *Reali*

Testi



Informazioni
tradizionali

Immagini

- *Bitmap*
- *Vettoriali*

Audio

Video



Informazioni
multimediali

Bit, Byte e Word

- L'unità atomica è il **bit** (**B**Inary **D**igiT)
 - L'insieme di 8 bit è detto **byte**
 - **Word**
 - ✓ Tipicamente 16, 32 o 64 bit
 - ✓ Insieme di bit la cui dimensione è una importante caratteristica del calcolatore considerato.
- Essa influenza:
- la larghezza degli indirizzi
 - la dimensione dei registri del processore
 - la larghezza dei bus (word o multipli di essa)

Il problema della codifica

- Un calcolatore può trattare **diversi tipi di dati**: numeri (interi, reali), testo, immagini, suoni, etc. che vanno comunque memorizzati in registri di memoria.
- È quindi necessario adottare una **codifica** del tipo di dato considerato: occorre, cioè, mettere in corrispondenza biunivoca i valori del tipo con gli stati che può assumere il registro.

Registro da un byte $\Rightarrow 2^8 = 256$ stati possibili. Che cosa è possibile codificare?

Numeri naturali [0,255]

0	↔	00000000
1	↔	00000001
...		
255	↔	11111111

Numeri interi [-128,127]

-128	↔	00000000
-127	↔	00000001
0	↔	10000000
+127	↔	11111111

Numeri reali [0,1[

0.0000	↔	00000000
0.0039	↔	00000001
0.0078	↔	00000010
...		
0.9961	↔	11111111

Caratteri

A	↔	01000001
a	↔	01100001
0	↔	00110000
1	↔	00110001

La codifica implica una rappresentazione dei dati limitata e discreta

Codifica binaria

- Esiste una particolare aggregazione di bit che è costituita da **8 bit** ($2^8 = 256$ informazioni) e prende il nome di **byte (B)**
- Di solito si usano i multipli del byte

Kilo	KB	2^{10} (~ un migliaio, 1024 byte)
Mega	MB	2^{20} (~ un milione, 1KB x 1024)
Giga	GB	2^{30} (~ un miliardo, 1MB x 1024)
Tera	TB	2^{40} (~ mille miliardi, 1GB x 1024)
Peta	PB	2^{50} (~ miliardo miliardi, 1TB x 1024)

Codifica binaria

- ▶ Oltre ai dati, è necessario memorizzare anche le **istruzioni**, cioè le singole azioni elementari che l'unità centrale può eseguire.
- ▶ Nello specificare un'istruzione, bisogna precisare l'**operazione** da compiere e i **dati** coinvolti nell'operazione.

*Esempio: **somma 3 e 4***
operazione dati

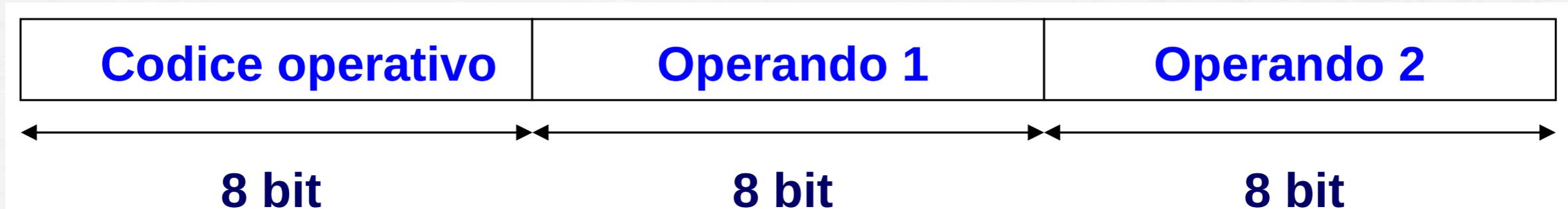
- ▶ Come rappresentare le operazioni? L'insieme delle diverse operazioni che l'unità centrale è in grado di eseguire è **finito** e quindi è possibile codificarlo con un certo numero di bit (**codice operativo**):

0000 somma
0001 sottrai
0010 moltiplica
0011 dividi
...

Codifica binaria

Una istruzione sarà quindi rappresentabile da una sequenza di bit divisa in due parti:

- un **codice operativo**
- un campo **operandi** (1, 2 o più operandi)



Codifica dei testi

- ➔ Si utilizza una tabella (arbitraria)
- ➔ Standard oggi (quasi) universalmente riconosciuto il codice ASCII (**A**merican **S**tandard **C**ode for **I**nformation **I**nterchange)
 - ✓ Nella versione base ogni carattere (simbolo) è codificato con 7 bit
 - 128 simboli diversi
 - ✓ Versione estesa di 8 bit
 - 256 simboli diversi

La codifica ASCII



La Codifica ASCII serve a codificare i caratteri alfanumerici.

Il Formato RTF (Rich Text Format) memorizza alcune caratteristiche aggiuntive dei caratteri.

Tabella codici ASCII base

Dec	Hx	Oct	Char	Dec	Hx	Oct	Html	Chr	Dec	Hx	Oct	Html	Chr	Dec	Hx	Oct	Html	Chr
0	0	000	NUL (null)	32	20	040	 	Space	64	40	100	@	@	96	60	140	`	`
1	1	001	SOH (start of heading)	33	21	041	!	!	65	41	101	A	A	97	61	141	a	a
2	2	002	STX (start of text)	34	22	042	"	"	66	42	102	B	B	98	62	142	b	b
3	3	003	ETX (end of text)	35	23	043	#	#	67	43	103	C	C	99	63	143	c	c
4	4	004	EOT (end of transmission)	36	24	044	$	\$	68	44	104	D	D	100	64	144	d	d
5	5	005	ENQ (enquiry)	37	25	045	%	%	69	45	105	E	E	101	65	145	e	e
6	6	006	ACK (acknowledge)	38	26	046	&	&	70	46	106	F	F	102	66	146	f	f
7	7	007	BEL (bell)	39	27	047	'	'	71	47	107	G	G	103	67	147	g	g
8	8	010	BS (backspace)	40	28	050	((72	48	110	H	H	104	68	150	h	h
9	9	011	TAB (horizontal tab)	41	29	051))	73	49	111	I	I	105	69	151	i	i
10	A	012	LF (NL line feed, new line)	42	2A	052	*	*	74	4A	112	J	J	106	6A	152	j	j
11	B	013	VT (vertical tab)	43	2B	053	+	+	75	4B	113	K	K	107	6B	153	k	k
12	C	014	FF (NP form feed, new page)	44	2C	054	,	,	76	4C	114	L	L	108	6C	154	l	l
13	D	015	CR (carriage return)	45	2D	055	-	-	77	4D	115	M	M	109	6D	155	m	m
14	E	016	SO (shift out)	46	2E	056	.	.	78	4E	116	N	N	110	6E	156	n	n
15	F	017	SI (shift in)	47	2F	057	/	/	79	4F	117	O	O	111	6F	157	o	o
16	10	020	DLE (data link escape)	48	30	060	0	0	80	50	120	P	P	112	70	160	p	p
17	11	021	DC1 (device control 1)	49	31	061	1	1	81	51	121	Q	Q	113	71	161	q	q
18	12	022	DC2 (device control 2)	50	32	062	2	2	82	52	122	R	R	114	72	162	r	r
19	13	023	DC3 (device control 3)	51	33	063	3	3	83	53	123	S	S	115	73	163	s	s
20	14	024	DC4 (device control 4)	52	34	064	4	4	84	54	124	T	T	116	74	164	t	t
21	15	025	NAK (negative acknowledge)	53	35	065	5	5	85	55	125	U	U	117	75	165	u	u
22	16	026	SYN (synchronous idle)	54	36	066	6	6	86	56	126	V	V	118	76	166	v	v
23	17	027	ETB (end of trans. block)	55	37	067	7	7	87	57	127	W	W	119	77	167	w	w
24	18	030	CAN (cancel)	56	38	070	8	8	88	58	130	X	X	120	78	170	x	x
25	19	031	EM (end of medium)	57	39	071	9	9	89	59	131	Y	Y	121	79	171	y	y
26	1A	032	SUB (substitute)	58	3A	072	:	:	90	5A	132	Z	Z	122	7A	172	z	z
27	1B	033	ESC (escape)	59	3B	073	;	;	91	5B	133	[[123	7B	173	{	{
28	1C	034	FS (file separator)	60	3C	074	<	<	92	5C	134	\	\	124	7C	174	|	
29	1D	035	GS (group separator)	61	3D	075	=	=	93	5D	135]]	125	7D	175	}	}
30	1E	036	RS (record separator)	62	3E	076	>	>	94	5E	136	^	^	126	7E	176	~	~
31	1F	037	US (unit separator)	63	3F	077	?	?	95	5F	137	_	_	127	7F	177		DEL

Codice ASCII esteso

0		32		64	@	96	`	128	Ç	160	á	192	Ł	224	Ó
1	☺	33	!	65	A	97	a	129	ü	161	í	193	ł	225	ó
2	☹	34	"	66	B	98	b	130	é	162	ó	194	Ł	226	Ô
3	♥	35	#	67	C	99	c	131	â	163	ú	195	ł	227	Ò
4	♦	36	\$	68	D	100	d	132	ä	164	ñ	196	—	228	ô
5	♣	37	%	69	E	101	e	133	à	165	Ñ	197	+	229	Õ
6	♠	38	&	70	F	102	f	134	á	166	ª	198	â	230	µ
7	·	39	'	71	G	103	g	135	ç	167	º	199	Ã	231	þ
8	▣	40	(	72	H	104	h	136	ê	168	¿	200	Ł	232	ƒ
9	○	41	)	73	I	105	i	137	ë	169	©	201	ł	233	Ú
10	◼	42	*	74	J	106	j	138	è	170	¬	202	ł	234	Û
11	♂	43	+	75	K	107	k	139	ï	171	½	203	ł	235	Ü
12	♀	44	,	76	L	108	l	140	î	172	¼	204	ł	236	ý
13	♪	45	-	77	M	109	m	141	ï	173	ı	205	=	237	Ý
14	♫	46	.	78	N	110	n	142	Ä	174	«	206	≠	238	—
15	☼	47	/	79	O	111	o	143	Å	175	»	207	◻	239	´
16	▶	48	0	80	P	112	p	144	É	176	◻	208	◻	240	-
17	◀	49	1	81	Q	113	q	145	æ	177	◻	209	◻	241	±
18	↑	50	2	82	R	114	r	146	Æ	178	◻	210	◻	242	—
19	!!	51	3	83	S	115	s	147	ø	179	|	211	◻	243	¾
20	¶	52	4	84	T	116	t	148	ö	180	└	212	◻	244	¶
21	§	53	5	85	U	117	u	149	ò	181	Á	213	|	245	§
22	—	54	6	86	V	118	v	150	û	182	Â	214	í	246	÷
23	↑	55	7	87	W	119	w	151	ù	183	Ä	215	î	247	,
24	↑	56	8	88	X	120	x	152	ÿ	184	©	216	ï	248	°
25	↓	57	9	89	Y	121	y	153	Ö	185	¶	217	┘	249	¨
26	→	58	:	90	Z	122	z	154	Ü	186	||	218	┘	250	·
27	←	59	;	91	[	123	{	155	ø	187	¶	219	◼	251	¹
28	└	60	<	92	\	124	|	156	£	188	┘	220	◼	252	³
29	↔	61	=	93	]	125	}	157	∅	189	φ	221	|	253	²
30	▲	62	>	94	^	126	~	158	×	190	¥	222	ı	254	■
31	▼	63	?	95	_	127	△	159	f	191	┘	223	◼	255	



Codice EBCDIC

In informatica, la sigla **EBCDIC** (dall'inglese Extended Binary Coded Decimal Interchange Code) indica un sistema di codifica dell'informazione a 8 bit usato in numerosi sistemi operativi di produzione IBM, sia per elaboratori di classe mainframe che per minicomputer.

Viene inoltre utilizzato da varie piattaforme di altri produttori.

Deriva dalla codifica a 6 bit binary-coded decimal, utilizzata nelle schede perforate e nella maggior parte delle periferiche IBM della fine degli anni 1950 e dell'inizio degli anni 1960.

	-0	-1	-2	-3	-4	-5	-6	-7	-8	-9	-A	-B	-C	-D	-E	-F
0-	NUL 00	SOH 01	STX 02	ETX 03	SEL 04	HT 09	RNL 0A	DEL 0B	GE 0C	SPS 0D	RPT 0E	VT 0F	FF 10	CR 11	SO 12	SI 13
1-	DLE 10	DC1 11	DC2 12	DC3 13	RES 14	NL 15	BS 16	POC 17	CAN 18	EM 19	UBS 1A	CU1 1B	IFS 1C	IGS 1D	IRS 1E	IUS 1F
2-	DS 20	SOS 21	FS 22	WUS 23	BYP 24	LF 25	ETB 26	ESC 27	SA 28	SFE 29	SM 2A	SW 2B	CSP 2C	MFA 2D	ENQ 2E	ACK 2F
3-			SYN 30	IR 31	PP 32	TRN 33	NBS 34	EOT 35	SBS 36	IT 37	RFF 38	CU3 39	DC4 3A	NAK 3B		SUB 3C
4-	SP 40	RSP 41	À 42	Á 43	Â 44	Ã 45	Ä 46	Å 47	Ç 48	È 49	[4A	. 4B	< 4C	(4D	+ 4E	! 4F
5-	& 50	é 51	ê 52	ë 53	ì 54	í 55	î 56	ï 57	ð 58	ñ 59	] 5A	\$ 5B	* 5C	) 5D	; 5E	^ 5F
6-	- 60	/ 61	À 62	Ã 63	Ä 64	Å 65	Ç 66	È 67	É 68	Ê 69	: 6A	; 6B	% 6C	_ 6D	> 6E	? 6F
7-	ª 70	É 71	Ê 72	Ë 73	Ì 74	Í 75	Î 76	Ï 77	Ð 78	Ñ 79	: 7A	# 7B	@ 7C	' 7D	= 7E	* 7F
8-	Ò 80	á 81	â 82	ã 83	ä 84	å 85	ç 86	è 87	é 88	ê 89	« 8A	» 8B	ô 8C	ó 8D	þ 8E	¸ 8F
9-	° 90	ª 91	« 92	» 93	¸ 94	¹ 95	º 96	» 97	¼ 98	½ 99	¾ 9A	° 9B	° 9C	° 9D	° 9E	° 9F
A-	µ A0	~ A1	s A2	t A3	u A4	v A5	w A6	x A7	y A8	z A9	i AA	l AB	ø AC	ý AD	p AE	® AF
B-	¢ B0	£ B1	¥ B2	¦ B3	§ B4	¨ B5	© B6	ª B7	« B8	» B9	¼ BA	½ BB	¾ BC	° BD	° BE	° BF
C-	{ C0	A C1	B C2	C C3	D C4	E C5	F C6	G C7	H C8	I C9	SHY CA	ó CB	ô CC	õ CD	ö CE	÷ CF
D-	} D0	J D1	K D2	L D3	M D4	N D5	O D6	P D7	Q D8	R D9	' DA	ú DB	û DC	ü DD	ý DE	ÿ DF
E-	\ E0	+ E1	S E2	T E3	U E4	V E5	W E6	X E7	Y E8	Z E9	² EA	Ó EB	Ô EC	Õ ED	Ö EE	Ø EF
F-	0 F0	1 F1	2 F2	3 F3	4 F4	5 F5	6 F6	7 F7	8 F8	9 F9	ª FA	Û FB	Ü FC	Ý FD	Û FE	EO FF



UNICODE

Un altro codice molto diffuso oggi è lo UNICODE, che impiega 16 bit per carattere (Extended ASCII + caratteri etnici):

$2^{16} = 65.536$ simboli diversi

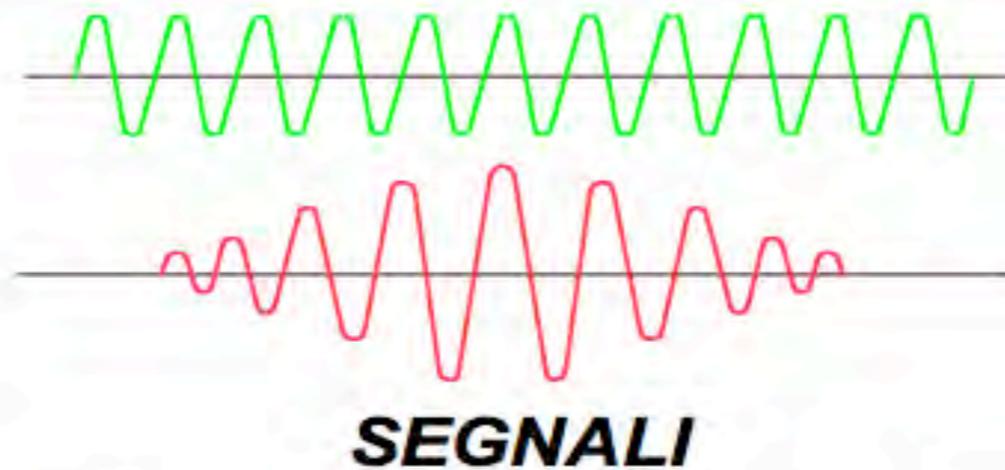
Derivazioni: UTF-8,16,32 per il web

Da Wikipedia

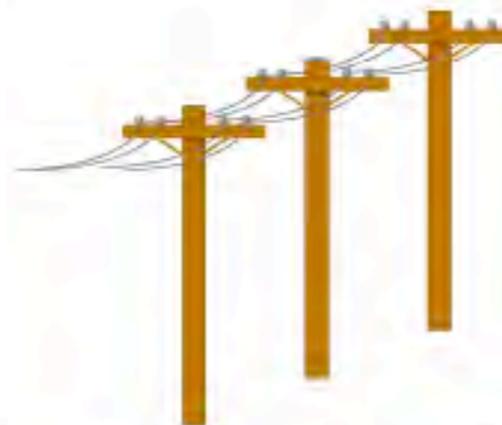
Unicode era stato originariamente pensato come una codifica a 16 bit (quattro cifre esadecimali) che dava la possibilità di codificare 65.536 caratteri. Tanto si riteneva essere sufficiente per rappresentare i caratteri impiegati in tutte le lingue scritte del mondo.

Ora invece lo standard Unicode, che tendenzialmente è perfettamente allineato con la norma [ISO/IEC 10646](#), prevede una codifica fino 21 bit e supporta un repertorio di codici numerici che possono rappresentare circa un milione di caratteri. Ciò appare sufficiente a coprire anche i fabbisogni di codifica di scritti del patrimonio storico dell'umanità, nelle diverse lingue e negli svariati sistemi di segni utilizzati.

Trasmissione delle informazioni



EMITTENTE



**mezzo trasmissivo
(canale)**



RICEVENTE

Errori di trasmissione



DISTURBI: occasionali alterazioni dei messaggi → **ERRORI** di trasmissione

TASSI DI ERRORE: su linee telefoniche
~ uno ogni cento milioni di bit trasmessi

CONTROLLO DEGLI ERRORI DI TRASMISSIONE

- controllo di parità verticale (**VRC**)
- controllo di ridondanza longitudinale (**LRC**)
- controllo polinomiale



Errori di trasmissione

blocco

	0	0	1	1	0	1	1	0	0	0
	1	0	1	0	1	0	1	1	0	1
	0	1	0	1	1	1	0	0	1	1
	0	0	0	1	1	1	0	0	0	1
caratteri →	1	0	1	0	0	1	1	0	0	0
	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1
	1	1	1	0	1	1	0	0	1	0
	1	0	1	1	0	1	1	1	0	0
	0	1	1	1	0	1	0	1	1	0

VRC ↑

← carattere di controllo LRC

Errori di trasmissione

⇒ ritrasmissione

- *controllo semplice*
- *costo di trasmissione maggiore*

⇒ **correzione** (ricostruzione del messaggio a partire dai bit ricevuti e dagli errori riscontrati):

- *più complesso e costoso*
- *applicabile anche per trasmissioni monodirezionali*
- *utile se l'indice di affidabilità è basso (ricorrere sempre alla ritrasmissione del messaggio può voler dire di fatto rallentare notevolmente la velocità del canale)*

Errori di trasmissione

