

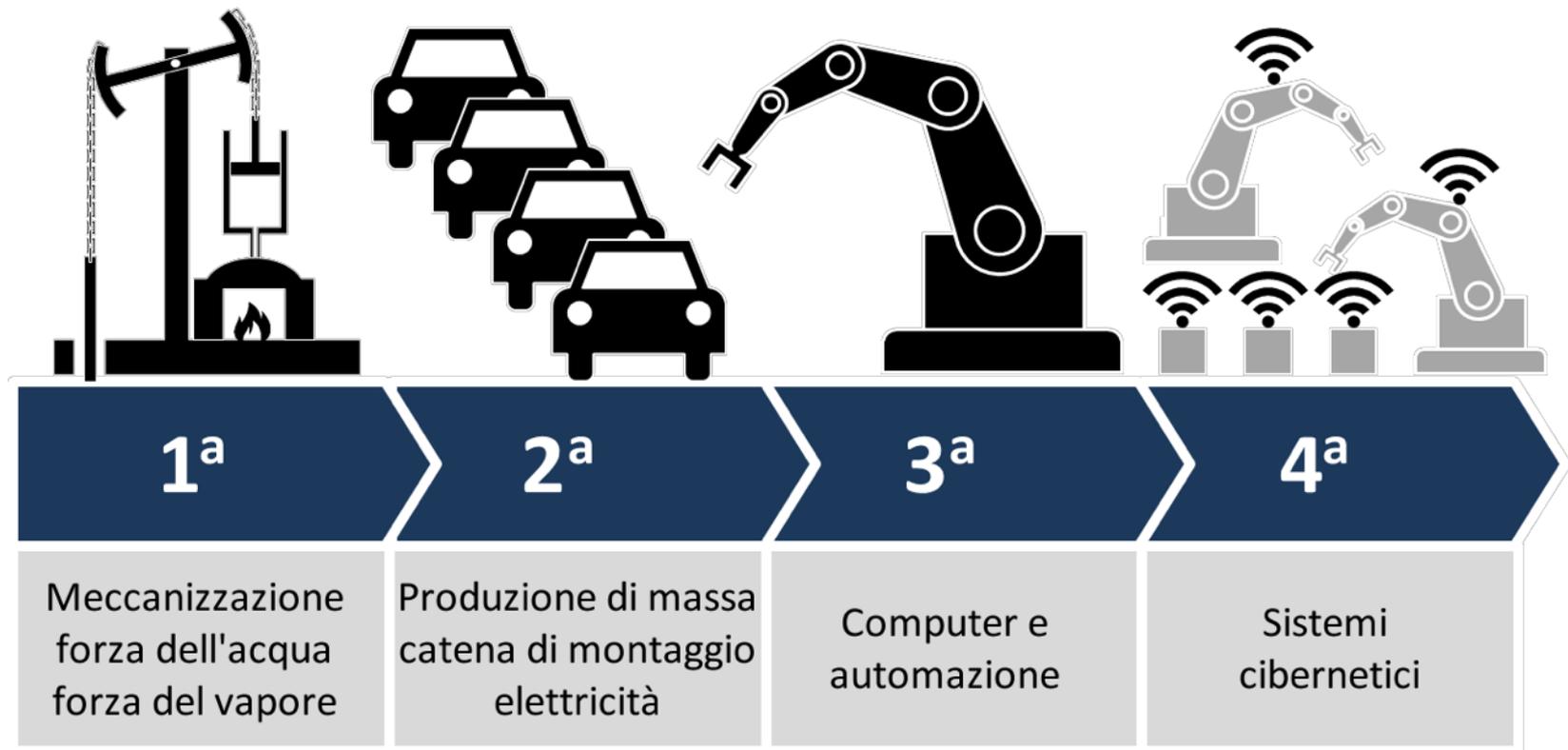
# Perché informatica?

- L'informatica è ovunque
- L'informatica ha moltissime branche, fornisce molte professioni e opportunità
- Non solo i professionisti, anche gli utenti è bene che conoscano principi di informatica di base
- Il futuro probabilmente è informatico

# Storia dell'uomo

- Nei rari periodi in cui l'uomo non è stato impegnato ad uccidere o invadere, ha sempre cercato di migliorare la propria vita
- Ha inizialmente migliorato il mondo liberandosi della fatica fisica (lavoro)
- Quindi producendo prodotti in massa (industria)
- Ora però nasce un problema.....

# Le rivoluzioni industriali



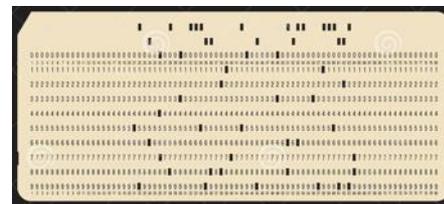
# Timeline 1



100 AC  
Macchina  
di  
Antikythera



1642  
Pascalina



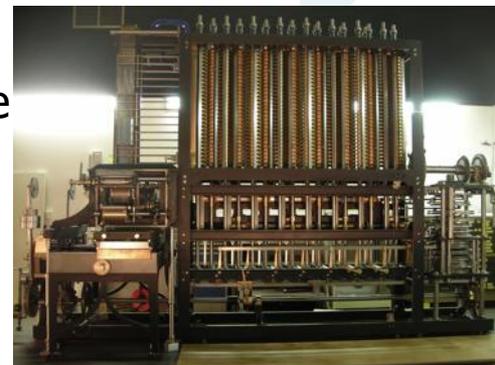
1889  
Hollerith  
brevetta la  
scheda  
perforata



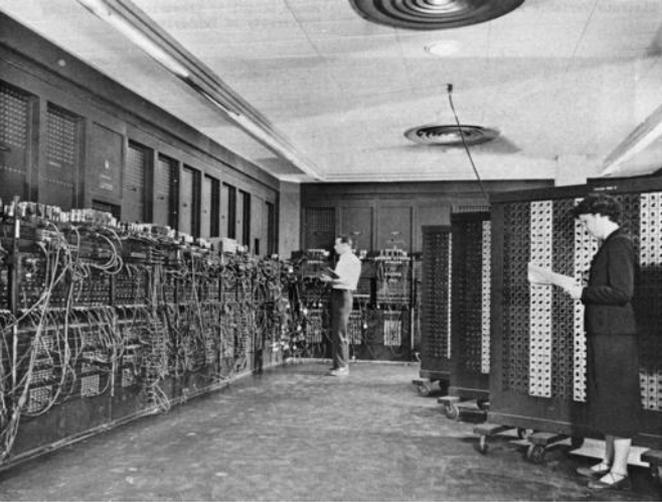
Medioevo  
Abaco



1833  
Macchina  
di Babbage



# Timeline 2



1944  
Colossus,  
ENIAC



1964  
Perottina

MICRO  
SOFT

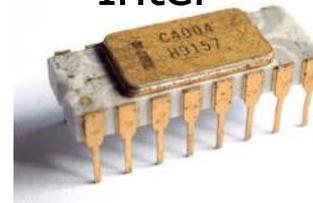


1975-76  
Microsoft  
e Apple



1951  
UNIVAC

1968  
Intel



# Timeline 3



1981  
IBM PC



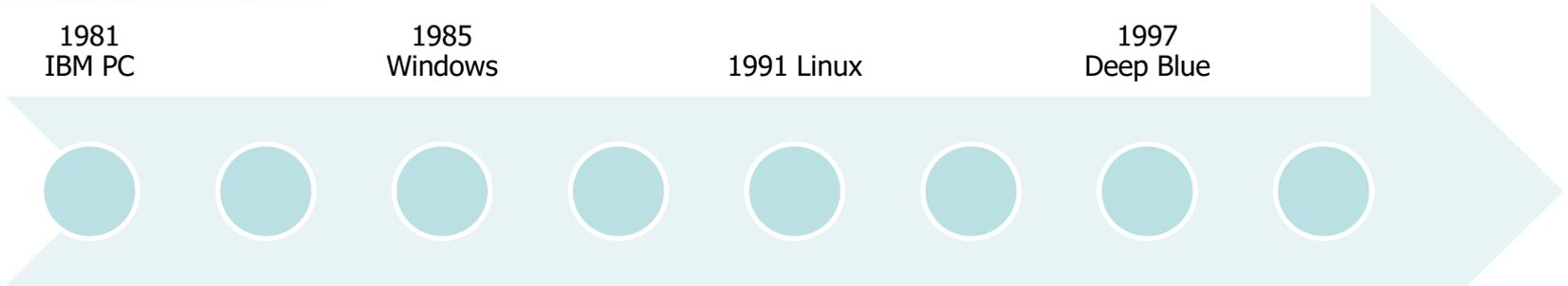
1985  
Windows



1991 Linux



1997  
Deep Blue



# Timeline 4



2000  
USB Flash  
Drive



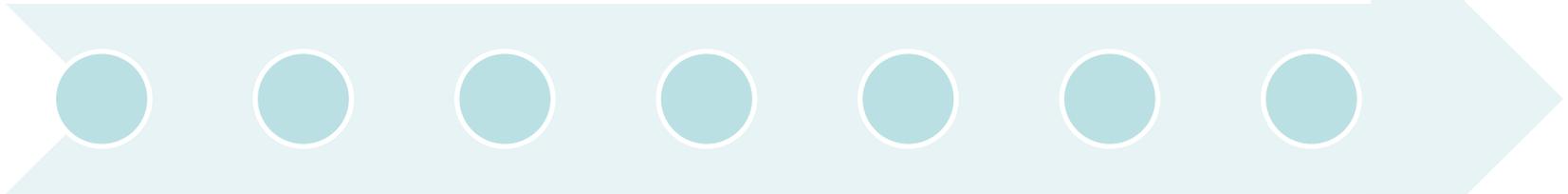
2006  
AWS



2008  
Facebook



2010  
iPhone



2005  
Google



2019

2007  
Scratch



*Introduzione*

2009  
Minecraft,  
BitCoin



# L'informatica si nasconde anche...

- Televisori
- Sistemi di sorveglianza con riconoscimento
- Digital signage (nei negozi per coinvolgere le persone)
- Semafori intelligenti
- Google Home, Amazon Echo, domotica, Internet of Things
- Elettrodomestici: dal robot aspirapolvere al frigorifero
- Playstation
- Sistemi bancari, POS
- Giocattoli e giochi in scatola con sensori
- Sistemi di comunicazione e social
- Agricoltura (monitoraggio irrigazione)

# Cosa faremo

- Cosa è l'informatica: concetti di base
- Architettura dei computer
- Dati e informazioni, codifica
- Il sistema operativo
- Programmi di produttività
- Le reti, il cloud
- Sicurezza, crittografia, blockchain, i rischi
- Programmazione?

# Concetti di Base

Tecnologie Informatiche  
Istituti Tecnici - Classi Prime

# Panoramica

- Che cos'è l'informatica?
- Dati ed informazioni
- Tipi di dato
- Rappresentazione di numeri
- Rappresentazione di testi
- Rappresentazione di immagini
- Rappresentazione di suoni
- Rappresentazione di video

# Che cos'è l'Informatica?

**Informatica** /in·for·mà·ti·ca/ *sostantivo femminile*

La scienza che si occupa dell'ordinamento, del trattamento e della trasmissione delle informazioni per mezzo dell'elaborazione elettronica, la quale rende possibile gestire e organizzare le ingenti masse di dati prodotte dal moderno sviluppo sociale, scientifico e tecnologico.

Origine: Dal fr. *informatique*, comp. di *informat(ion)* 'informazione' e *(automat)ique* 'automatica', voce coniata nel 1962 •1968.

**Si può dire che l'informatica è la disciplina che studia l'elaborazione automatica delle informazioni**

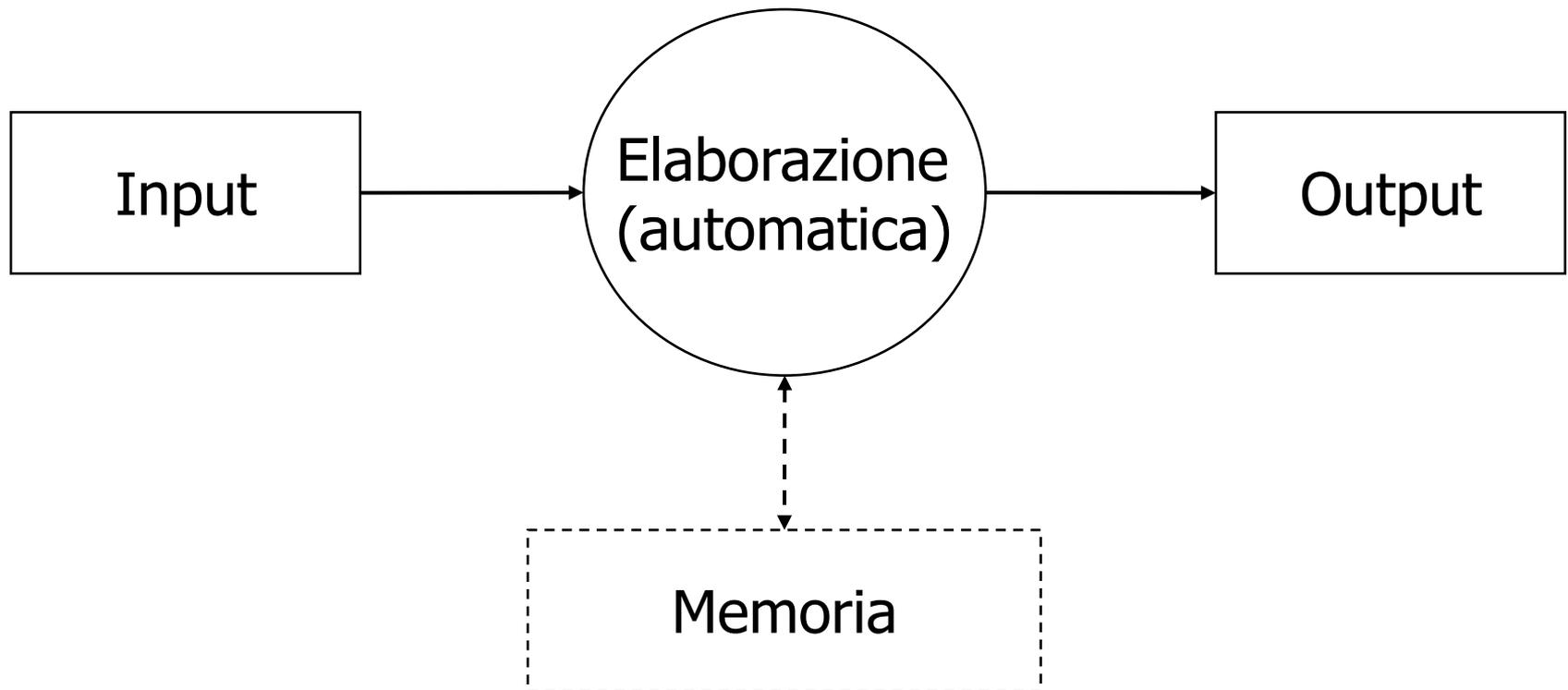
# Alcuni esempi

Un foglio di carta contiene informazioni, ma non le elabora automaticamente! Uno stereo suona ma non elabora.

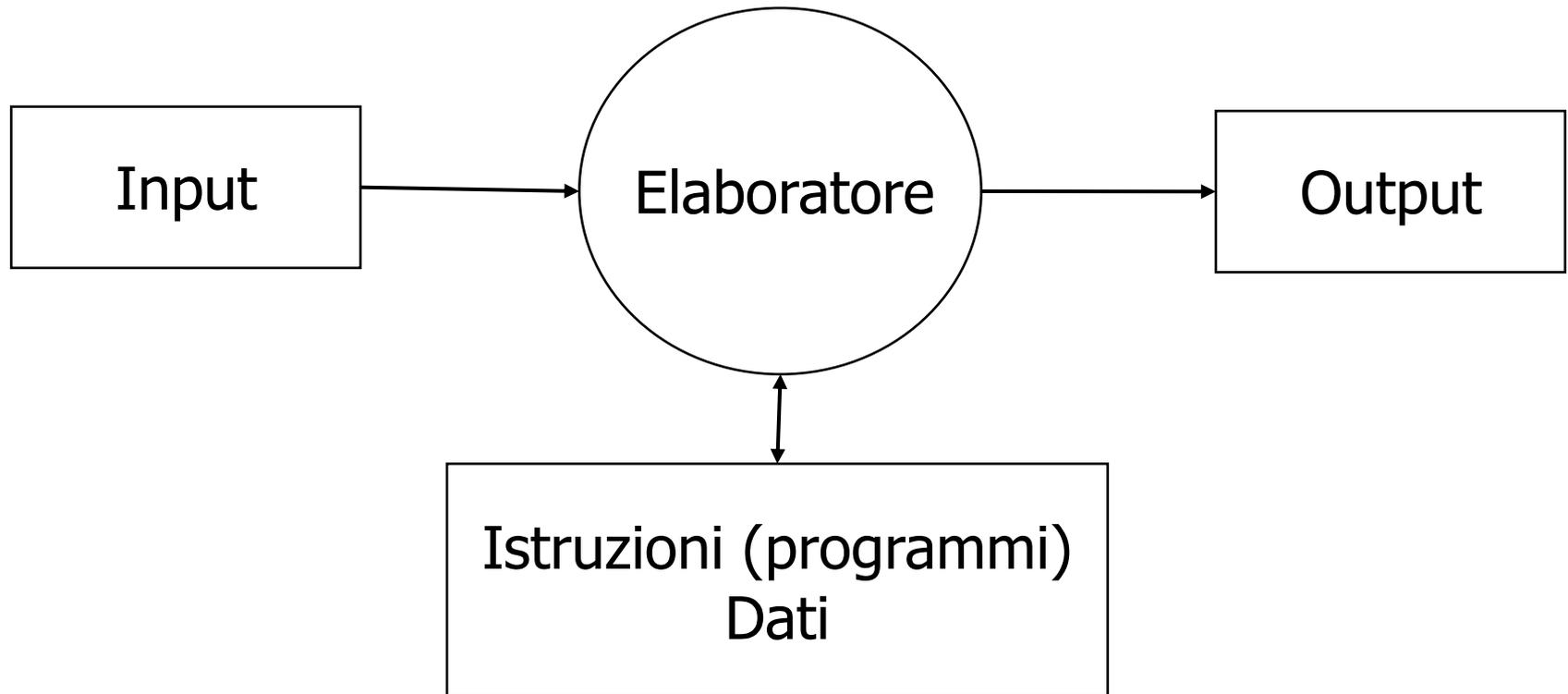
Strumenti che gestiscono l'informazione in maniera automatica:

- Calcolatrice tascabile
- Registratore di cassa (meccanico, elettromeccanico, elettronico, con lettore di codici a barre)
- Navigatore satellitare (es.: TomTom)
- Pilota automatico (aereo, nave, in futuro auto)
- Personal computer e sue varianti (notebook, tablet, smartphone)
- Supercomputer meteorologici

# Schema generale



# Elaboratore programmabile (Computer)



# Dati ed Informazioni - 1

- Un dato è un simbolo con cui viene rappresentata la realtà

Esempio: il numero **20010911**

- È un dato che non significa nulla se non se ne conosce il significato (semantica)

20010911 (aaaammgg) => **11 Settembre 2001**

**informazione = dato + significato**

- In altre parole: il computer elabora **dati** da cui noi, interpretandoli, traiamo **informazione**

# Dati ed Informazioni - 2

Dato:

Rossi Marco Milano 111295 Genova Roma 13 4 0101234567

Informazione:

Cognome: Rossi

Nome: Marco

Nato a: Milano

Il: 11 Dicembre 1995

Residente a: Genova

Via: Roma 13/4

Tel: 0101234567

*Dettagli insignificanti?*

# Il diavolo si nasconde nei dettagli ...

The **Mars Climate Orbiter** was intended to enter orbit at an altitude of 140–150 km above Mars. However, a navigation error caused the spacecraft to reach as low as 57 km. **The spacecraft was destroyed** by atmospheric stresses and friction at this low altitude. The navigation error arose because a NASA subcontractor (Lockheed Martin) **used Imperial units (pound-seconds) instead of the metric units (newton-seconds)** as specified by NASA.

On June 4, 1996 an unmanned **Ariane 5 rocket launched by the European Space Agency exploded** just forty seconds after its lift-off from Kourou, French Guiana. The rocket was on its first voyage, after a **decade of development costing \$7 billion**. The destroyed rocket and its cargo were valued at **\$500 million**. (...) Specifically a **64 bit floating point number** relating to the horizontal velocity of the rocket with respect to the platform **was converted to a 16 bit signed integer**. The number was larger than 32,767, the largest integer storeable in a 16 bit signed integer, and thus the conversion failed.

On February 25, 1991, during the Gulf War, **an American Patriot Missile** battery in Dharan, Saudi Arabia, **failed to track and intercept an incoming Iraqi Scud missile**. The Scud struck an American Army barracks, **killing 28 soldiers and injuring around 100 other people**. (...) Because of the way the Patriot computer performs its calculations and the fact that its registers are only 24 bits long, the conversion of time from an integer to a real number cannot be any more precise than 24 bits. This conversion results in a **loss of precision causing a less accurate time calculation**.

The **British destroyer H.M.S. Sheffield was sunk** in the Falkland Islands war. According to one report, the ship's radar warning systems were programmed to **identify the Exocet missile as "friendly"** because the British arsenal includes the Exocet's homing device and allowed the missile to reach its target, namely the Sheffield.

# Tipi di dato

Un moderno calcolatore è in grado di manipolare vari tipi di dato:

- Numeri
- Testo
- Immagini
- Suoni
- Video (sequenza di immagini più suono)
- Documenti multimediali (combinazione dei tipi precedenti)
- Ambienti VR (realtà virtuale)

**Come vengono rappresentati al suo interno?**

# Prima del digitale - Numeri



Abaco cinese - 200 a.c.



Calcolatrice meccanica - 1974

# Prima del digitale - Testi



Invicta (15 kg) - 1927-29



Lettera 32 (5,5 kg) - 1963

# Prima del digitale - Immagini



Fotokor (URSS) - 1930



Nikon F3 - 1980

# Prima del digitale - Suoni

**K7 PHILIPS**  
i portatili che registrano  
come "professional"



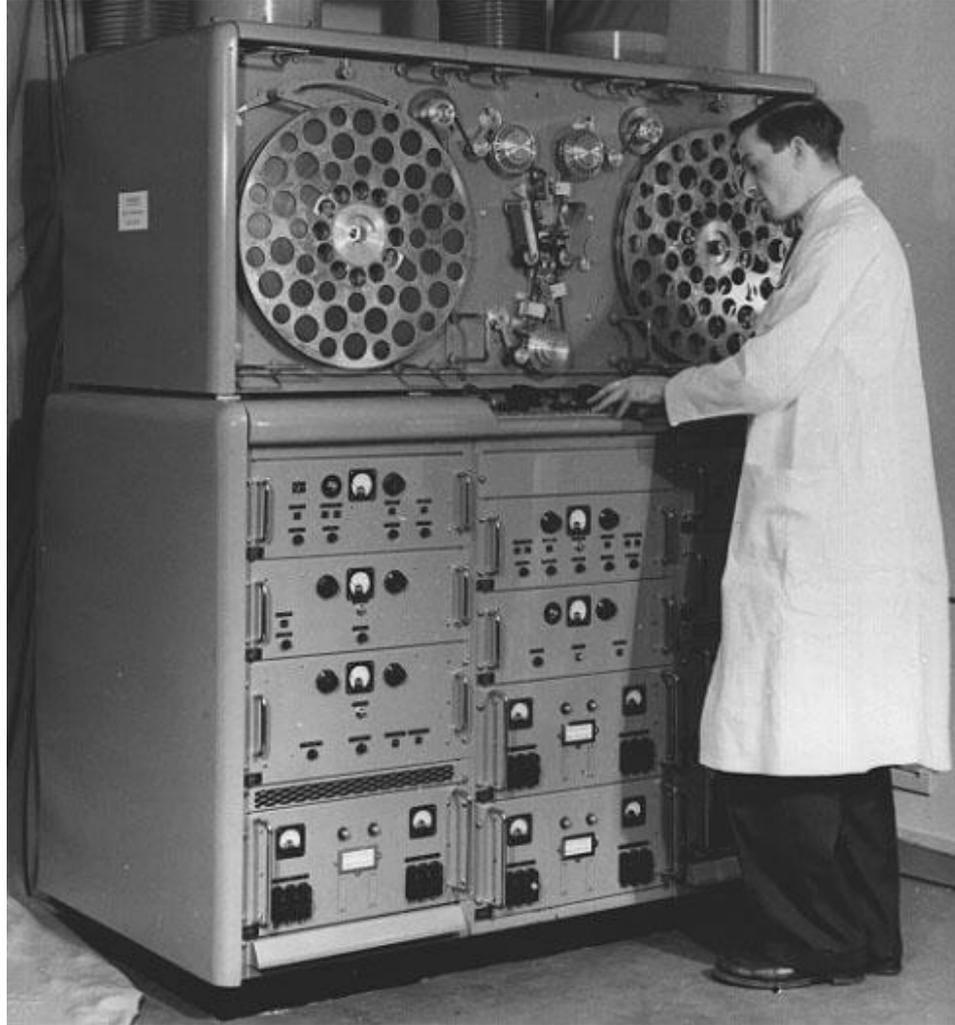
**EL 3302 fa tutto  
con un tasto solo**

Incisione, riascolto, avvolgimento  
e riavvolgimento rapidi: tutto con un tasto  
solo. EL 3302 ha il cuore fedele  
dei professionali Philips e fornisce  
registrazioni e riproduzioni di alto livello.  
Alimentazione a pile, strumento  
indicatore del livello di registrazione,  
microfono con telecomando, prese  
per cuffia e altoparlante supplementare.  
Un portatile della gamma K7 Philips.

**PHILIPS**



# Prima del digitale - Video



BBC VERA - 1952

# Prima del digitale - Video



NAGRA VPR-5 - 1983



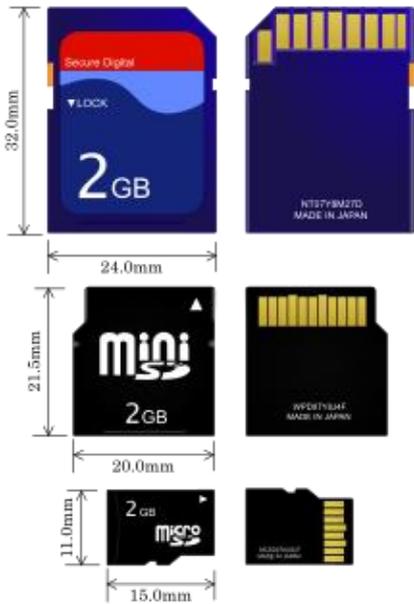
SONY BMC-500P - 1985

# Supporti analogici



[Museo Nazionale Scienza e Tecnologia Leonardo da Vinci - Milano](#)

# Supporti digitali



# Analogico e digitale

- Un vinile al microscopio

<https://www.youtube.com/watch?v=GuCdsyCWmt8>

- Un CD al microscopio

<https://www.youtube.com/watch?v=RZUxemOE07Q&t=890s>

# Rappresentazione dei **dati**

- I calcolatori riconoscono solo due stati, indicati tipicamente con 0/1 (anche on/off, vero/falso).
- Ogni singola cifra binaria (**binary digit**) si chiama **bit** e può assumere solo due valori:

**0 = OFF (spento, falso)**

**1 = ON (acceso, vero)**

**QUALSIASI TIPO DI DATO VIENE**  
**RAPPRESENTATO DA UNA SEQUENZA DI BIT**  
(anche molto lunga ...)

# Alcuni esempi

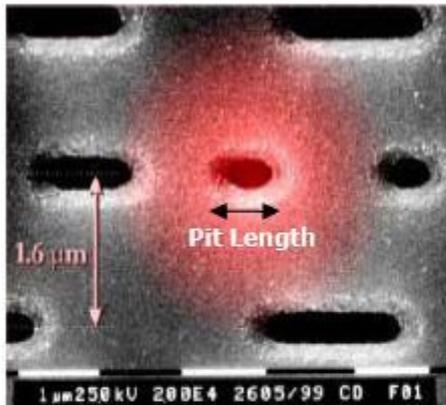
- Un singolo numero (es.: il nostro anno di nascita)
- Un breve testo (es.: un SMS)
- Un lungo testo (es.: un libro, un e-book)
- Un'immagine a colori di qualche milione di punti (Mpixel)
- Un brano musicale (p.es. in formato mp3)
- Un breve video (p.es. tratto da YouTube)
- Un intero film, magari in HD, con audio multicanale

**TUTTI QUESTI DATI SONO RAPPRESENTATI DA SEQUENZE DI BIT (più o meno lunghe)**

Solo 0 ed 1: 0100010001000100101010001000100001000100010010101010101 ...

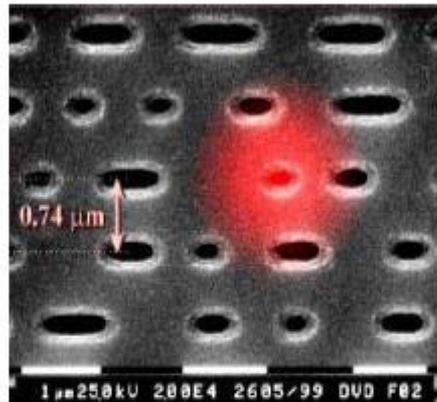
# Supporti ottici (CD/DVD/BD)

**CD 0.7GB**



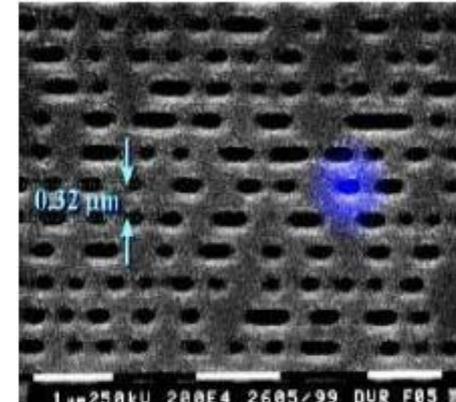
Track Pitch: 1,6  $\mu\text{m}$   
Minimum Pit Length: 0,8  $\mu\text{m}$   
Storage Density: 0,41Gb/in<sup>2</sup>

**DVD 4.7GB**



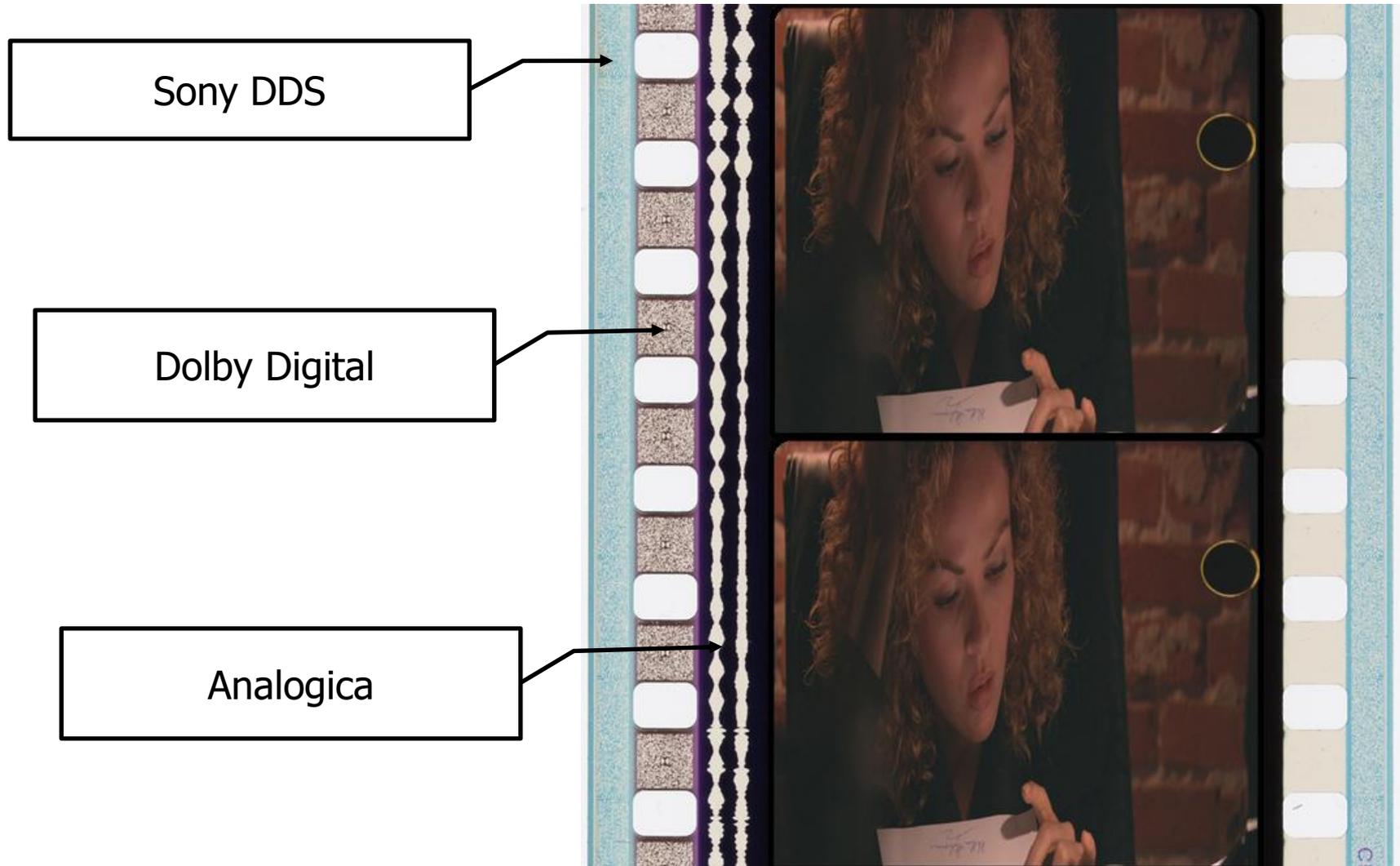
Track Pitch: 0,74 $\mu\text{m}$   
Minimum Pit Length: 0,4 $\mu\text{m}$   
Storage Density: 2,77Gb/in<sup>2</sup>

**Blu-ray Disc 25GB**

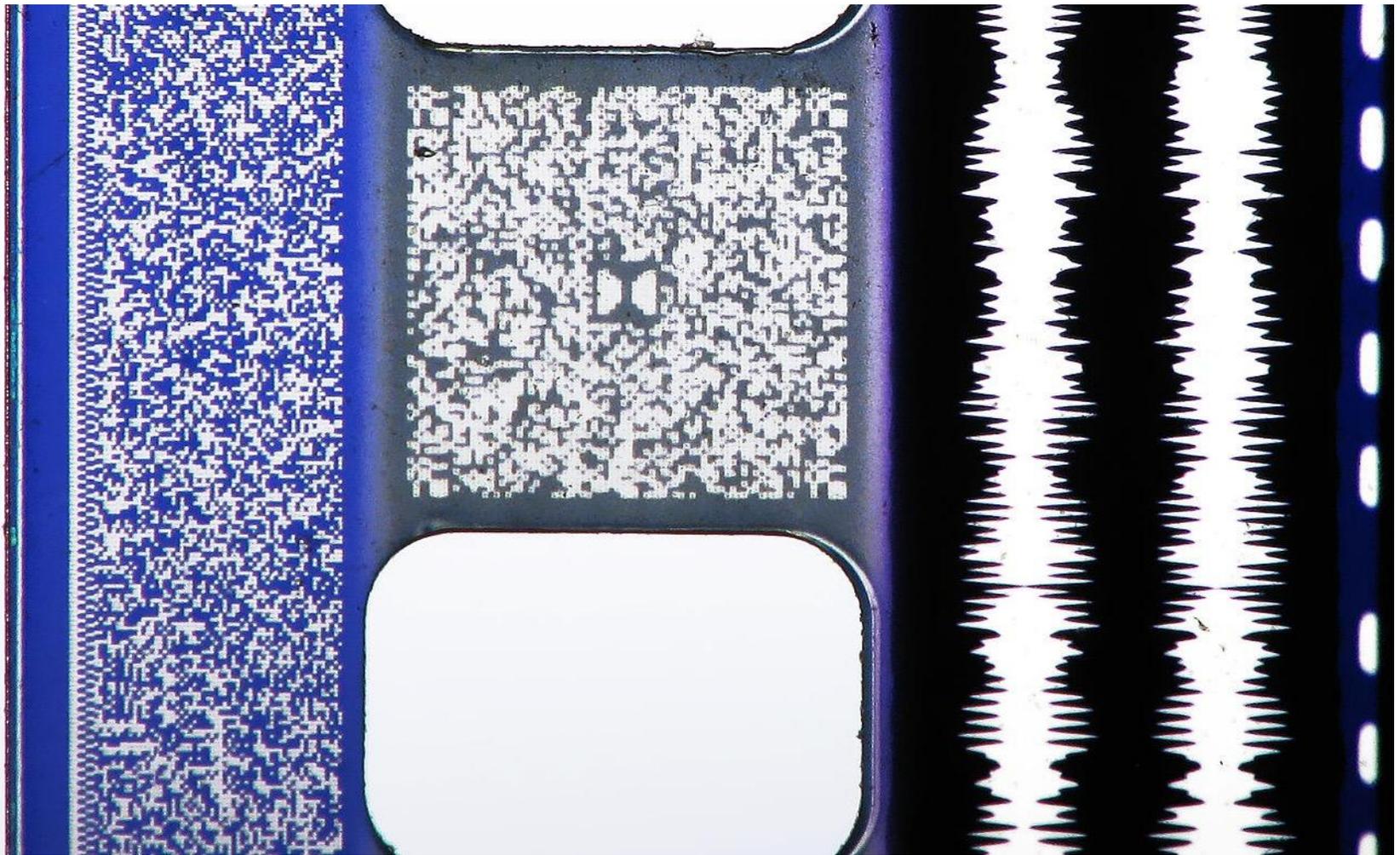


Track Pitch: 0,32 $\mu\text{m}$   
Minimum Pit Length: 0,15 $\mu\text{m}$   
Storage Density: 14,73Gb/in<sup>2</sup>

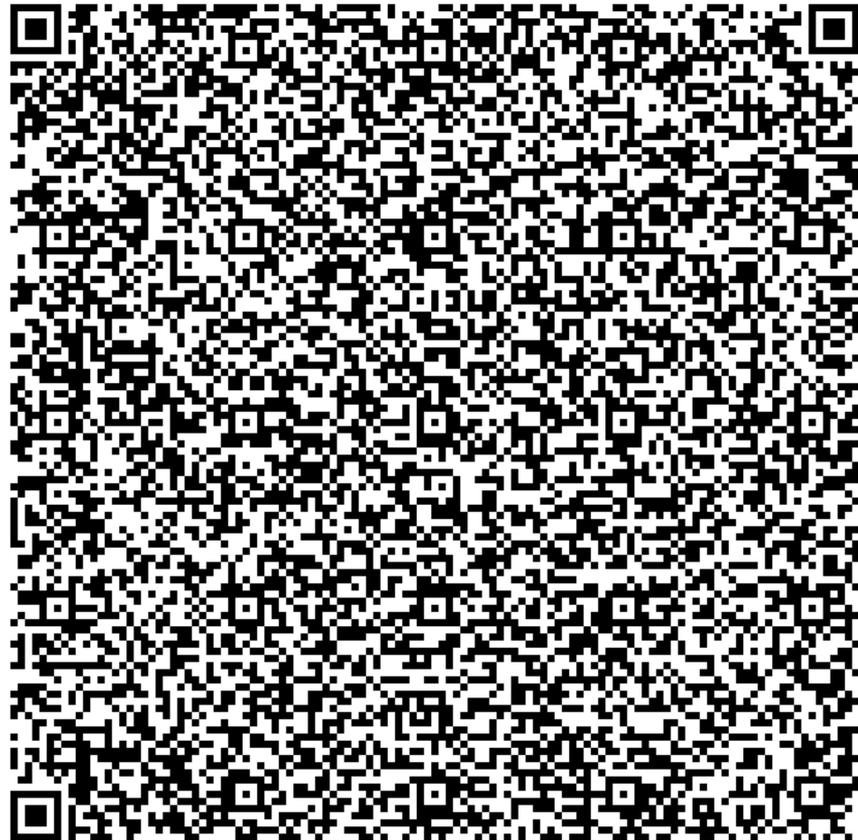
# Colonna sonora cinematografica



# Colonna sonora cinematografica



# QR-Code



N.B.: QR è un acronimo che significa "Quick Response"

# Numerazione decimale

Come siamo abituati a rappresentare i numeri?

10 simboli: 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9

<b>1</b>	<b>4</b>	<b>9</b>	<b>2</b>
x1000	x100	x10	x1
$10^3$	$10^2$	$10^1$	$10^0$

Il "peso" di ogni cifra è dato dalle potenze di 10  
Si chiama **notazione posizionale** (in base 10)

(N.B.: In numeri romani si scriverebbe MCDXCII ...)

# Quante cifre ci vogliono?

In **decimale**, ad es. con **2 cifre** si rappresentano tutti i numeri da 0 fino a 99 (**100** combinazioni)

Con 3 cifre: 1'000

Con 4 cifre: 10'000

Con 5 cifre: 100'000



In generale, in **base 10**: **N cifre** →  **$10^N$**  diversi valori

# Numerazione ottale (Base 8)

Base 10	Base 8
0	0
1	1
2	2
3	3
...	...
7	<b>7</b>
8	<b>10</b>
<b>9</b>	11
<b>10</b>	12
...	...
15	<b>17</b>
16	<b>20</b>

Ho a disposizione solo 8 simboli, da 0 fino a 7 (l'8 e il 9 non esistono proprio!)

I "pesi" variano con le potenze di 8:

$$\begin{array}{cccc} 8^3 & 8^2 & 8^1 & 8^0 \\ (512) & (64) & (8) & (1) \end{array}$$

# Numerazione binaria (Base 2)

Base 10	Base 8	Base 2
0	0	0
1	1	1
2	2	10
3	3	11
...	...	...
7	<b>7</b>	<b>111</b>
8	<b>10</b>	<b>1000</b>
<b>9</b>	11	1001
<b>10</b>	12	1010
...	...	...
15	<b>17</b>	<b>1111</b>
16	<b>20</b>	<b>10000</b>

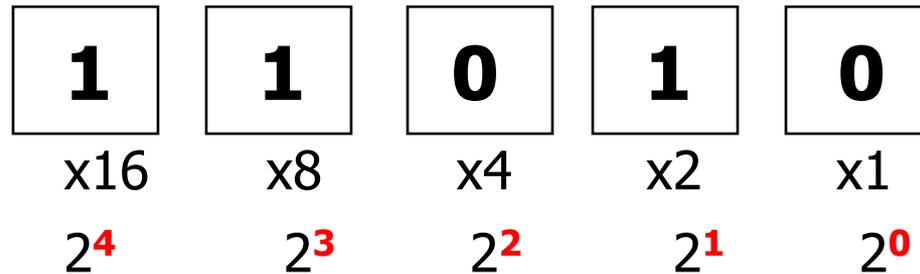
Ho a disposizione solo 2 simboli: 0 ed 1

I "pesi" variano con le potenze di 2:

$2^3$      $2^2$      $2^1$      $2^0$   
(8)    (4)    (2)    (1)

# Numerazione binaria

Esempio di numero binario



Il "peso" di ogni cifra è dato dalle **potenze di 2**  
È sempre notazione posizionale, ma in **base 2**

# Conversione binario → decimale

**0 1 0 1 0 0 0 1**

**128 64 32 16 8 4 2 1**

**0 + 64 + 0 + 16 + 0 + 0 + 0 + 1**

$$64 + 16 + 1 = 81$$

# Conversione decimale $\rightarrow$ binario

Come convertire  $81_{10}$  in binario?

$$81 : 2 = 40 \text{ resto } \mathbf{1}$$

$$40 : 2 = 20 \text{ resto } \mathbf{0}$$

$$20 : 2 = 10 \text{ resto } \mathbf{0}$$

$$10 : 2 = 5 \text{ resto } \mathbf{0}$$

$$5 : 2 = 2 \text{ resto } \mathbf{1}$$

$$2 : 2 = 1 \text{ resto } \mathbf{0}$$

$$1 : 2 = 0 \text{ resto } \mathbf{1}$$



Risultato:  $81_{10} = \mathbf{1010001}_2$

# Conversione decimale → binario

Procedimento:

- 1) Divido per 2 e annoto il resto
- 2) Ripeto (1) fino ad arrivare a ZERO.
- 3) Leggo i resti **in ordine inverso**

$$81 : 2 = 40 \text{ resto } \mathbf{1}$$

$$40 : 2 = 20 \text{ resto } \mathbf{0}$$

$$20 : 2 = 10 \text{ resto } \mathbf{0}$$

$$10 : 2 = 5 \text{ resto } \mathbf{0}$$

$$5 : 2 = 2 \text{ resto } \mathbf{1}$$

$$2 : 2 = 1 \text{ resto } \mathbf{0}$$

$$1 : 2 = 0 \text{ resto } \mathbf{1}$$



# Quante cifre ci vogliono?

In **binario**, con 1 cifra (bit) si possono rappresentare solo due numeri: 0 ed 1

Con 2 cifre: 00, 01, 10, 11 (4 combinazioni)

Con 3 cifre: da 000 a 111 (8 combinazioni)

In generale, in **base 2**:

**N cifre (bit) →  $2^N$  diversi valori**

# Riepilogo decimale/binario

## Decimale:

Base: **10**

**10** simboli: 0, 1, 2, 3, ... ,9

Pesi delle cifre:  **$10^0$   $10^1$   $10^2$   $10^3$  ...**

Con N cifre rappresento  **$10^N$**  diversi valori

## Binario:

Base: **2**

**2** simboli: 0, 1

Pesi delle cifre:  **$2^0$   $2^1$   $2^2$   $2^3$  ...**

Con N cifre (bit) rappresento  **$2^N$**  diversi valori

[Potenza di due \(Wikipedia\)](#)

# Il Byte

Con due sole cifre a disposizione, i numeri diventano velocemente lunghi → si usano **gruppi di 8 bit** detti

## BYTE



Un Byte può assumere quindi  **$2^8$**  (256) valori diversi:  
da  $00000000_2$  ( $0_{10}$ ) fino a " $11111111_2$ " ( $255_{10}$ )

(N.B.: In inglese "bite" significa boccone, morso)

# Byte come unità di misura

Il byte è anche **l'unità di misura** della capacità di memoria.

<b>Byte</b>	8 bit
<b>Word</b>	16 bit (2 byte)
<b>Double Word</b>	32 bit (4 byte)
<b>Quad Word</b>	64 bit (8 byte)

<b>kiloByte (kB)</b>	1' 024 byte	( $2^{10}$ byte)
<b>MegaByte (MB)</b>	1' 024 kB	( $2^{20}$ byte)
<b>GigaByte (GB)</b>	1' 024 MB	( $2^{30}$ byte)
<b>TeraByte (TB)</b>	1' 024 GB	( $2^{40}$ byte)

# Capacità tipiche

Capacità tipiche di alcuni tipi di memoria:

**RAM**

Alcuni GB

**USB key**

Da decine di GB fino a 1 TB

**SD Card**

Da decine di GB fino a 512 GB

**FLOPPY DISK**

Da 180 kB a 1.44 MB

**HARD DISK**

Centinaia di GB - Alcuni TB

**CD**

650 MB (74' audio) - 700 MB (80')

**DVD**

4.7 - 17 GB (SD video)

**BD**

25 - 50 GB (HD video)

(in sviluppo fino a 200 GB per UHD video)

# Se i Byte fossero ...

- **grammi**, un TeraByte equivarrebbe a un milione di tonnellate!
- **millimetri**, un TeraByte equivarrebbe a un milione di km!
- **secondi**, un TeraByte equivarrebbe a 31'688 anni!

$10^0$	$10^3$	$10^6$	$10^9$	$10^{12}$
<b>Byte</b>	<b>kB</b>	<b>MB</b>	<b>GB</b>	<b>TB</b>
g	kg	t	1'000 t	1'000'000 t
mm	m	km	1'000 km	1'000'000 km
s	~17 min	~278 ore	~32 anni	~32'000 anni

# L'influenza del Binario

- Numero di colori: 256 ( $=2^8$ )
- Indirizzi IP: 32 bit (4 byte) rappresentati come ad es.: 192.8.234.125
- Dimensione delle memorie (128 MB, 256 MB, 512 MB, 1GB, 2GB, ecc)
- Dimensione blocchi hard disk (512 byte, 1024 byte, 2048 byte)
- Dimensione canali di comunicazione (es: Bus) (8 fili, 16 fili, 32 fili, 64 fili)

# Vecchio proverbio inglese ...

*"There are **10** types of people in the world: those who understand binary and those who don't"*

# Da Binario a Esadecimale

- Base 16 invece di Base 2
- 16 simboli invece di 2
- 0, 1, 2, 3, 4, ..., 9, A, B, C, D, E, F
- Ogni cifra esadecimale occupa 4 bit
- 4 bit = 1 nibble
- 2 nibble = 1 byte
- Permette di rappresentare grandi numeri con meno cifre
- Utilizzato principalmente nella programmazione

# Da Binario a Esadecimale

The binary, decimal, and hexadecimal conversion table illustrates the three numbering systems.

<u>Binary</u>	<u>Decimal</u>	<u>Hexadecimal</u>
0 0 0 0	0	0
0 0 0 1	1	1
0 0 1 0	2	2
0 0 1 1	3	3
0 1 0 0	4	4
0 1 0 1	5	5
0 1 1 0	6	6
0 1 1 1	7	7
1 0 0 0	8	8
1 0 0 1	9	9
1 0 1 0	10	A
1 0 1 1	11	B
1 1 0 0	12	C
1 1 0 1	13	D
1 1 1 0	14	E
1 1 1 1	15	F

# Rappresentazione di **testi**

- Ogni **carattere** occupa **1 byte**
- Max  $2^8=256$  diversi caratteri
- Tabella ASCII (si pronuncia "ASKI"): ad ogni carattere corrisponde un codice numerico:
  - 0100 0001 ( $65_{10}$ ) = A
  - 0100 0010 ( $66_{10}$ ) = B
- Maiuscole e minuscole hanno valori distinti
- Contiene anche cifre, simboli e caratteri speciali

# Tabella ASCII (da 0 a 127)

ASCII value	Character	Control character	ASCII value	Character	ASCII value	Character	ASCII value	Character
000	(null)	NUL	032	(space)	064	@	096	
001	☺	SOH	033	!	065	A	097	a
002	☻	STX	034	"	066	B	098	b
003	♥	ETX	035	#	067	C	099	c
004	♦	EOT	036	\$	068	D	100	d
005	♣	ENQ	037	%	069	E	101	e
006	♠	ACK	038	&	070	F	102	f
007	(beep)	BEL	039	'	071	G	103	g
008	■	BS	040	(	072	H	104	h
009	(tab)	HT	041	)	073	I	105	i
010	(line feed)	LF	042	*	074	J	106	j
011	(home)	VT	043	+	075	K	107	k
012	(form feed)	FF	044	,	076	L	108	l
013	(carriage return)	CR	045	-	077	M	109	m
014	♪	SO	046	.	078	N	110	n
015	☼	SI	047	/	079	O	111	o
016	▴	DLE	048	0	080	P	112	p
017	▾	DC1	049	1	081	Q	113	q
018	↕	DC2	050	2	082	R	114	r
019	!!	DC3	051	3	083	S	115	s
020	π	DC4	052	4	084	T	116	t
021	§	NAK	053	5	085	U	117	u
022	▬	SYN	054	6	086	V	118	v
023	↕	ETB	055	7	087	W	119	w
024	↑	CAN	056	8	088	X	120	x
025	↓	EM	057	9	089	Y	121	y
026	→	SUB	058	:	090	Z	122	z
027	←	ESC	059	;	091	[	123	{
028	(cursor right)	FS	060	<	092	\	124	
029	(cursor left)	GS	061	=	093	]	125	}
030	(cursor up)	RS	062	>	094	^	126	~
031	(cursor down)	US	063	?	095	-	127	␣

Copyright 1998, JimPrice.Com Copyright 1982, Loading Edge Computer Products, Inc.

# Testi: un esempio

Consideriamo un file di testo (oppure un SMS, od un messaggio di WhatsApp) che contenga solo l'esclamazione "BUON GIORNO!"  
Se esaminiamo il suo contenuto byte a byte, troviamo che il file conterrà la sequenza di numeri:

01000010	01010101	01001111	01001110	00100000	ecc ...						
66	85	79	78	32	71	73	79	82	78	79	33
<b>B</b>	<b>U</b>	<b>O</b>	<b>N</b>		<b>G</b>	<b>I</b>	<b>O</b>	<b>R</b>	<b>N</b>	<b>O</b>	<b>!</b>

Ogni numero (sia binario, sia decimale) corrisponde al codice ASCII del carattere sottostante (verificare!).

N.B.: Anche lo spazio è un carattere (32)

# E questi?

良	農	業	商	議	選	員	記	運	轉	者	事
味	試	次	難	形	適	當	同	違	正	惡	点
念	殘	落	格	果	受	說	接	面	驗	合	指
約	決	旅	消	流	深	案	投	洗	打	扌	折
備	準	到	癸	線	泊	特	絡	連	急	談	相
注	押	意	故	路	信	局	機	関	割	交	引
用	器	願	知	求	台	具	取	自	窓	由	營
期	產	個	倆	品	資	銀	誌	雜	辭	服	紙
心	報	告	々								

# Unicode

- Il codice ASCII non è in grado di rappresentare tutte le lingue del pianeta.
- 256 simboli non bastano per lingue come il cinese, il giapponese e tante altre lingue orientali, basate su migliaia di ideogrammi e non su un alfabeto di poche decine di simboli.
- Per rappresentare i testi di queste lingue si utilizza il sistema [Unicode](#) in cui ogni simbolo è rappresentato da 1, 2 o 4 byte (UTF-7, UTF-8, UTF-16, UTF-32)

# Rappresentazione di **immagini**

- Un'immagine digitale è costituita da una fitta griglia di punti, detti **pixel** (= **picture element**)
- Ad esempio, in una TV digitale **Full-HD** lo schermo è composto da 1920 x 1080 pixel per un totale di 2'073'600 pixel (**~2 Mpixel**)
- Ogni pixel può assumere un colore diverso, dando origine ad una infinità di immagini possibili

# Risoluzione

- Si dice **risoluzione** di un'immagine il numero di pixel (in orizzontale e verticale) da cui essa è costituita.
- Maggiore è la risoluzione di un'immagine e maggiore è la quantità di dettagli che possiamo individuare.
- Anche gli schermi (monitor) sono caratterizzati dalla loro risoluzione. Es.:
  - VGA      640 x 480      ~0.3 Mp
  - XGA      1024 x 768      ~0.8 Mp
  - HD      1280 x 720      ~0.9 Mp
  - Full HD    1920 x 1080      (FHD, 2K)      ~2 Mp
  - Ultra HD   3840 x 2160      (UHD, 4K)      ~8 Mp
  - Ultra HD   7680 x 4320      (UHD, 8K)      ~33 MpEcc ...

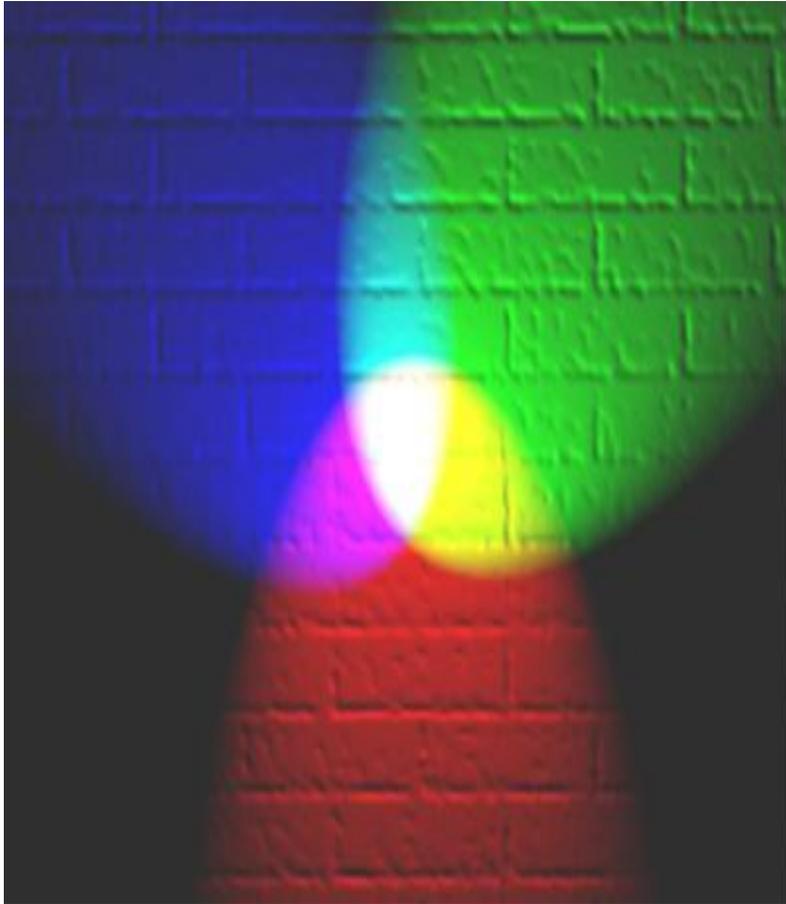
# Densità dei pixel

- La **densità** dei pixel si misura in pixel per pollice, in inglese ppi (pixel per inch)
- Due schermi con **uguale risoluzione** ma **diversa dimensione** avranno quindi diversi valori di ppi.
- Alcuni esempi:
  - TV Full HD da 40": 55 ppi
  - TV Full HD da 20": 110 ppi
  - TV Ultra HD da 55": 80 ppi
  - Smartphone con schermo FHD da 5": 440 ppi

# Densità dei pixel

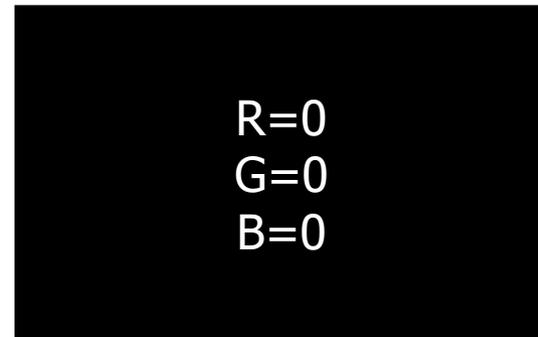
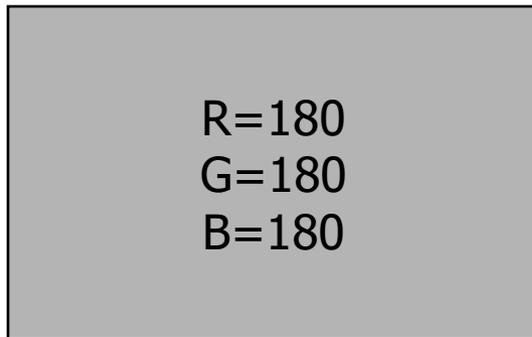
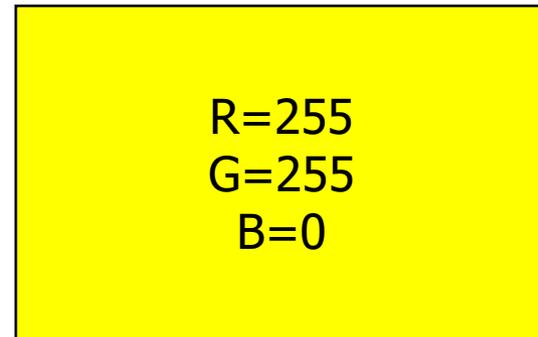
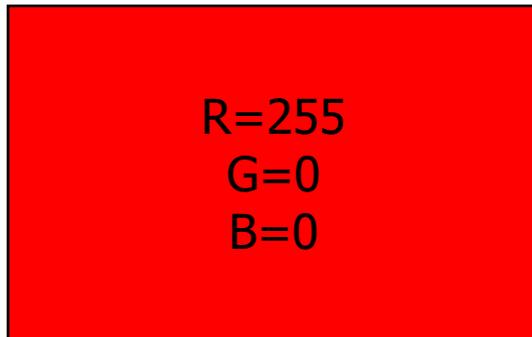
- La **densità** dei pixel si deve specificare anche ogni volta che si digitalizza un'immagine con uno scanner o che la si deve stampare.
- In questo caso, la densità si misura in **punti per pollice**, in inglese **dpi** (dots per inch)
- I valori vanno da **75 dpi** per scansioni molto grossolane fino a **2400** o **4800 dpi** per scansioni estremamente dettagliate.
- Ovviamente, al crescere del valore scelto, aumenta anche la **dimensione** del file generato ed il **tempo** necessario per la scansione.

# Red Green Blue - RGB



- Ogni colore si può ottenere miscelando i colori primari **Rosso**, **Verde** e **Blu**.
- Un dato colore è quindi individuato da tre numeri che indicano rispettivamente la quantità di **Rosso**, di **Verde** e di **Blu** che lo compongono.
- Tipicamente ognuna di queste tre componenti può variare da un min di 0 ad un max di 255.

# RGB - Esempi



# Quanti colori sono possibili?

- Tipicamente, un colore è rappresentato da 3 gruppi di 8 bit (3 byte) per un totale di 24 bit.

01010101

11001100

00011101

- Usando 24 bit in questo modo, si possono ottenere  $2^{24}$  (circa **16 milioni**) di colori diversi.
- In questo caso, si dice che l'immagine ha una **profondità di colore** di 24 bit
- L'unità di misura della profondità di colore è detta **bpp** (bit per pixel) ed in alcuni casi può spingersi fino a 48 bpp ed oltre

# Memoria video

Si consideri uno schermo da

$$\mathbf{1920 \times 1080 = 2'073'600 \text{ pixel}}$$

Se il colore di ogni pixel è rappresentato da

**3 Byte** (24 bit)

Un'immagine che riempia esattamente lo schermo occuperà

$$3 \times 2'073'600 = 6'220'800 \text{ byte, ossia}$$

**~ 6 MB**

# Sintesi additiva e sottrattiva

- La sintesi RGB è utilizzata nei **display** ed in **proiezione** ed è denominata **sintesi additiva** in quanto le singole componenti luminose si **sommano** per formare il colore risultante.
- In **stampa**, invece, viene utilizzata la **sintesi sottrattiva YMCK** (Yellow, Magenta, Cyan, Black) in quanto i pigmenti presenti nell' inchiostro **sottraggono** parte delle componenti della luce bianca che illumina l' immagine lasciando solo il colore desiderato.

# Sintesi additiva e sottrattiva



sintesi additiva



sintesi sottrattiva

# Compressione di immagine

Si consideri un apparecchio fotografico (od uno smartphone) con risoluzione  $4000 \times 3000 = \mathbf{12 \text{ Mp}}$

Se il colore di ogni pixel è rappresentato da **3 Byte** (ossia con profondità di colore 24 bit/pixel), ogni immagine occuperà

$$3\text{B/p} \times 12\text{Mp} = \mathbf{36\text{MB}}$$

Poiché però le immagini sono memorizzate in **formato compresso JPEG**, il file occuperà solamente circa **3.6 MB**, ossia circa 1/10 (il 10%) dell'originale.

Ciò significa che il 90% restante delle informazioni è stato eliminato!

# Compressione di immagine

- Non si può eliminare il 90% dei dati di un'immagine senza conseguenze!
- I file in formato JPEG hanno la **stessa risoluzione** e **stessa profondità di colore** dell'immagine originale, ma **qualità inferiore**
- In altre parole, la compressione comporta una **perdita di informazione** irrecuperabile (ma entro certi limiti trascurabile, in quanto elimina dettagli che il sistema visivo umano considera secondari)
- Per questo motivo, i formati compressi come il JPEG sono detti "**lossy**"

N.B.: Sono possibili anche compressioni (meno drastiche) senza perdita di informazione, dette per questo motivo "**lossless**"

# Compressione di immagine



JPEG qualità 100% - 87,7 KB



JPEG qualità 90% - 30,2 KB



JPEG qualità 50% - 6,7 KB



JPEG qualità 10% - 3,2 KB

# Compressione di immagine

original jpg



**Qualità 100%**

new quality jpg

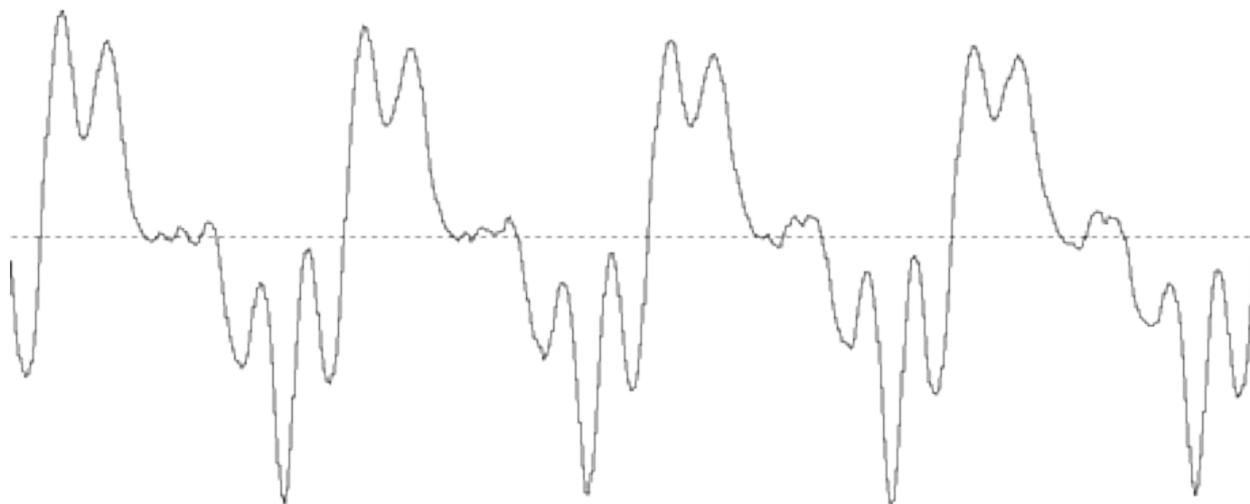


**Qualità 0%**

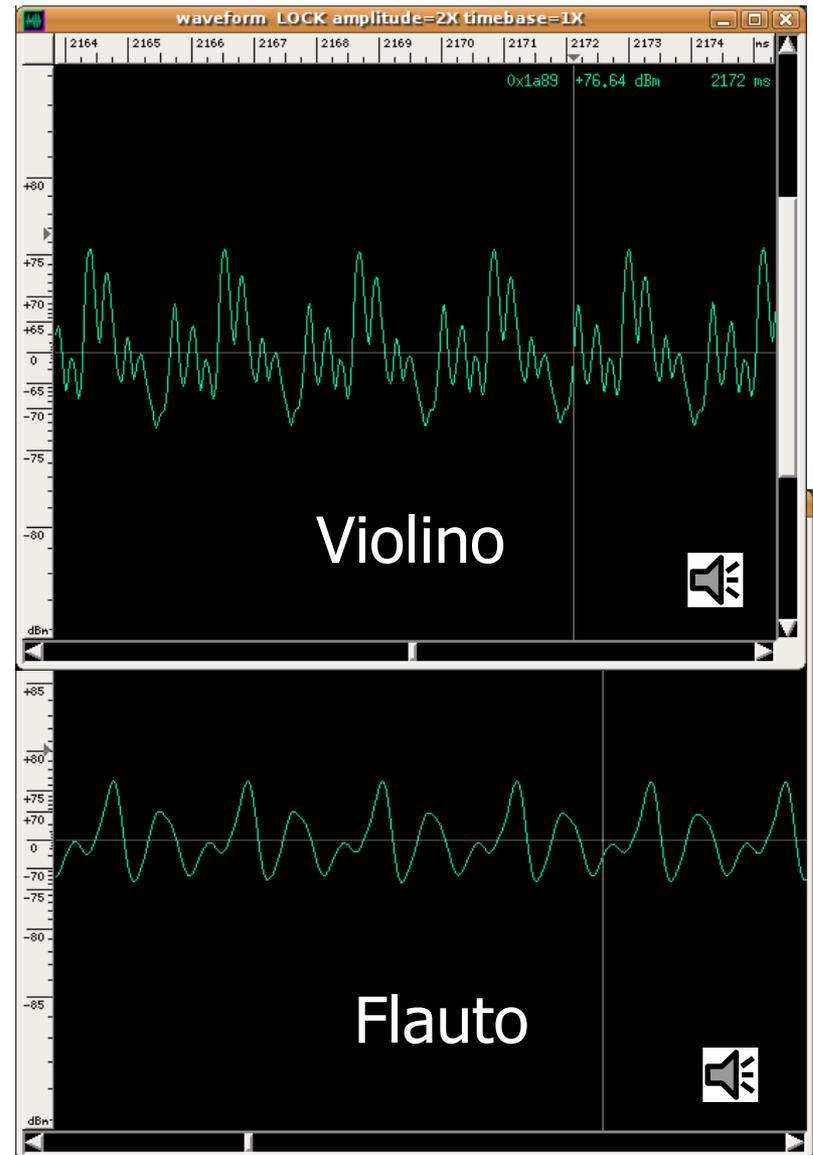
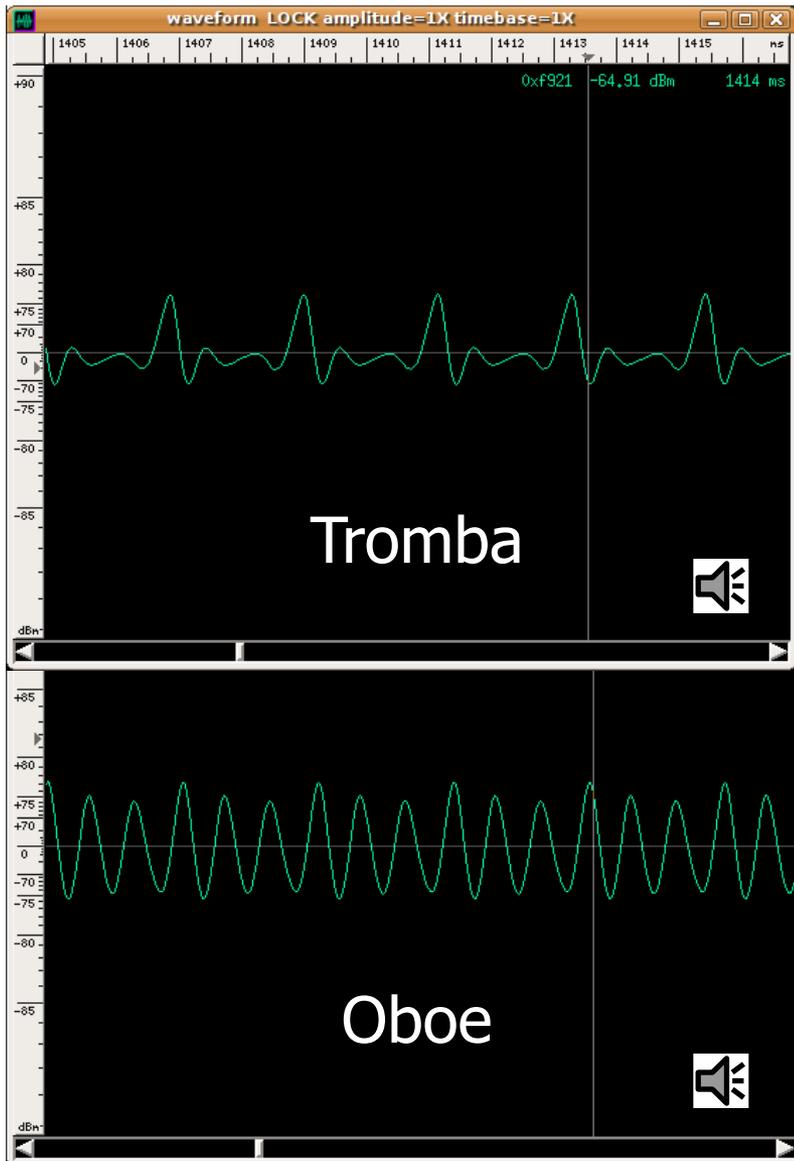
# Rappresentazione di **suoni**

Il suono è una vibrazione che si propaga in un mezzo elastico (p.es. l'aria)

Lo si può rappresentare come un'onda che descrive l'andamento della pressione sonora nel tempo

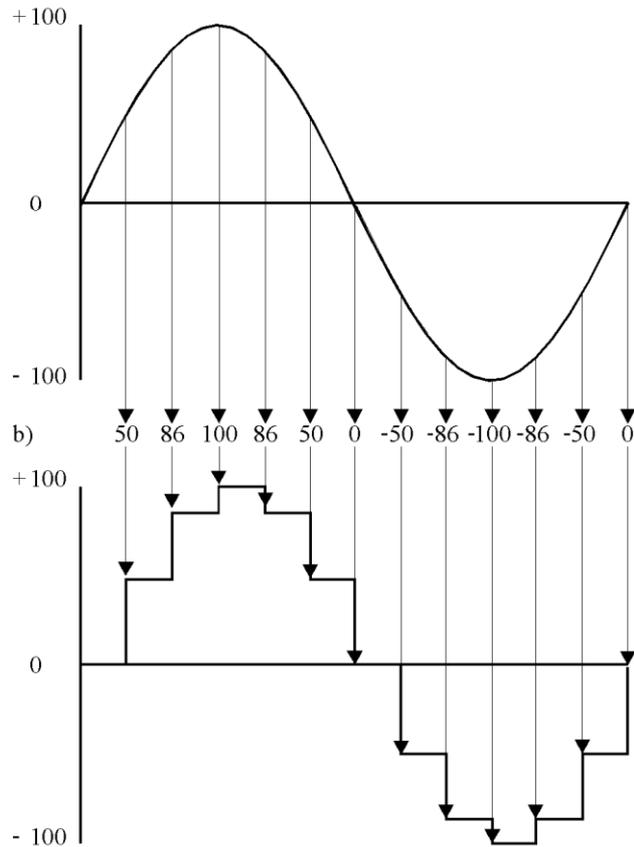


# Esempi di forme d'onda



# Campionamento del suono

a) Theoretical waveshape:



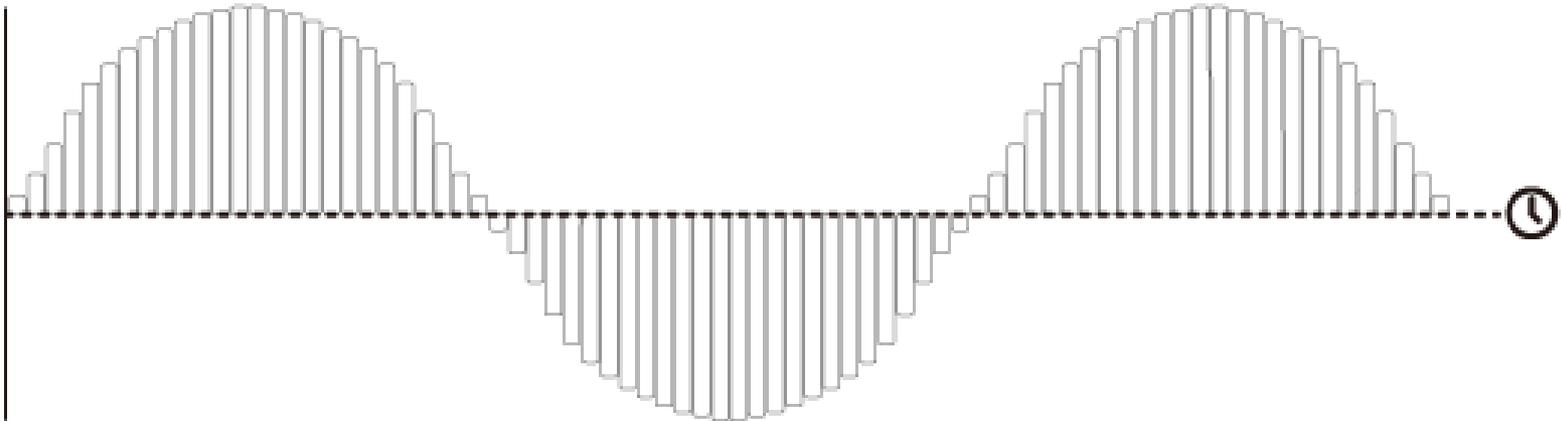
c) (Resultant voltage before smoothing)

La digitalizzazione del suono avviene come segue:

- L'onda sonora viene **campionata** ad intervalli regolari, ogni campione è un numero
- Il valore di ogni campione viene memorizzato
- La sequenza dei valori registrati permette di ricostruire la forma d'onda e quindi il suono originario

# Frequenza di campionamento

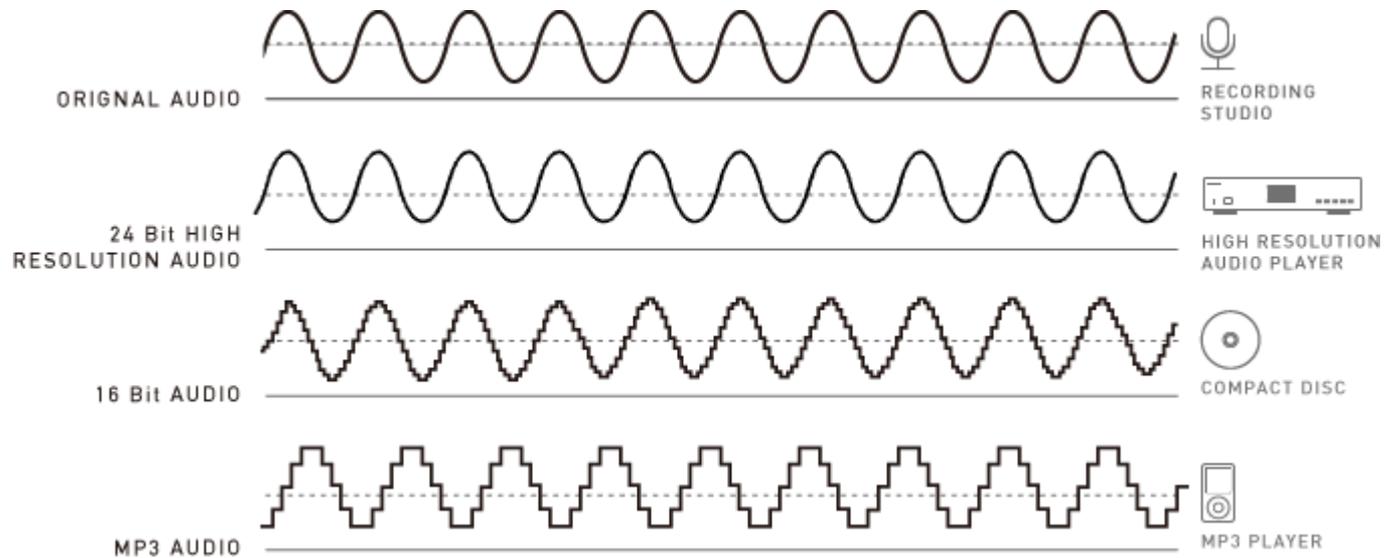
LA "FREQUENZA DI CAMPIONAMENTO" È IL NUMERO  
DI CAMPIONAMENTI PER SECONDO



Definita come il **numero di campionamenti per secondo**, si misura in Hertz (Hz)

Maggiore è la frequenza di campionamento, più la digitalizzazione produrrà un suono fedele all'originale

# Profondità (in bit)



Definita come il **numero di bit per campione**, si misura in bit.

Maggiore è la profondità, più la digitalizzazione produrrà un suono fedele all'originale

# Esempio - Il CD Audio

- Il suono registrato su un CD Audio è campionato a 44.1 kHz, cioè 44'100 volte al secondo
- Ogni campione è grande 16 bit (2 Byte)
- Due valori: Un campione per il canale sinistro ed uno per il destro (stereofonia)
- Ogni secondo di musica occupa quindi ...

$$2 \times 2 \times 44'100 = 176'400 \text{ Byte} \quad (\sim 170 \text{ kB/s})$$

$$(\sim 1.4 \text{ Mb/s})$$

- Un CD audio da 74 minuti quindi contiene ...

$$74 \times 60 \times 170 = 737'000 \text{ kB} \quad (\sim 720 \text{ MB})$$

# HRA High Resolution Audio

Utilizzato in campo professionale (p.es. negli studi di registrazione).

Fornisce una qualità audio superiore al CD.

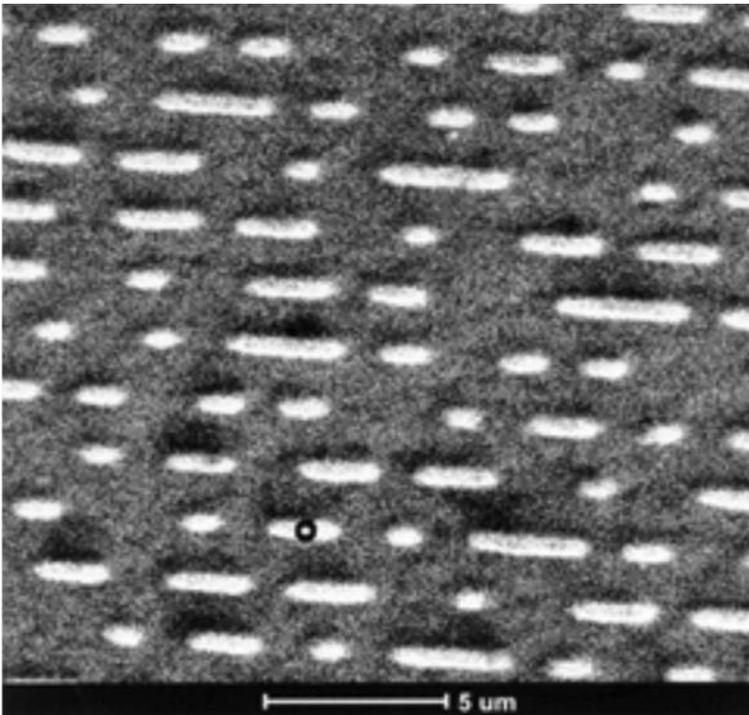
Caratterizzato da:

- Frequenze di campionamento  $> 44.1$  kHz  
(Valori tipici 96 kHz, 192 kHz)
- Profondità del singolo campione  $> 16$  bit  
(Valori tipici 24 bit, 48 bit)

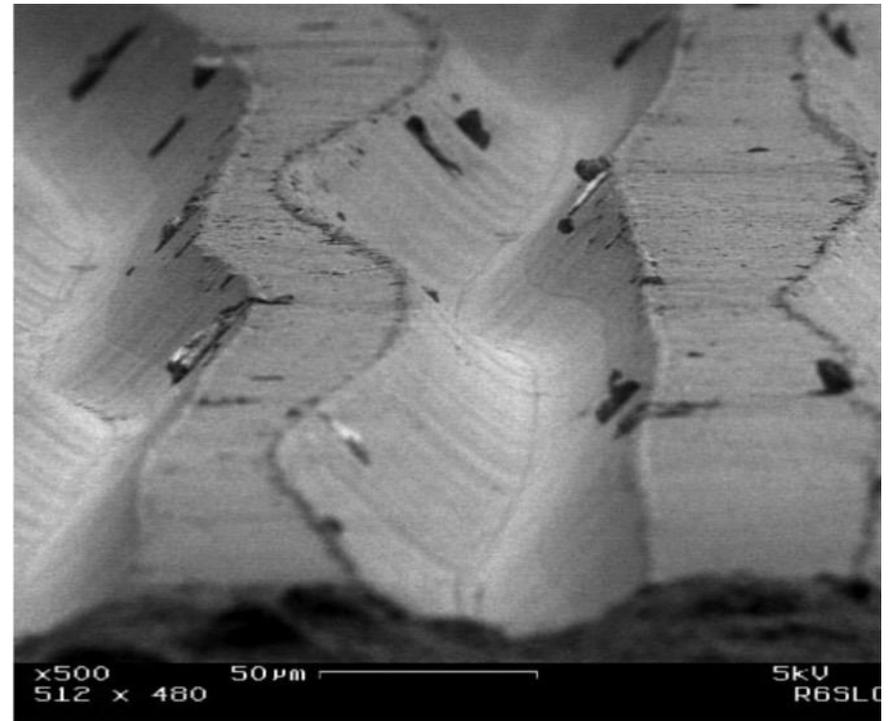
[Audio ad alta risoluzione \(Technics\)](#)

# CD ed LP a confronto

Immagini riprese al microscopio elettronico



Superficie di un CD



Superficie di un LP

(10 volte meno ingrandito!)

# Rappresentazione di **video**

Un video è costituito da:

- Una serie di **immagini** (tipicamente 25 al secondo)
- Una **colonna sonora**, costituita da 1 (mono), 2 (stereo) o più (5.1 surround ecc) canali audio

I formati video permettono di riprodurre **immagini** e **suono** mantenendoli in sincronia

La **risoluzione** dei video è quella già definita per le immagini, riferita ad un singolo fotogramma

Il numero di **fotogrammi al secondo** è rappresentato dal parametro **fps** (frames per second)

# Esempi di risoluzioni video

- TV tradizionale **SD:** 720 x 576
- TV alta definizione **HD:** 1280 x 720 (circa 0.9 Mp)
- TV Full-HD **FHD:** 1920 x 1080 ("2K", circa 2 Mp)
- TV Ultra-HD1 **UHD-1:** 3840 x 2160 ("4K", circa 8 Mp)
- TV Ultra-HD2 **UHD-2:** 7680 x 4320 ("8K", circa 33 Mp)
  
- **Cinema:**
  - 2K:** 2048 x 1080
  - 4K:** 4096 x 2160
  
- **Youtube:** il numero (240, 360, 480, 720, ecc) che identifica la risoluzione rappresenta il numero di righe dell'immagine (p.es.: 1080 = Full HD)

# Esempi di risoluzioni video

## Common Digital Cinema Formats

relative pixel dimension comparison at 2.39:1 aspect ratio  
(1080p and 720p formats letterboxed)



approximately 1/8 of actual pixel dimensions

# Frame rate più comuni

- **Cinema** (analogico)            **24** fps
- **PAL TV** (analogico)            **25** fps
- **NTSC TV** (analogico)        **30** fps
- **HDTV** (digitale)                **24, 25, 30, 50, 60, 72, 120** fps

Anche i comuni smartphone e videocamere digitali possono effettuare riprese a valori di qualche centinaio di fps per realizzare effetti di rallentamento (slow-motion)

Inoltre, vi sono in commercio speciali [cineprese digitali ad alta velocità](#) che possono effettuare riprese ad altissimi valori di fps (decine di migliaia!) per realizzare effetti di rallentamento ([slow-motion](#))

# Compressione video (1)

Consideriamo un video Full HD come quello che visualizziamo su un qualsiasi canale HD del digitale terrestre. Esso ha le seguenti caratteristiche:

- Risoluzione: 1920 x 1080 pixel (circa **2 Mp**)
- Profondità di colore: 24 bit/pixel (**3B/p**)
- Frame rate: **25 fps**

Questo determinerebbe un flusso dati di

$$\mathbf{2\ Mp \times 3B \times 25\ fps = 150\ MB/s \text{ (ossia } \mathbf{1.2\ Gb/s})}$$

In realtà, un canale televisivo Full HD ha un bit rate tipico di circa **20 Mb/s** ossia circa 1/60 di quanto abbiamo appena calcolato!

Com'è possibile?

# Compressione video (2)

Per evitare di dover memorizzare/trasmettere enormi quantità di dati, i formati video prevedono sofisticati meccanismi di **compressione**.

In estrema sintesi, i meccanismi di compressione video combinano due tecniche:

- **Intraframe:** ogni fotogramma viene compresso individualmente (come una qualsiasi immagine fissa)
- **Interframe:** vengono memorizzate solo le differenze fra fotogrammi adiacenti (spesso minime)

Queste due tecniche, combinate fra loro, permettono di raggiungere fattori di compressione tipici dell'ordine di 30-50:1 (mpeg-2) o addirittura 60-100:1 (mpeg-4)

# Esempi di formati video

- **.avi** ([AVI](#), Audio Video Interleaved, Microsoft)
- **.mov** ([QTFF](#), Quick Time File Format, Apple)
- **.mpg, .mp2, .mp4** ([MPEG](#), Moving Pictures Expert Group)
- **.mkv** ([Matroska](#), Open and free standard)
- **.mts, m2ts** ([AVCHD](#), Advanced Video Codec High Definition, Sony, Panasonic e altri)

N.B.: Tutti questi formati sono incompatibili fra di loro e quindi richiedono programmi specifici per essere creati, modificati, riprodotti

# Fine del modulo

