# Programma del corso

- *Introduzione agli algoritmi*
- ***Rappresentazione delle Informazioni***
- *Architettura del calcolatore*
- *Reti di Calcolatori (Reti Locali, Internet)*
- *Elementi di Programmazione*

# Codifica dell’informazione

- Il calcolatore memorizza ed elabora vari tipi di informazioni
  - Numeri, testi, immagini, suoni
- Occorre rappresentare tale informazione in formato facilmente manipolabile dall’elaboratore

# Rappresentazione delle informazioni

## Idea di fondo

- usare presenza/assenza di carica elettrica
- usare passaggio/non passaggio di corrente

Usiamo cioè una rappresentazione binaria (a due valori) dell'informazione

L'unità minimale di rappresentazione è il **BIT** (**BI**nary digi**T** – cifra digitale): **0** o **1**

# Informazioni complesse

Con 1 bit rappresentiamo solo 2 diverse informazioni:

**si/no - on/off - 0/1**

Mettendo insieme più bit possiamo rappresentare più informazioni:

**00 / 01 / 10 / 11**

**Informazioni complesse si memorizzano come sequenze di bit**

# Informazioni complesse

- Per codificare i nomi delle 4 stagioni bastano 2 bit

- Ad esempio:
  - **0 0** per rappresentare **Inverno**
  - **0 1** per rappresentare **Primavera**
  - **1 0** per rappresentare **Estate**
  - **1 1** per rappresentare **Autunno**

- Quanti bit per codificare i nomi dei giorni della settimana?

# Informazioni complesse

In generale, con **N** bit, ognuno dei quali può assumere **2** valori, possiamo rappresentare $2^N$ informazioni diverse (**tutte le possibili combinazioni di 0 e 1 su N posizioni**)

viceversa

Per rappresentare **M** informazioni dobbiamo usare **N** bit, in modo che $2^N >= M$

# Esempio

Per rappresentare **57** informazioni diverse:

**5** bit non bastano, poiché $\mathbf{2^5 = 32 < 57}$

**6** bit invece bastano: $\mathbf{2^6 = 64 > 57}$

Cioè un gruppo di 6 bit può assumere
64 configurazioni diverse:
000000 / 000001 / 000010 …/ 111110 / 111111

# Il Byte

- Una sequenza di **8 bit** viene chiamata ***Byte***
  - 0 0 0 0 0 0 0 0
  - 0 0 0 0 0 0 0 1
  - .....

**byte = 8 bit = $2^8$ = 256 informazioni diverse**

Usato come unità di misura per indicare

- le dimensioni della memoria
- la velocità di trasmissione

Usando sequenze di byte (e quindi di bit) si possono rappresentare caratteri, numeri immagini, suoni.

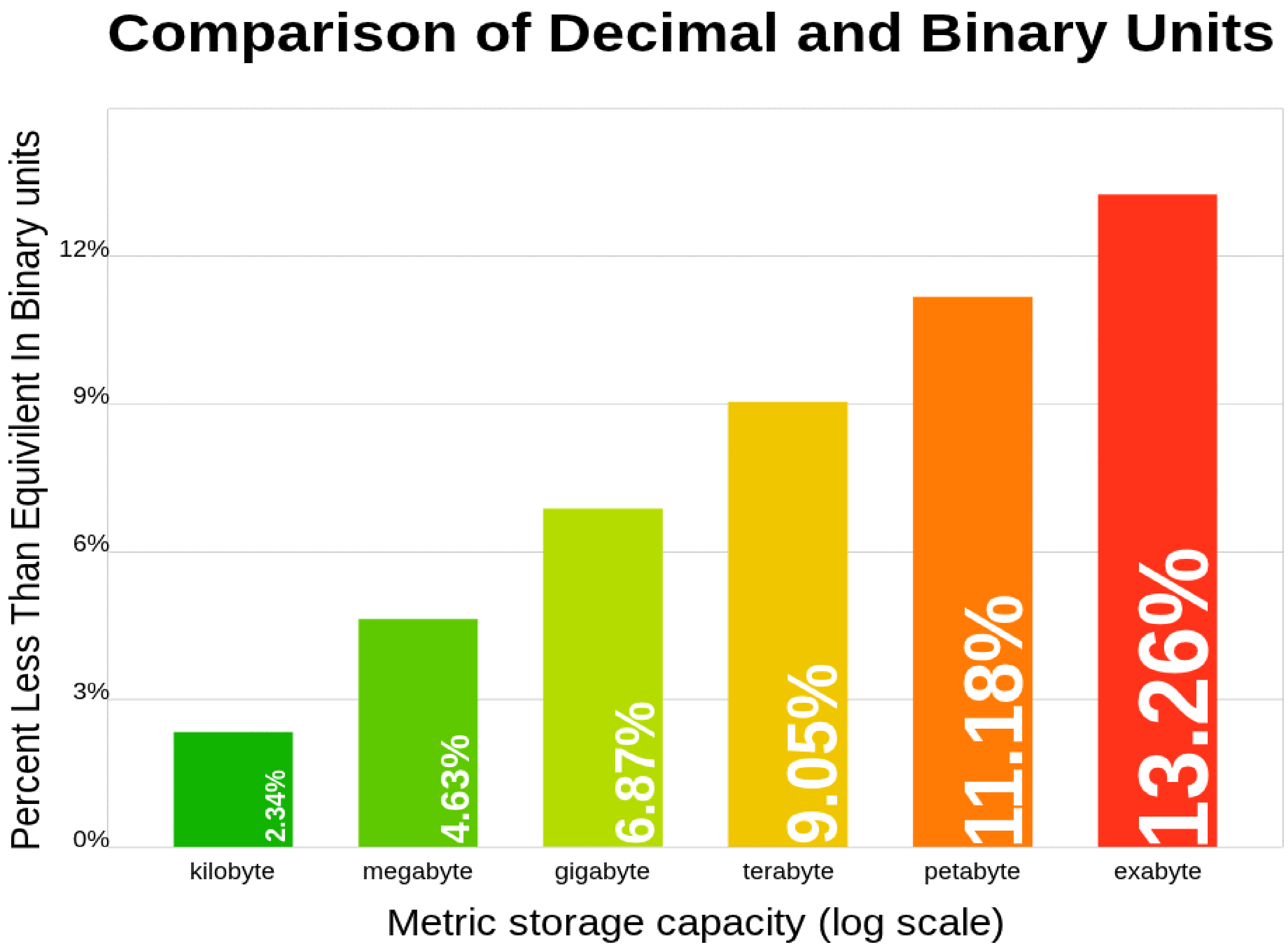
# Altre unità di misura

- KiloByte (**KB**), MegaByte (**MB**), GigaByte (**GB**)
- Per ragioni storiche in informatica Kilo, Mega, e Giga indicano però le ***potenze di 2*** che più si avvicinano alle corrispondenti potenze di 10
- Sistema SI: 1 Kilobyte = 1000 byte
- Sistema IEC: 1 "Kilo"byte (detto *Kibibyte* = 1024 byte)

- Più precisamente (sistema IEC)
  - 1 KiB = 1024 x 1 byte = $2^{10} \sim 10^{3}$ byte
  - 1 MiB = 1024 x 1 KiB = $2^{20} \sim 10^{6}$ byte
  - 1 GiB = 1024 x 1 MiB = $2^{30} \sim 10^{9}$ byte

- Normalmente il sistema IEC è usato come unità di misura per la capacità della memoria di un elaboratore.
- Normalmente il sistema SI è usato come unità di misura per le capacità degli hard disk (purtroppo non da tanti sistemi operativi).

# Discrepanza SI/IEC



# Il sistema decimale

- 10 cifre di base: 0, 1, 2, ..., 9
- **Notazione posizionale:** la posizione di una cifra in un numero indica il suo **peso** in potenze di **10.** I pesi sono:
  - unità = $10^0 = 1$ (posiz. 0-esima)
  - decine = $10^1 = 10$ (posiz. 1-esima)
  - centinaia = $10^2 = 100$ (posiz. 2-esima)
  - migliaia = $10^3 = 1000$ (posiz. 3-esima)
  - ... .. .. .. .. .. ...

# Esempio: numero rappresentato in notazione decimale

Il **numerale** 2304 in notazione decimale (o in base 10) rappresenta la quantità:

$$2304_{10} = 2*10^3 + 3*10^2 + 0*10^1 + 4*10^0 =$$

$$2000 + 300 + 0 + 4 = 2304_{10}$$ (**numero**)

Nota: la notazione del numero e il numerale qui coincidono, perché il sistema decimale e quello adottato come sistema di riferimento.

# Il sistema binario

- 2 Cifre di base: 0 e 1.
- **Notazione posizionale:** la posizione di una cifra in un numero binario indica il suo **peso** in potenze di **2.** I pesi sono:
  - $2^0 = 1$ (posiz. 0-esima)
  - $2^1 = 2$ (posiz. 1-esima)
  - $2^2 = 4$ (posiz. 2-esima)
  - $2^3=8$; $2^4=16$; $2^5=32$; $2^6=64$; $2^7=128$; $2^8=256$; $2^9=512$; $2^{10} = 1024$; $2^{11}=2048$, $2^{12}=4096$;...

# Esempio di numero rappresentato in notazione binaria

Il **numerale** 10100101 in notazione binaria (o in base 2) rappresenta la quantità:

$$10100101_2 =$$

$$1*2^7+0*2^6+1*2^5+0*2^4+0*2^3+1*2^2+0*2^1+1*2^0 =$$

$$128 + 0 + 32 + 0 + 0 + 4 + 0 + 1 =$$

$165_{10}$ (**numero**)

# Il numero più grande rappresentato con N cifre

- Sist. Decimale = $99...99_{10}$ = $(10^N - 1)_{10}$
- Sist. Binario= $11..11_2$ = $(2^N - 1)_{10}$
- **Esempio**: $11111111_2$ (8 bit binari) = $(2^8 -1)_{10}$ = $255_{10}$.

  Per rappresentare il numero $256_{10}$ ci vuole un bit in più:

  $100000000_2$ = $(1*2^8)_{10}$ = $256_{10}$.

# Quindi...

Fissate quante cifre (bit) sono usate per rappresentare i numeri, si fissa anche il numero più grande che si può rappresentare:

- con 16 bit: $(2^{16} - 1)_{10} = 65\ 535_{10}$
- con 32 bit: $(2^{32} - 1)_{10} = 4\ 294\ 967\ 295_{10}$
- con 64 bit: $(2^{64} - 1)_{10}$ = circa $(1{,}84 * 10^{19})_{10}$

# Conversione da base 2 a base 10

Basta moltiplicare ogni bit per il suo peso e sommare il tutto:

**Esempio:**

$$10100_2 =$$

$$(1*2^4 + 0*2^3 + 1*2^2 + 0*2^1 + 0*2^0)_{10} =$$

$$(16 + 4)_{10} = 20_{10}$$

la conversione e' una **somma di potenze**

(N.B. se il numero binario termina per 1 e' dispari altrimenti e' pari).

# Conversione da base 10 a base 2

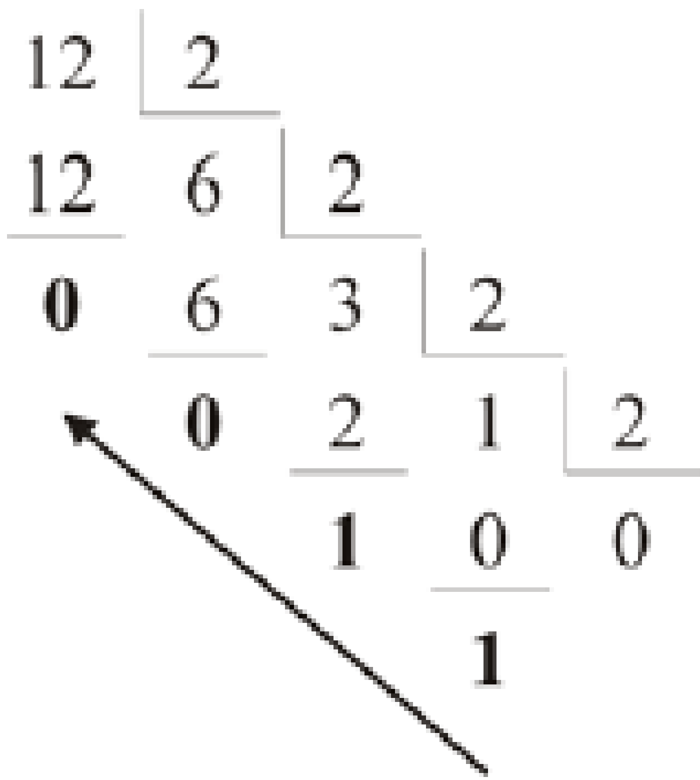
- Dividere il numero per 2 ripetutamente finche` il risultato non e` 0
- Scrivere i resti in ordine inverso.

Esempio: conversione del numero $12_{10}$

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Divisioni: | 12/2=6; | 6/2=3; | 3/2=1; | 1/2=0 |
| Resti: | 0 | 0 | 1 | 1 |

$$12_{10} = 1100_2$$

# Conversione da base 10 a base 2



# Esistono anche altre basi di numerazione

- **CODICE OTTALE (base 8)**
  - cifre: 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7
  - $10_8 = (1*8^1+0*8^0) = 8_{10}$; $11_8 = 9_{10}$; $21_8 = 17_{10}$
- **CODICE ESADECIMALE (base 16)**
  - cifre: 0,1,2,3,4,5,6,7,8,9,A,B,C,D,E,F
  - $10_{16} = 16_{10}$; $B_{16} = 11_{10}$;

    $2B_{16} = (2*16^1+B*16^0)_{10} = (32+11)_{10} = 43_{10}$

# Rappresentazione di numeri positivi e negativi

Fino ad adesso abbiamo rappresentato solo numeri positivi! Per rappresentare anche numeri negativi, ci sono metodi vari:

- Segno e grandezza
- Complemento a 2

# Rappresentazione di numeri positivi e negativi: Segno e grandezza

- Il bit più a sinistra rappresenta il segno del numero:

  0 $\rightarrow$ '+'  1 $\rightarrow$ '-'

  $$1101_{SG} = -5_{10}$$

- E' indispensabile indicare il numero **N** di bit utilizzati:
  - **1** bit per il segno e **N-1** bit per il valore assoluto
- Con un byte possiamo rappresentare tutti i numeri compresi tra

  $+127_{10}$ $(01111111_2)$ e $-127_{10}$ $(11111111_2)$

  - In generale con **N** bit si rappresentano i valori da

  $\mathbf{(-2^{N-1} - 1)_{10}}$ **a** $\mathbf{(+2^{N-1} - 1)_{10}}$

# Segno e grandezza: Vantaggi e svantaggi

Vantaggi:

- Conversione semplice

Svantaggi:

- Due valori per 0
- Addizione non “automatica”
- Numeri negativi “più grandi” di numeri positivi

# Rappresentazione di numeri positivi e negativi: Complemento a 2

- Se $N$ sono i bit a disposizione e $x$ il numero (positivo o negativo, tra $-(2^{N-1})$ e $+(2^{N-1} - 1)$) da rappresentare, si utilizza il valore binario pari a

$$2^N + x$$

scartando un eventuale N+1-esimo bit.

Esempio con 4 bit

da scartare

$$+7_{10} \Rightarrow (2^4 + 7)_{10} = (16 + 7)_{10} = 23_{10} = \underline{\mathbf{1}}0111_2 \Rightarrow 0111$$

$$-7_{10} \Rightarrow (2^4 - 7)_{10} = (16 - 7)_{10} = 9_{10} = 1001_2 \Rightarrow 1001$$

# Rappresentazione di numeri positivi e negativi: Complemento a 2

- In alternativa, per i numeri negativi si eseguono i seguenti passi:
  - Si rappresenta in binario il corrispondente numero positivo
  - Si invertono tutti i bit
  - Si aggiunge 1

Esempio con 4 bit:

Inversione dei bit

$$-7 \Rightarrow +7_{10} = 0111_2 \Rightarrow (1000+1)_2 = 1001_2$$

## Rappresentazione di numeri positivi e negativi: Complemento a 2

- Ancora un'altro metodo:
  - Si rappresenta in binario il corrispondente numero positivo
  - Da destra, si copia tutte le 0 e il primo 1
  - Dopo il primo 1 si invertono tutti i bit

Esempio con 4 bit:

$-6 \Rightarrow +6_{10} = 0110_2 \Rightarrow 0110 \Rightarrow 1010$

# Dal Complemento a 2 al Decimale

Moltiplicare ogni bit per il suo peso posizionale, il bit più a sinistra anche con -1, sommare il tutto:

**Esempi con complemento a due a 4 Bit:**

$$0111_{C2} = (0*(-1)*2^3 + 1*2^2 + 1*2^1 + 1*2^0)_{10} = (4 + 2 + 1)_{10} = +7_{10}$$

$$1001_{C2} = (1*(-1)*2^3 + 0*2^2 + 0*2^1 + 1*2^0)_{10} = (-8 + 1)_{10} = -7_{10}$$

# Addizione di Numeri al Complemento di 2

- Tramite l'addizione normale a base di 2!
- Con N bit, eventuali N+1-esimi bit nel risultati sono scartati
- Il segno viene determinato “automaticamente”.
- Esempio: 15 + –5 (utilizzando 8 bit)

```
 1 1 1 1 1   1 1 1      (riporto)
  0000 1111      ⇨ 15₁₀
  1111 1011      ⇨ -5₁₀
 ===========
1 0000 1010      ⇨ 0000 1010 ⇨ 10₁₀
```

8+1-esimo bit viene scartato

# Complemento a due: Vantaggi e svantaggi

Vantaggi:

- Addizione “automatica”
- Un solo valore per 0
- Ordine dei numeri mantenuto

Svantaggi:

- Conversione leggermente più complicata