

Rappresentazione dell'informazione

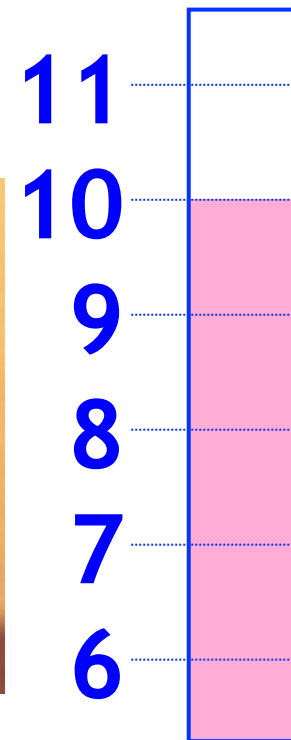
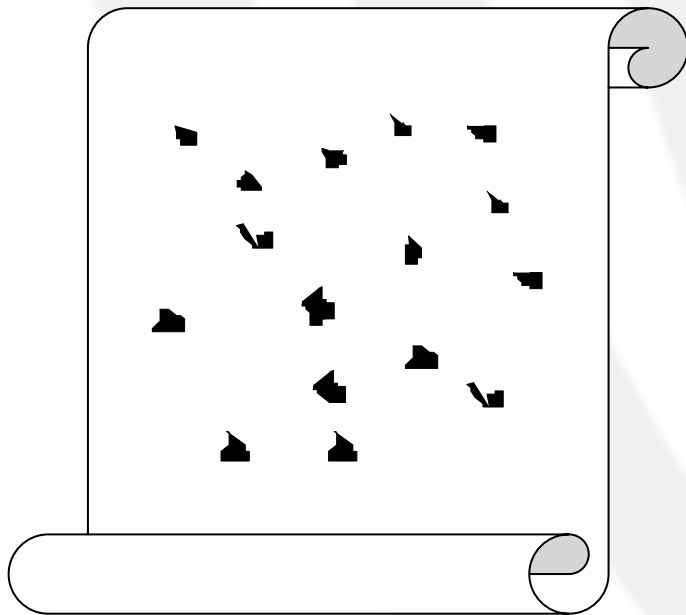
Rappresentare l'informazione

- Per elaborare l'informazione è necessario saperla rappresentare in una forma comprensibile per l'esecutore
- Bisogna stabilire un **codice** che associa a ogni entità di informazione che si desidera rappresentare una configurazione del **supporto** su cui l'informazione è trasmessa

Codice e supporto

- **Codice**
 - E' una regola che a ogni entità di informazione associa una configurazione del supporto su cui l'informazione viene trasmessa
- **Supporto**
 - Mezzo che può assumere almeno due configurazioni diverse

Codice e supporto: esempi



Perché usare un codice?

- Permette l'elaborazione e la memorizzazione di entità non gestibili nella loro forma originale
 - i sistemi di numerazione sono codici
- Permette l'interpretazione dei simboli
 - un dizionario di lingua italiana è un codice
- Aggiunge proprietà ad un sistema di simboli
 - comprimere la lunghezza delle stringhe
 - aumentare l'affidabilità di trasmissione

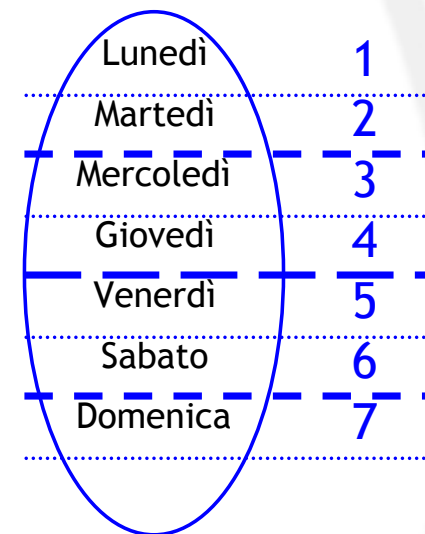
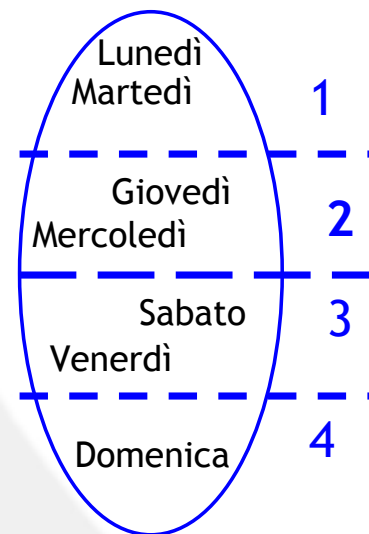
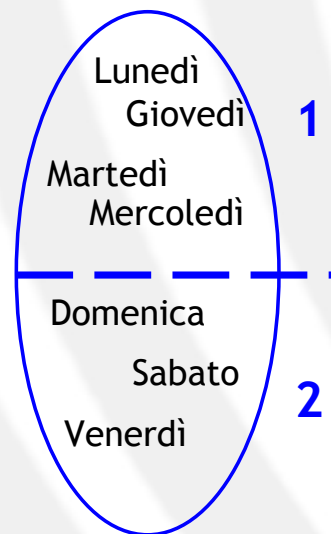
Che codice usa il calcolatore?

- Il calcolatore è in grado di distinguere solo due tipi di informazione:
 - *sta passando corrente / non sta passando corrente*
- Il calcolatore usa dispositivi che possono trovarsi in due soli stati
 - *acceso / spento*
- Quindi gli bastano due numeri (0,1) per rappresentare le uniche due entità di informazione che conosce
 - Il calcolatore usa un *codice numerico binario*

Codifica numerica

- Ad ogni entità di informazione può essere associato un numero (codice numerico)
 - Molte informazioni sono quantitative, e quindi rappresentabili in forma numerica
 - Le informazioni qualitative possono essere comunque associate a numeri tramite un opportuno codice

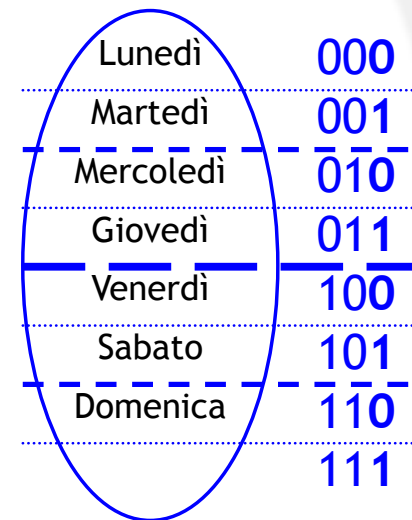
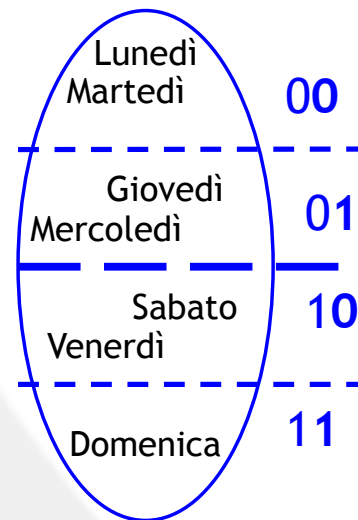
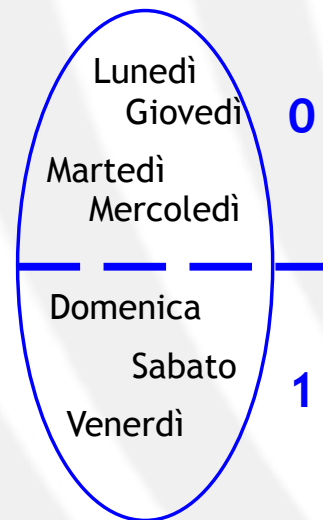
Codifica numerica: esempio



La codifica binaria

- Si usano solo i simboli 0 e 1 (binary digit = **bit**) concatenati in sequenze chiamate stringhe binarie
- Quanti bit mi servono per contare N oggetti:
 - $N \leq 2^k \Rightarrow k \geq \log_2 N \Rightarrow k = \lceil \log_2 N \rceil$ (intero superiore)
- Quanti oggetti posso contare con k bit:
 - 1 bit \Rightarrow 2 stati (0, 1) \Rightarrow 2 oggetti (e.g. Vero/Falso)
 - 2 bit \Rightarrow 4 stati (00, 01, 10, 11) \Rightarrow 4 oggetti
 - 3 bit \Rightarrow 8 stati (000, 001, ..., 111) \Rightarrow 8 oggetti
 - ...
 - k bit $\Rightarrow 2^k$ stati $\Rightarrow 2^k$ oggetti

Codifica binaria: esempio



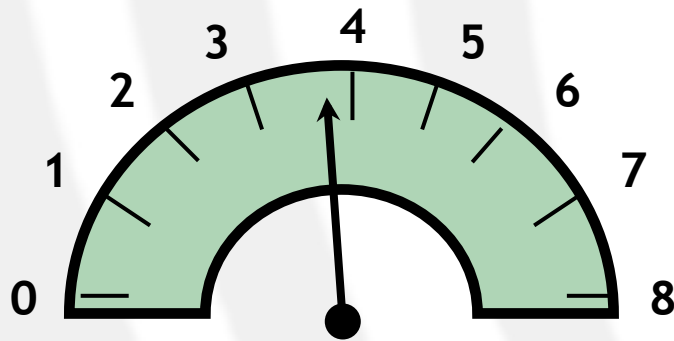
bit, Byte, KiloByte, MegaByte, ...

- bit = solo due stati, “0” oppure “1”
- Byte = 8 bit, quindi $2^8 = 256$ stati
- KiloByte [KB] = 2^{10} Byte = 1024 Byte $\sim 10^3$ Byte
- MegaByte [MB] = 2^{20} Byte = 1'048'576 Byte $\sim 10^6$ Byte
- GigaByte [GB] = 2^{30} Byte $\sim 10^9$ Byte
- TeraByte [TB] = 2^{40} Byte $\sim 10^{12}$ Byte
- PetaByte [PB] = 2^{50} Byte $\sim 10^{15}$ Byte
- ExaByte [EB] = 2^{60} Byte $\sim 10^{18}$ Byte

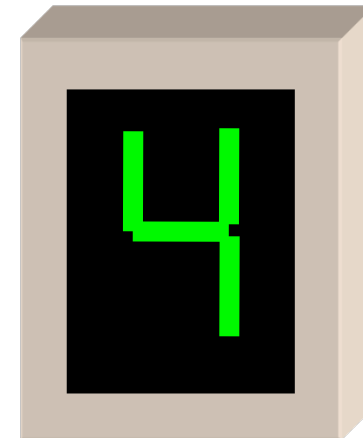
Riassumendo...

- Il calcolatore distingue solo 0 e 1
- Concatenando 0 e 1 posso rappresentare qualunque numero decimale
- Ad ogni numero posso associare un'entità di informazione diversa
- Qualunque informazione deve essere ***digitalizzata*** per potere essere rappresentata nel calcolatore

Analogico e digitale



Meta-informazione esplicita nel supporto:
il supporto ha una struttura corrispondente a quella presente tra entità di informazione.

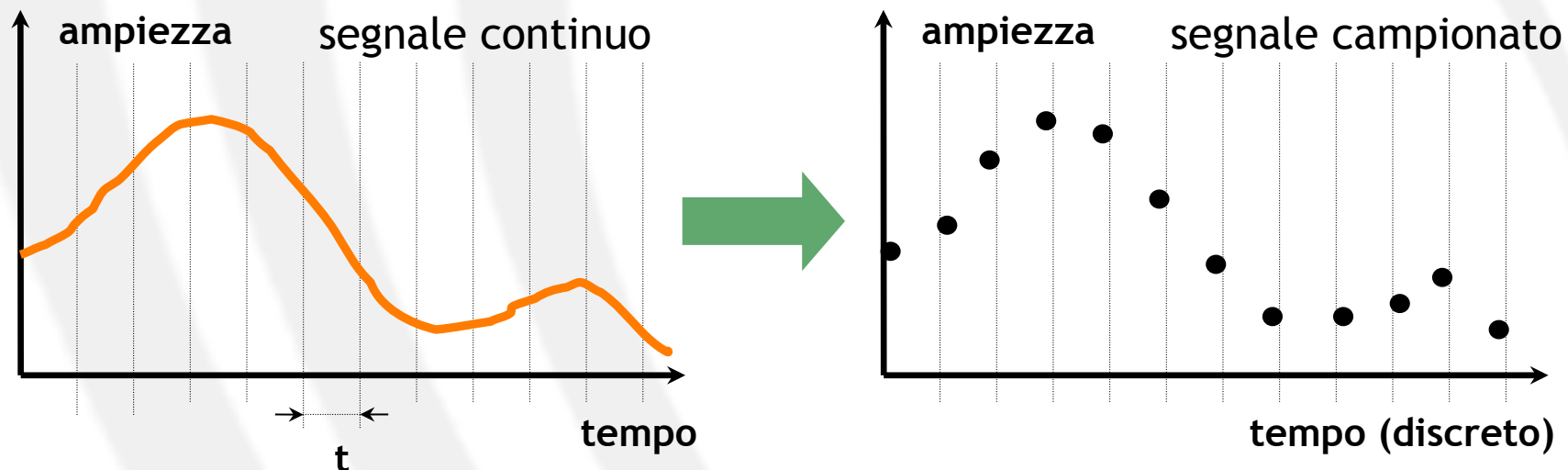


Meta-informazione implicita nella codifica:
al supporto si richiede solo di avere configurazioni molteplici e distinguibili.

Campionamento e quantizzazione

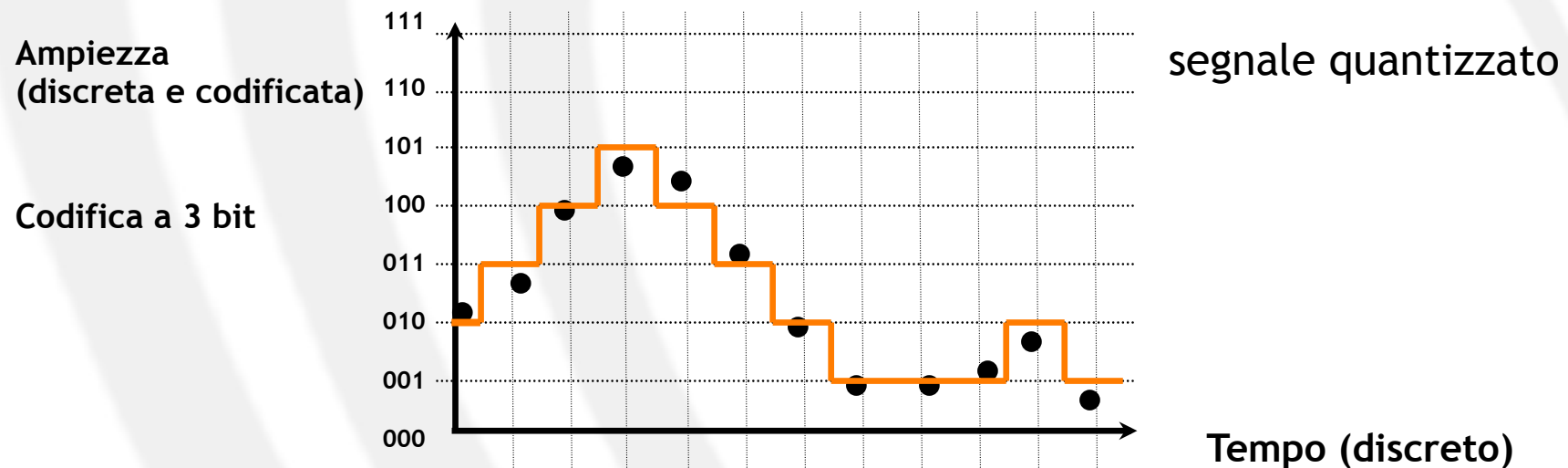
- Gli elaboratori elettronici hanno natura discreta, ovvero ogni grandezza in gioco può essere rappresentata soltanto da un numero finito di elementi
- Per essere elaborati da un calcolatore, segnali intrinsecamente continui quali suoni, immagini, video ecc., devono essere discretizzati (digitalizzati) attraverso operazioni di ***campionamento e quantizzazione***

Campionamento



- Il segnale continuo viene campionato ad intervalli di tempo regolari t (t = intervallo di campionamento).
- Il segnale risultante è un insieme finito di punti equidistanti nel tempo. Tuttavia le ampiezze devono essere ancora approssimate ad intervalli discreti, ovvero quantizzate.
- Si noti che campionamento e quantizzazione comportano una perdita di informazione.

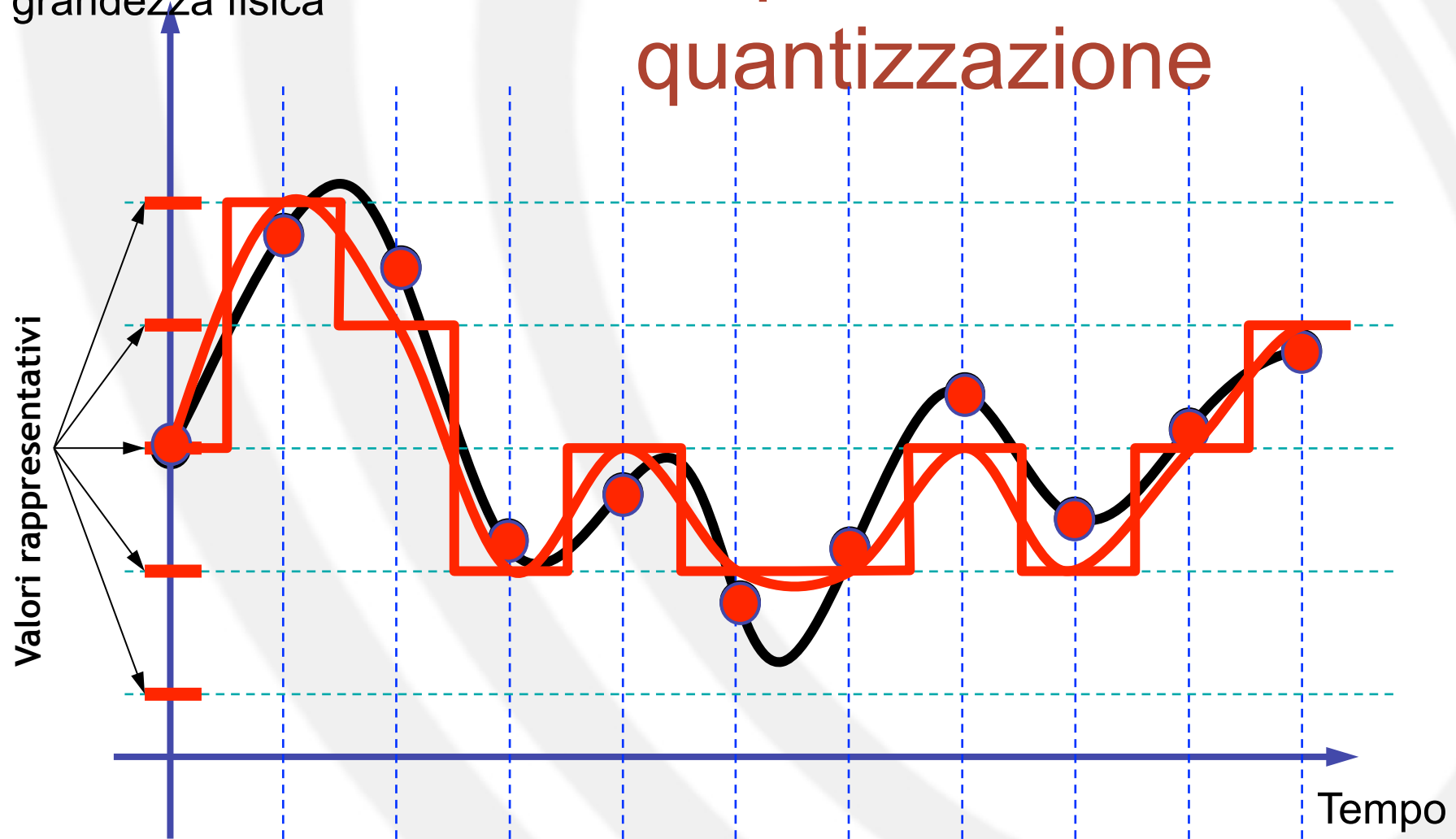
Quantizzazione



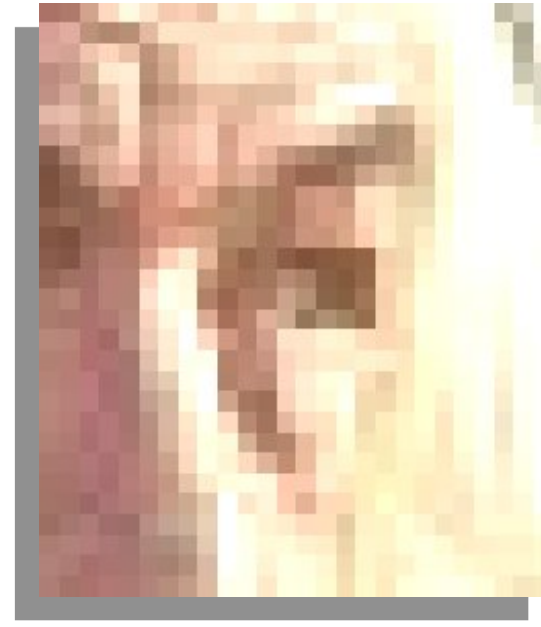
- La quantizzazione suddivide l'ampiezza in n intervalli uguali che vengono poi codificati in binario. Ogni valore di ampiezza del segnale campionato viene approssimato al più vicino valore discreto di ampiezza.
- Più valori (e quindi più bit) si utilizzano per suddividere le ampiezze, più il segnale risultante sarà preciso.

Ampiezza della
grandezza fisica

Campionamento e quantizzazione



Le immagini digitali



Le immagini digitali non hanno una struttura continua ma sono costituite da un numero finito di componenti monocromatiche (pixel) prodotte dal campionamento dell'immagine reale. I pixel assumono un numero finito di tonalità definite dalla quantizzazione dell'immagine campionata.

Il successo del digitale

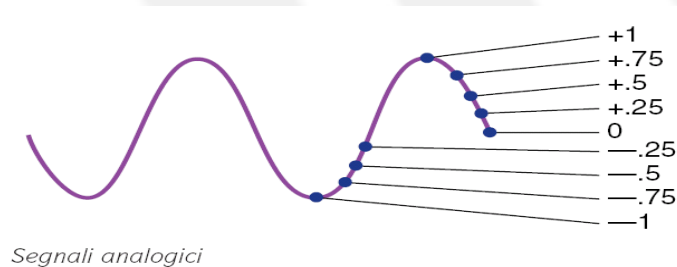
- Rumore: effetto dell'ambiente sul supporto.
- Quanto un supporto è "immune" al rumore?
 - Codifica analogica: ogni configurazione è lecita dal punto di vista informativo e quindi risulta impossibile distinguere il rumore dal segnale.
 - Codifica digitale: un valore binario è associato a un insieme di configurazioni valide quindi si può
 - riconoscere il rumore che porta in configurazioni non lecite
 - trascurare il rumore che non fa uscire il segnale dall'insieme associato alla stessa configurazione



Riassumendo...

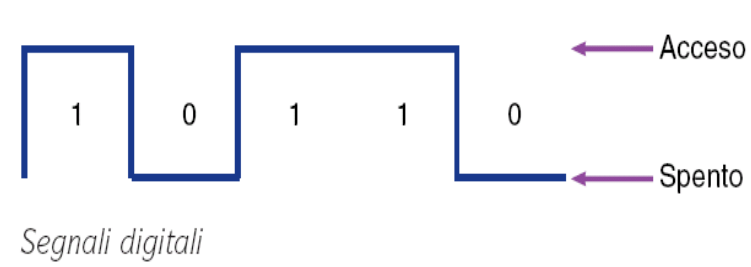
- Segnale analogico

- come un'onda che trasporta informazioni, massimi, minimi e tutti i valori intermedi
- i segnali analogici sono molto sensibili alle interferenze



- Segnale digitale

- assume solo due stati: acceso/spento, sì/no, vero/falso
- il segnale digitale è più facile da distinguere, quindi risente meno delle interferenze



I sistemi di numerazione

- Le informazioni numeriche possono essere elaborate attraverso l'applicazione di operazioni.
- Un sistema di numerazione è una struttura matematica che permette di rappresentare i numeri attraverso dei simboli.

Numerazione non posizionale

- Il significato dei simboli non dipende dalla loro posizione
- E' stabilito in base ad una legge additiva dei valori dei singoli simboli (se posti in ordine crescente)

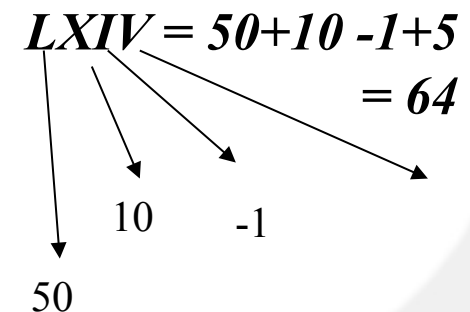
- Esempio:
 - il sistema di numerazione romano

$$I = 1$$

$$V = 5$$

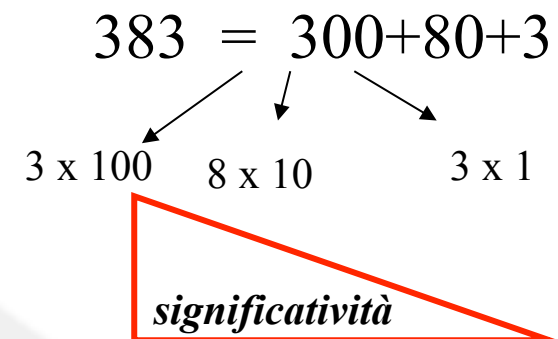
$$X = 10$$

$$L = 50$$

$$\begin{array}{l}
 \text{LXIV} = 50 + 10 - 1 + 5 \\
 \qquad \qquad \qquad = 64
 \end{array}$$


Numerazione posizionale

- Ai diversi simboli dell'alfabeto (cifre), viene associato un valore crescente in modo lineare da destra verso sinistra
- il significato di un simbolo (il suo valore) dipende ordinatamente dalla sua posizione nella stringa
- Esempio:
 - il sistema di numerazione decimale arabo:
10 simboli (0, 1, 2, ...9)

$$383 = 300 + 80 + 3$$


3×100 8×10 3×1

significatività

Sistemi di numerazione non posizionali

- Un simbolo rappresenta un numero.
- Il numero rappresentato da una stringa di simboli si ottiene attraverso regole operazionali applicate ai simboli della stringa
 - Esempio (numeri romani): LXXIV rappresenta $50+10+10-1+5 = 74$
- Difficile effettuare operazioni
- Rappresentazione non compatta

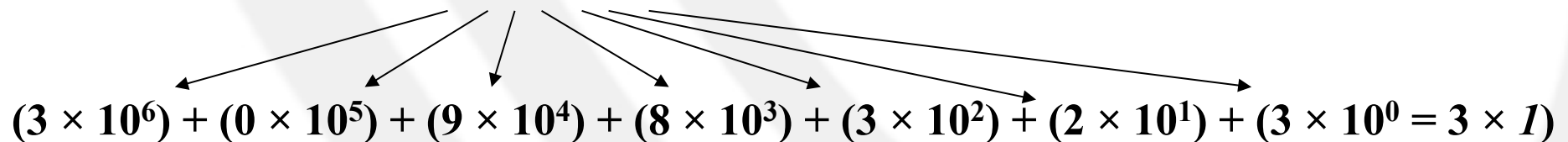
Sistemi di numerazione posizionali

- Dato un alfabeto ordinato di b simboli distinti (c_1, c_2, \dots, c_b) che rappresentano rispettivamente i naturali $0, 1, 2, \dots, b-1$ si rappresenta ogni altro numero x maggiore di $b-1$ mediante una stringa di simboli dell'alfabeto
- b è la base del sistema di numerazione
 - numero di simboli dell'alfabeto richiesti per rappresentare la serie infinita dei numeri

Valore della posizione

- La posizione di un simbolo all'interno di un numero indica il valore che esso esprime, o più precisamente l'esponente che bisogna dare alla base per ottenere il valore corretto.
- Il valore (o la quantità) di 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 e 9 dipende dalla posizione che ciascuno di essi assume all'interno del numero:
- la prima cifra a destra rappresenta le unità (il coefficiente di 10^0), la seconda le decine (10^1), la terza le centinaia (10^2), e così via.

Il numero **3.098.323** è una rappresentazione abbreviata di



$$(3 \times 10^6) + (0 \times 10^5) + (9 \times 10^4) + (8 \times 10^3) + (3 \times 10^2) + (2 \times 10^1) + (3 \times 10^0 = 3 \times 1)$$

Il primo 3 (leggendo da destra a sinistra) rappresenta 3 unità; il secondo 3, sta per 300 unità, o 3 centinaia; infine il terzo 3, per 3 milioni di unità.

Il sistema di numerazione decimale

- È il sistema più conosciuto dall'uomo.
- La base b è pari a 10.
- I simboli utilizzati sono 0,1,2,...,9 dal significato ovvio
 - Esempio: la stringa 2349 rappresenta il numero $2 \cdot 10^3 + 3 \cdot 10^2 + 4 \cdot 10^1 + 9 \cdot 10^0$.
- I numeri decimali sono facilmente intelligibili.

Il sistema di numerazione binario

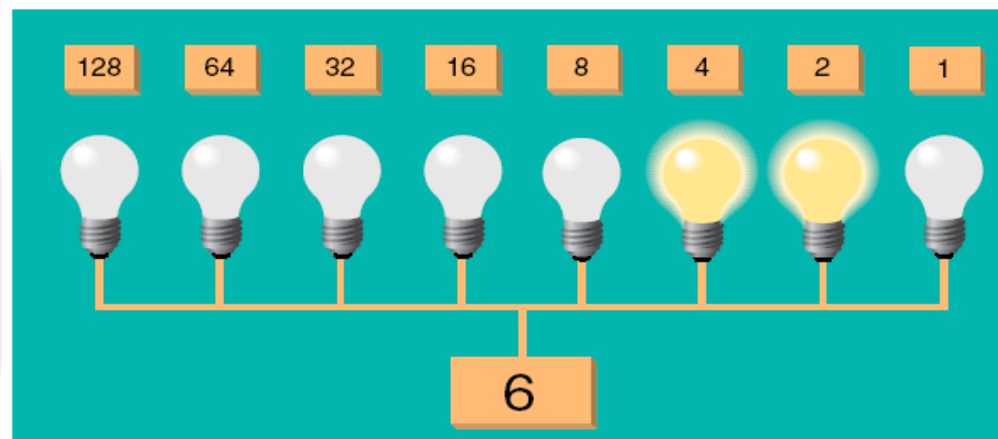
- È il sistema maggiormente utilizzato dai sistemi di elaborazione.
- La base b è pari a 2.
- I simboli utilizzati sono 0 e 1, rappresentanti lo zero e l'uno.
 - Esempio: la stringa binaria 10010 rappresenta il numero $1*2^4+0*2^3+0*2^2+1*2^1+0*2^0$ (=18 in decimale).
- È scarsamente leggibile, specie quando le stringhe sono molto lunghe.

Conversioni

- Da binario a decimale
 - Basta scrivere il numero secondo la notazione posizionale utilizzando già il sistema decimale
- Da decimale a binario
 - Basta dividere ripetutamente il numero decimale per 2, tenere il resto della divisione, dividere il quoziente per 2, tenere il resto della divisione, etc... fino ad arrivare ad avere 0 come quoziente

Da binario a decimale: esempio

- Il numero binario 00000110 corrisponde al valore decimale 6
- $0 \times 2^7 + 0 \times 2^6 + 0 \times 2^5 + 0 \times 2^4 + 0 \times 2^3 + 1 \times 2^2 + 1 \times 2^1 + 0 \times 2^0 =$
 $= 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 4 + 2 + 0 = 6$



I bit che danno come somma 6

Da decimale a binario: esempio

(cifra binaria meno significativa)

18 : 2 = 9	resto 0
9 : 2 = 4	resto 1
4 : 2 = 2	resto 0
2 : 2 = 1	resto 0
1 : 2 = 0	resto 1



(cifra binaria più significativa)

10010



137 : 2 = 68	resto 1
68 : 2 = 34	resto 0
34 : 2 = 17	resto 0
17 : 2 = 8	resto 1
8 : 2 = 4	resto 0
4 : 2 = 2	resto 0
2 : 2 = 1	resto 0
1 : 2 = 0	resto 1



10001001



Un esempio di messaggio digitale

- La cavalcata di Paul Revere
 - “Una lanterna se vengono da terra, e due se vengono dal mare”
- Segnale digitale?
- Quanti stati?
 - Lanterne entrambe spente (00)
 - Una lanterna accesa (01 e 10)
 - Entrambe le lanterne accese (11)