

# **Analogico vs digitale**

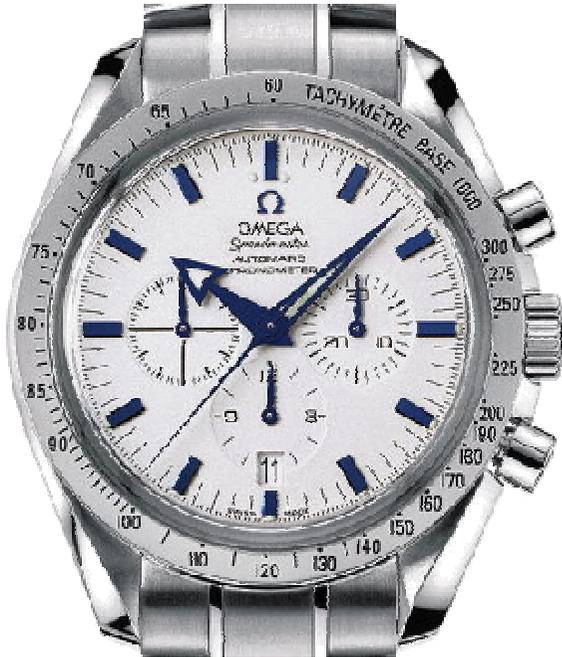
# Informazione “classificatoria” e “più che classificatoria”

- **Informazione classificatoria:**  
“è questo, ma avrebbe potuto essere quest’altro”.
- **Informazione più che classificatoria:**
  - riconoscere distinzioni;
  - stabilire una relazione d’ordine (“questo è maggiore di quest’altro”);
  - stabilire una metrica (“questo è distante un certo valore da quest’altro”).
- **L’insieme delle entità di informazione ha una struttura.**
  - La **struttura** dice “cosa si può fare” con le entità di informazione dell’insieme, in termini di operazioni di combinazione e di confronto.
  - Si tratta di informazione su informazione (**meta-informazione**) in presenza della quale l’insieme delle entità di informazione diventa un **sistema**, cioè appunto un “**insieme con struttura**”.

# Due alternative

- **Meta-informazione *esplicita* nel supporto:**
  - il supporto ha una struttura corrispondente a quella presente tra entità di informazione.
- **Meta-informazione *implicita* nella regola di codifica:**
  - al supporto si richiede solo di avere configurazioni molteplici e distinguibili l'una dall'altra,
  - la meta-informazione è definita in modo estensionale nella regola di codifica.
- **Cosa succede nei due casi se si aggiungono i “mezzi punti”?**

# Analogico e digitale



➤ **Meta-informazione  
esplicita nel supporto**

➤ **Codifica ANALOGICA**



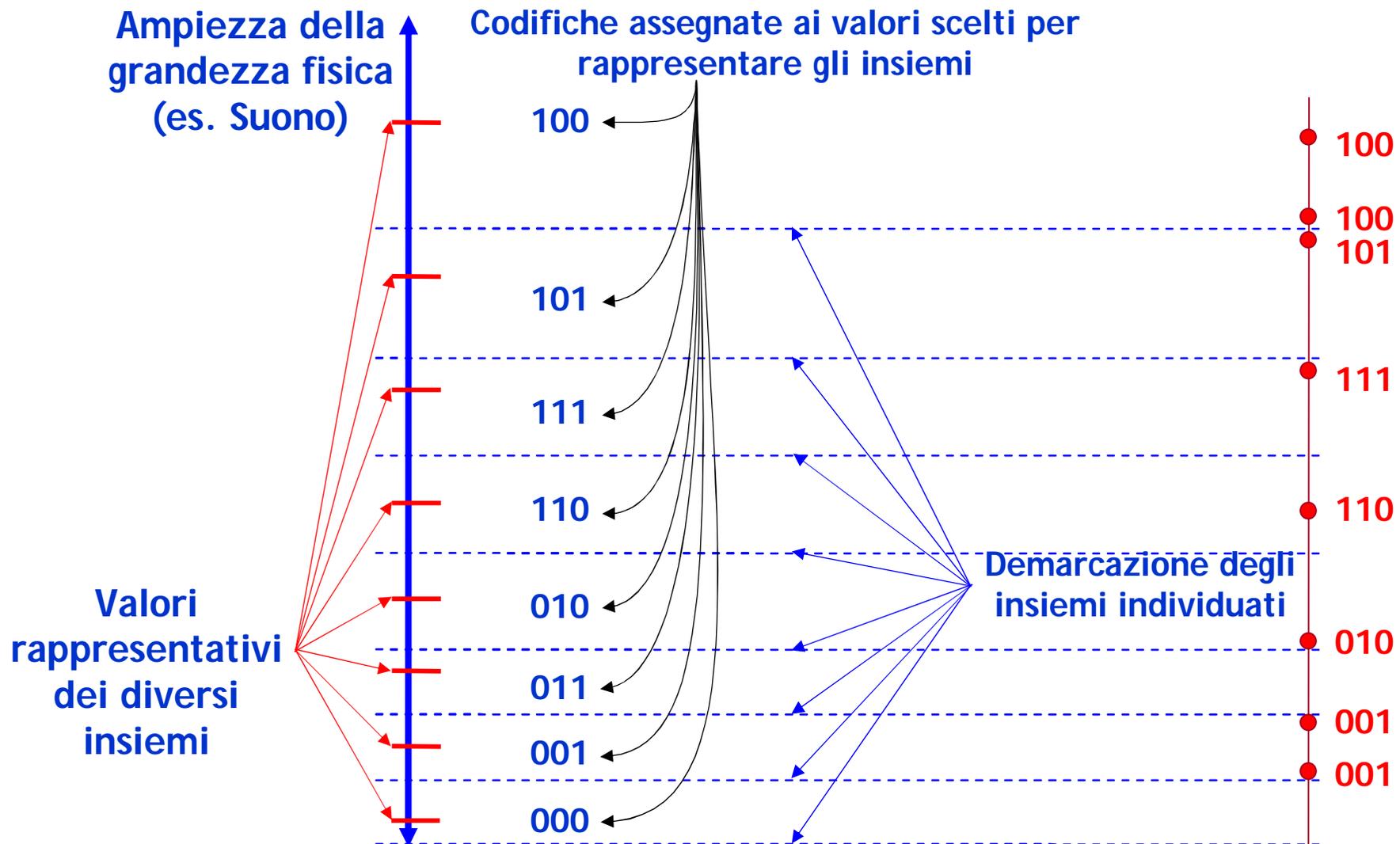
➤ **Meta-informazione  
implicita nella codifica**

➤ **Codifica DIGITALE**

# Analogico vs digitale

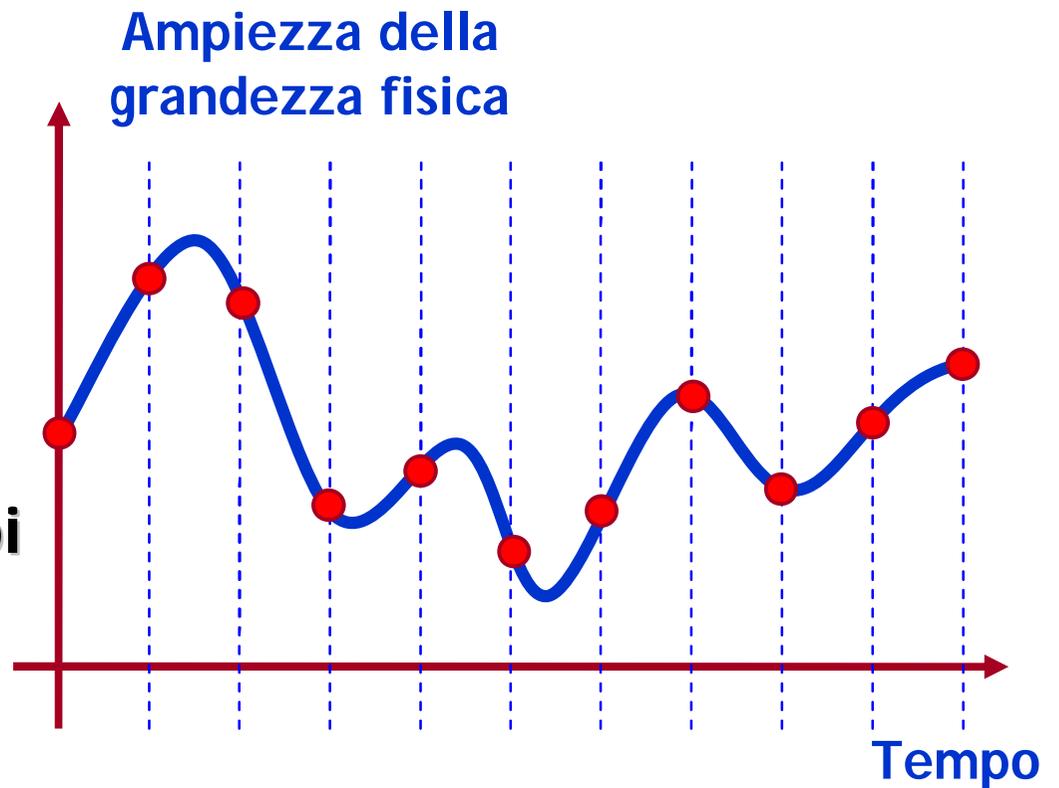
	Analogico	Digitale
Definizione della codifica	Intensionale (implic.)	Estensionale (esplic.)
Ridefinizione codifica vs variazione entità informazione	Nessuna ridefinizione	Estendere il processo definito in precedenza
Applicabilità vs cardinalità entità informazione	OK anche per cardinalità non finita	Solo per cardinalità finita e con entità note a priori
Applicabilità vs struttura entità informazione	Solo se c'è una struttura (analogica)	OK in ogni caso
Condizioni sul supporto	Solo se il supporto ha una struttura	OK in ogni caso

# Da analogico a digitale: 1. la quantizzazione



## Da analogico a digitale: 2. il campionamento

- La grandezza varia nel tempo e non può essere rappresentata da un solo valore.
- I valori di riferimento debbono essere rilevati in diversi istanti di tempo (**frequenza di campionamento**).
- La quantizzazione deve poi essere ripetuta per ogni valore campionato.



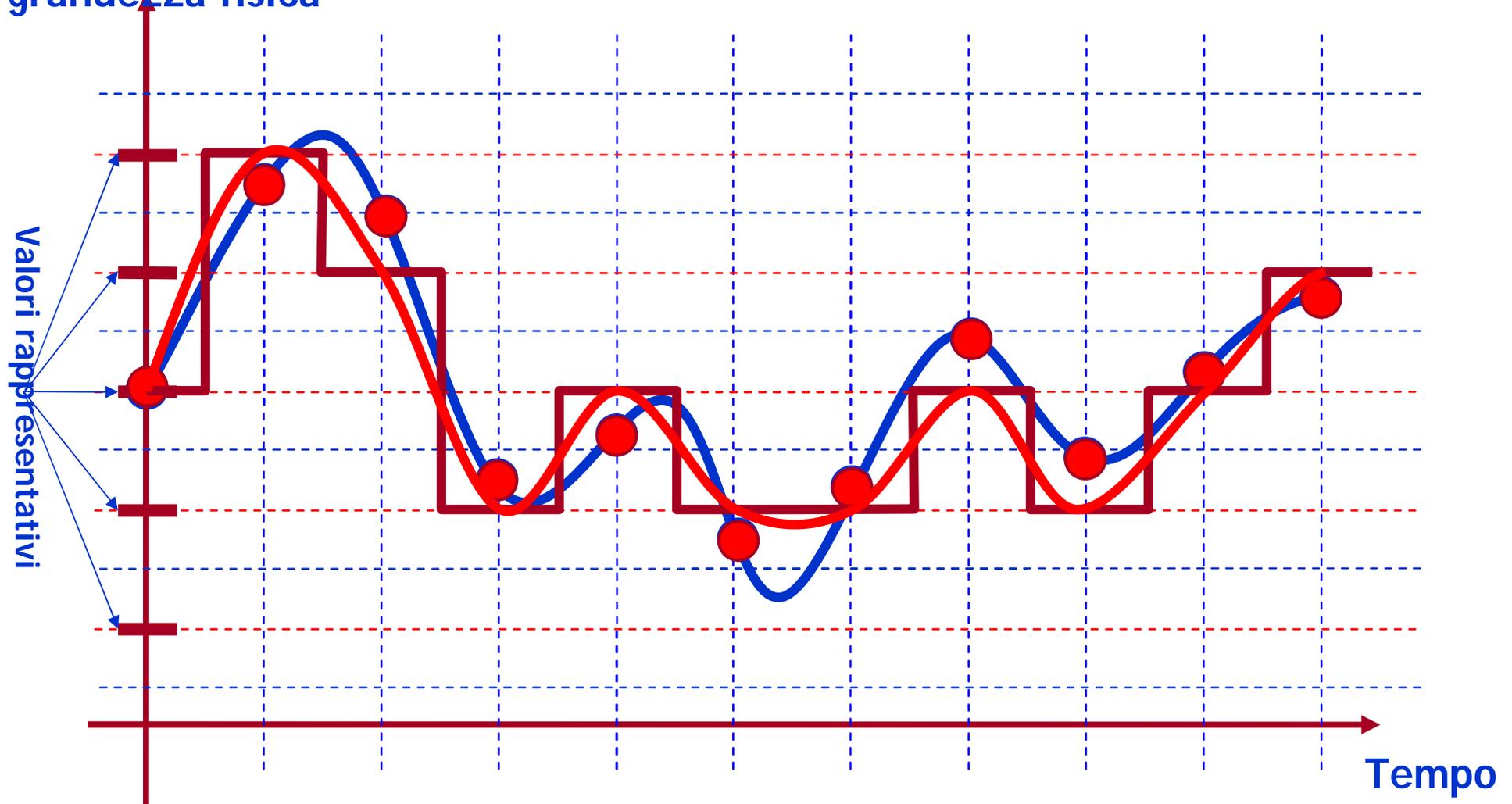
# Da analogico a digitale: quantizzazione e campionamento

- il **parametro** che caratterizza la **quantizzazione** (suddivisione di una grandezza fisica in intervalli) è il **numero di BIT**
- il **parametro** che caratterizza il **campionamento** è la **frequenza di campionamento**, cioè il **numero di campioni** che vengono acquisiti nell'unità di tempo e si misura in Hz (Hertz) al secondo.

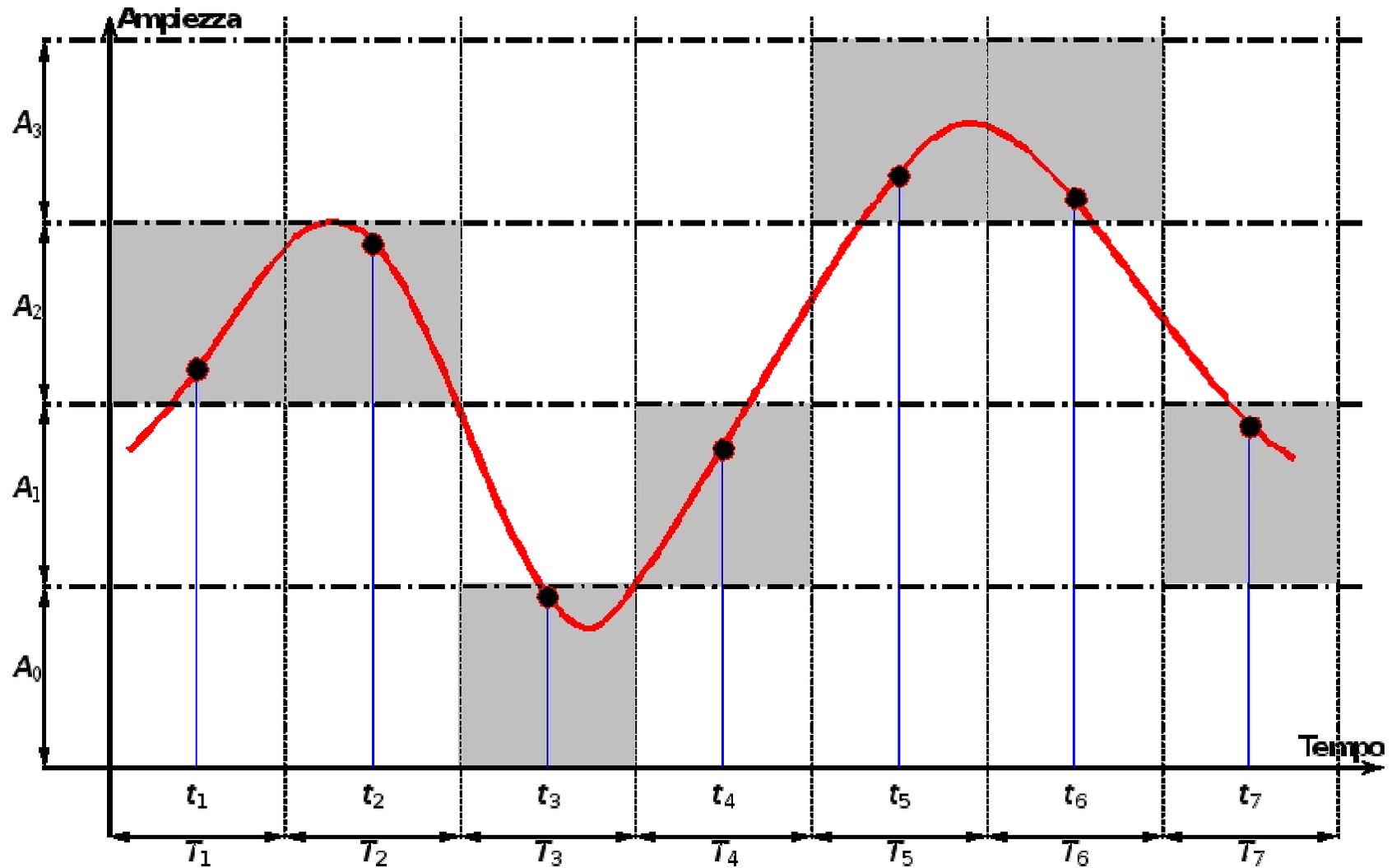
**Esempio:** un campionamento effettuato con frequenza di **5 Hz**, consiste nell'acquisizione di **5 campioni al secondo**

# Campionamento e quantizzazione

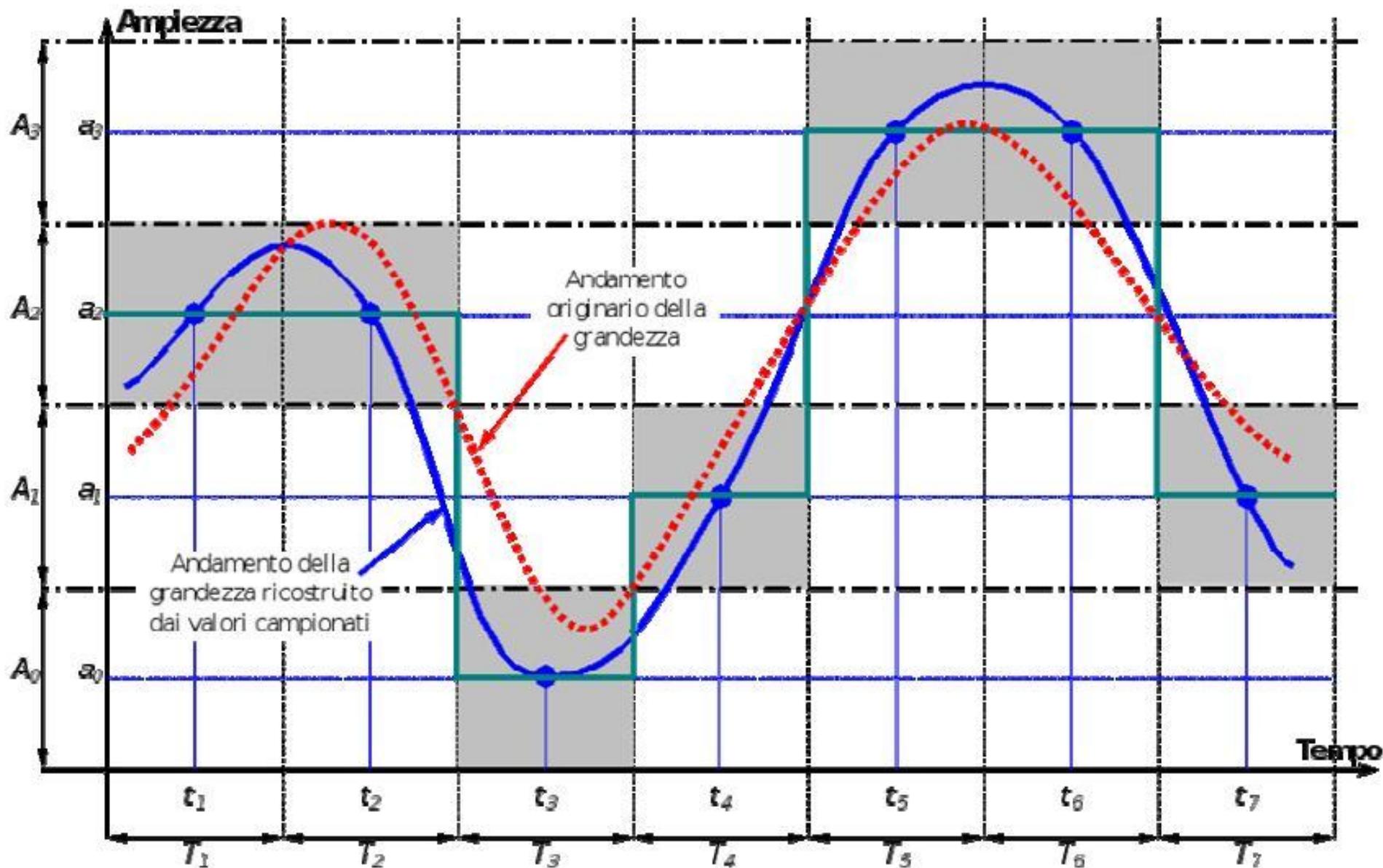
Ampiezza della  
grandezza fisica



# Campionamento a 2 BIT (4 configurazioni) e Quantizzazione a 7 Hertz (7 campioni al secondo)



# Ricostruzione





# Suono digitale

- Formato standard per i CD audio
  - frequenza di campionamento di 44'100 Hz (c.ca 44 KHz)
  - quantizzazione su 65'536 livelli (16 bit)  
(un campione viene codificato su 16 bit)
- Un secondo di musica stereo richiede 44'100 campioni di 16 bit (2 byte) ciascuno per due canali, quindi 176'400 byte (cioè,  $44.100 \times 2 \text{ bytes} \times 2 \text{ canali}$ ).
- L'errore che si commette nella ricostruzione del segnale sonoro è difficilmente rilevabile da parte di un orecchio umano.

# Foto digitali

- Per la codifica digitale delle immagini le operazioni di campionamento e quantizzazione si applicano nello **spazio** invece che nel **tempo**.
- Il **campionamento** consiste nel dividere l'immagine in sottoinsiemi (**pixel**, cioè **picture element**), per ognuno dei quali si dovrà prelevare un campione che si considera rappresentativo del colore di tutto il sottoinsieme.
- La **quantizzazione** è la codifica del colore associato a ogni pixel: i più recenti formati utilizzano **32 bit** (4 byte) per pixel: 8 bit per ognuna delle tre componenti fondamentali (**RGB: red, green, blue**) e altri 8 per gestire le  **trasparenze**.
- **Memoria necessaria per immagini non compresse (bitmap)**
  - per un'immagine di 640×480 pixel servono 1'228'800 byte;
  - per un'immagine di 800×600 pixel servono 1'920'000 byte;
  - per un'immagine di 1024×768 pixel servono 3'145'728 byte;
  - per un'immagine di 1280×1024 pixel servono 5'242'880 byte;
  - per un'immagine di 1600×1200 pixel servono 7'680'000 byte;
  - ...

# 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



# Come ridurre il numero di bit

## ➤ Esempio

- **successione di un milione di caratteri**, ognuno scelto dall'insieme **{A, C, G, T}**;
- la frequenza dei quattro caratteri all'interno della successione non è uguale: **A** si presenta nel **50%** dei casi, **C** nel **25%**, **G** e **T** solo nel **12.5%** dei casi.

## ➤ Codifica digitale a **lunghezza costante**

- due bit per ciascuno dei simboli, per esempio: **A = 00**, **C = 01**, **G = 10** e **T = 11**;
- la lunghezza complessiva della successione è quindi pari a **2 milioni di bit**.

## ➤ Codifica a **lunghezza variabile** (che tenga conto della distribuzione)

- **A = 0**, **C = 10**, **G = 110** e **T = 111**;
- la lunghezza complessiva della successione è di **1.75 milioni di bit**  
( $1 \times 50\% + 2 \times 25\% + 3 \times 12.5\% + 3 \times 12.5\%$ ) bit/carattere  $\times$  1 milione di caratteri

## ➤ Il cambiamento di codifica permette di ridurre il numero di bit utilizzato senza perdere informazione.

# La compressione dei dati

- **Gli algoritmi di compressione dei dati possono essere distinti in due categorie fondamentali**
  - Compressione **lossless**, se **non provoca** la perdita di informazione
  - Compressione **lossy**, se **provoca** la perdita di informazione
- **Gli algoritmi di compressione lossless sfruttano le regolarità nei dati**
  - **RLE (Run Length Encoding)**: successioni di **n simboli uguali** vengono rappresentati con una coppia **<simbolo, n>** (esempio: Fax)
  - **Tecniche basate su dizionario**: sequenze di simboli ripetute trovate analizzando i dati sono sostituite con simboli elementari memorizzando le corrispondenze in un dizionario
- **Gli algoritmi di compressione lossy sono specifici per i diversi domini applicativi.**

# Un semplice esempio con dizionario

## ➤ Compressione lossless con tecnica basata su un dizionario

- **Testo di esempio:**

*"I re di Francia della dinastia Carolingia sono: Carlo II, Luigi II di Francia, Luigi III di Francia, Carlomanno di Francia, Carlo III detto il grosso, Odo, Carlo III detto il semplice, Roberto I di Francia, Rodolfo Duca di Borgogna, Luigi IV di Francia, Lotario di Francia, Luigi V di Francia"* (lunghezza: 292 caratteri)

## ➤ Analisi delle regolarità presenti nel testo:

- **Si individuano le sequenze (parole) ripetute contando le ripetizioni e si compila il dizionario (vedere tabella)**
- **Si assegna un simbolo che la sostituisce ad ogni parola**
- Il testo diventa:  
*"I re 1 2 della 1nastia Carolingia sono: 5 3, 4 3 1 2, 4 3I 1 2, 5manno 1 2, 5 3I 6 7 grosso, Odo, 5 3I 6 7 semplice, Roberto I 1 2, Rodolfo Duca 1 Borgogna, 4 IV 1 2, Lotario 1 2, 4 V 1 2"* (lunghezza: 187 caratteri + 35 caratteri per il dizionario = 222 caratteri - 76% della lunghezza originaria)
- Un testo più lungo permette una efficienza maggiore!

Indice	Parola	N
1	di	10
2	Francia	8
3	II	5
4	Luigi	4
5	Carlo	4
6	detto	2
7	il	2