



## La codifica dei suoni

---

- Ogni campione è una misura del valore di tensione elettrica in uscita da un microfono
- Supponiamo che vari tra un valore minimo ed un massimo, ad esempio, -5Volt/+5Volt
- La gamma delle ampiezze possibili viene divisa in intervalli o *regioni*: ogni campione ha un'ampiezza che cade in una delle regioni. Ad esempio, se l'ampiezza varia tra -5 e +5 volt, la gamma totale delle ampiezze è di 10 volt; se la codifica digitale divide la gamma delle ampiezze in 16 regioni, ogni regione sarà ampia 0,625 volt ( $0,625 = 10/16$ ).



## La codifica del suono

---

- Il numero di regioni in cui è suddivisa la gamma delle ampiezze dipende dai bit a disposizione per la codifica.
- Valori tipici per la lunghezza di una parola binaria nell'audio sono 8 o 16 bit, per un numero di valori differenti di 256 ( $2^8$ ) e 65.536 ( $2^{16}$ ), rispettivamente
- Aumentando il numero di bit si aumenta la qualità (granularità) della descrizione del segnale
- Come associamo una configurazione di bit ad una regione della gamma di ampiezze?
- Ci sono diversi modi: quantizzazione lineare, non lineare, con virgola mobile, etc



## La codifica del suono

---

Quantizzazione lineare di un segnale che va da  $-5$  a  $+5$  volt in una codifica digitale a 1 bit (2 valori)

Valori di tensione	Codifica binaria
$-5/0$	0
$0/5$	1



## La codifica del suono

---

Quantizzazione lineare di un segnale che va da  $-5$  a  $+5$  volt in una codifica digitale a 2 bit (4 valori)

Valori di tensione	Codifica binaria
$-5/ -2,5$	00
$-2,5/ 0$	01
$0/ 2,5$	10
$2,5/ 5$	11

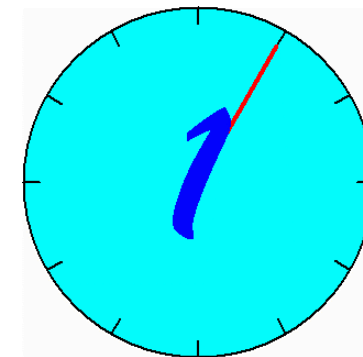
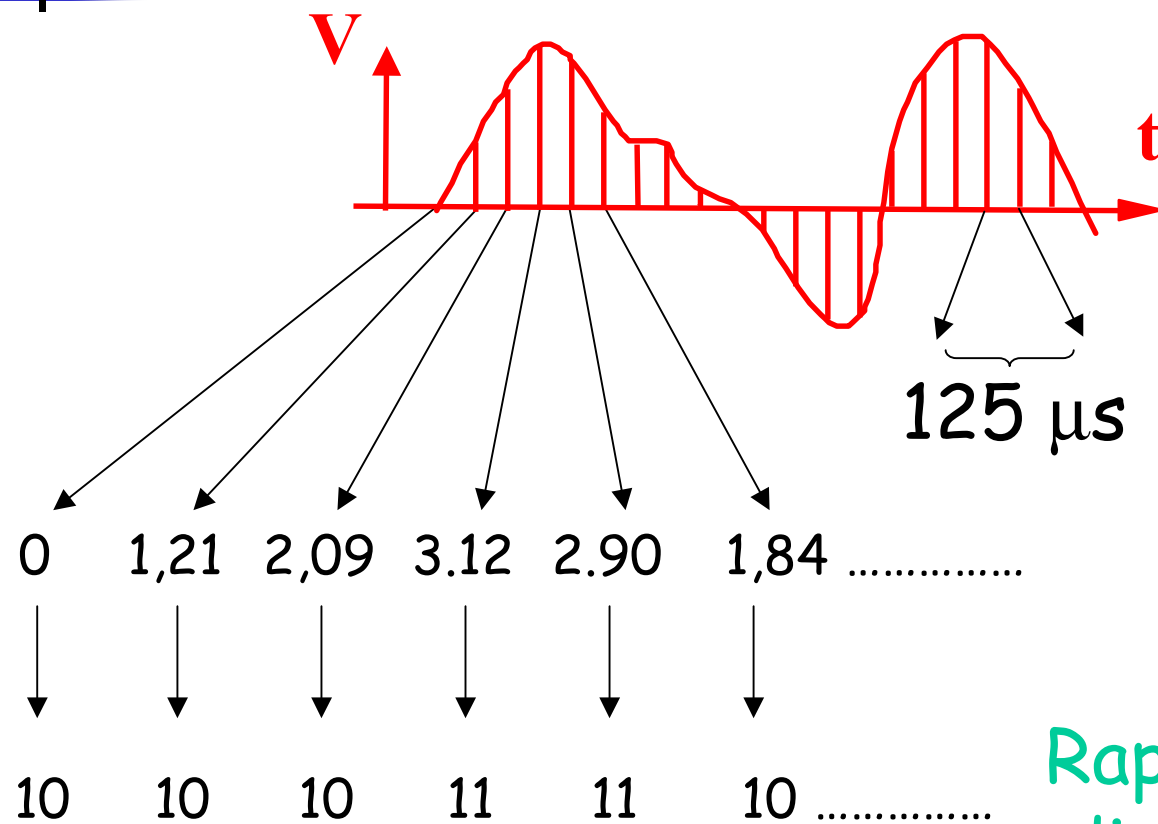


## La codifica del suono

Quantizzazione lineare di un segnale che va da  $-5$  a  $+5$  volt in una codifica digitale a 8 bit (256 valori)

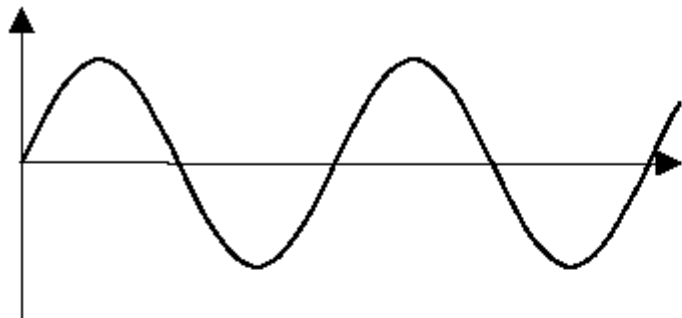
Valori di tensione	Codifica binaria
$-5/-4,961$	0000 0000
$-4,961/-4,922$	0000 0001
$-4,922/-4,883$	0000 0010
$-4,883/-4,844$	0000 0011
$-4,844/-4,805$	0000 0100
...	...
...	...
$4,805/4,844$	1111 1011
$4,844/4,883$	1111 1100
$4,883/4,922$	1111 1101
$4,922/4,961$	1111 1110
$4,961/5$	1111 1111

# La codifica del suono

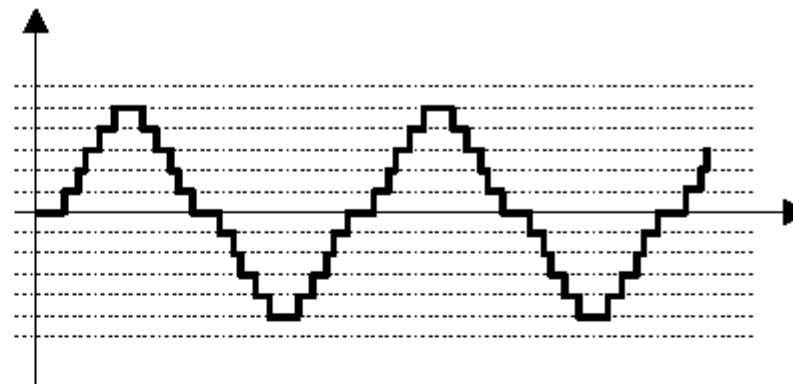


Rappresentazione  
digitale del suono

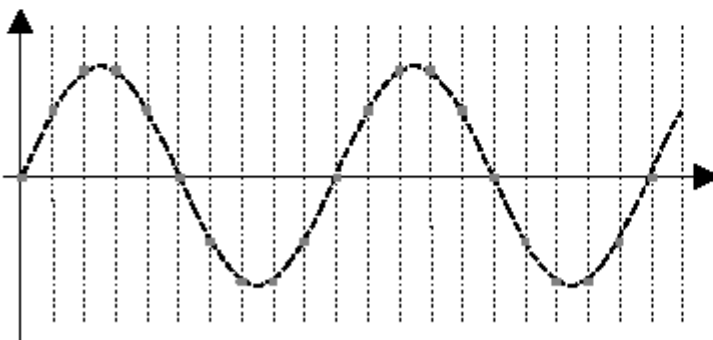
# La codifica del suono



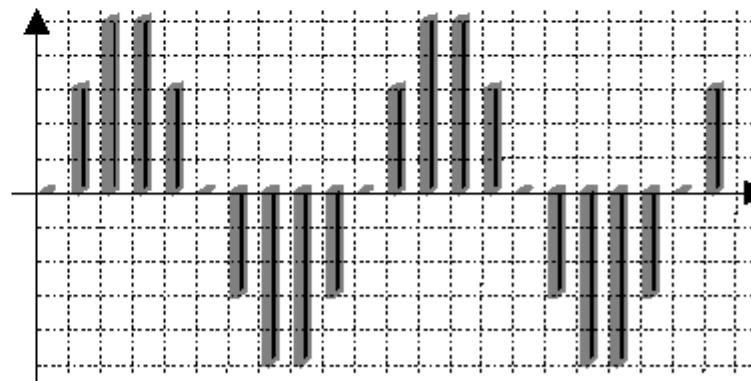
a)



b)



c)



d)



## La codifica dei suoni: la voce

---

- Se volessimo codificare la voce umana dovremmo:
  - Campionare il segnale vocale ogni 125 milionesimi di secondo (producendo 8000 campioni al secondo) per segnale con frequenze inferiori a 4kHz (frequenze della voce umana)
  - Per ogni campione (che è un numero) si usano 8 bit
  - Per cui, il numero di bit che sarebbero necessari per codificare ogni secondo è pari a

$$8000 \text{ campioni} \times 8 \text{ bit/campione} = 64000 \text{ bit}$$





## La codifica dei suoni: la musica su CD

- Se volessimo codificare la musica di qualità CD dovremmo:
  - Usare due registrazioni corrispondenti a due microfoni distinti
  - Campionare il segnale musicale producendo 44100 campioni al secondo
  - Per ogni campione (che è un numero) si usano 16 bit
  - Per cui, il numero di bit che sarebbero necessari per codificare ogni secondo è pari a

$$2 \times 44100 \text{ campioni} \times 16 \text{ bit/campione} = 1411200 \text{ bit}$$



# La codifica dei suoni

---

- Codifiche standard:
  - formato WAV (MS-Windows),
  - formati AU e AIFF (rispettivamente SUN ed Apple)
  - formato RA (Real Networks)
  - MIDI
  - MP3
- MIDI:
  - codifica le note e gli strumenti che devono eseguirle
  - solo musica, non voce
  - richiede un sintetizzatore o "campioni" per la riproduzione (non utilizzabile "direttamente")
  - molto efficiente
- MP3:
  - MPEG-3: compressione, variante MPEG per suoni
  - Grande diffusione
  - molto efficiente