

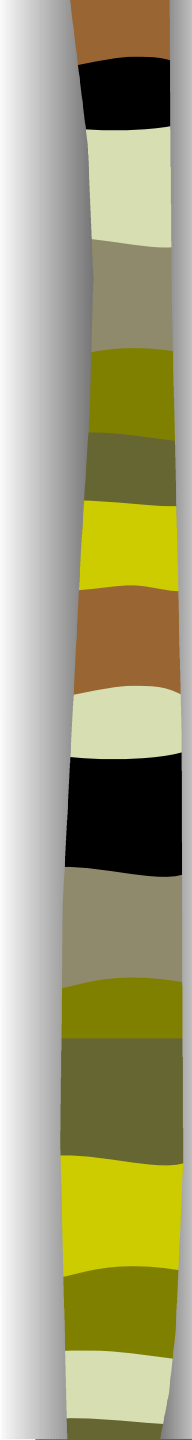
ACQUISIZIONE ED ELABORAZIONE DEI SUONI

Teoria e pratica
I formati sonori

La digitalizzazione

La digitalizzazione di oggetti legati a fenomeni di tipo analogico, avviene attraverso due parametri fondamentali:

- Il numero dei **campionamenti** o di misurazioni (ad esempio campionamento per secondo)
- Il numero di **stati fisici discreti** o livelli (ad esempio il numero di bit per campionamento)



La digitalizzazione

Una buona rappresentazione del fenomeno richiede un alto numero di campionamenti o di stati fisici.

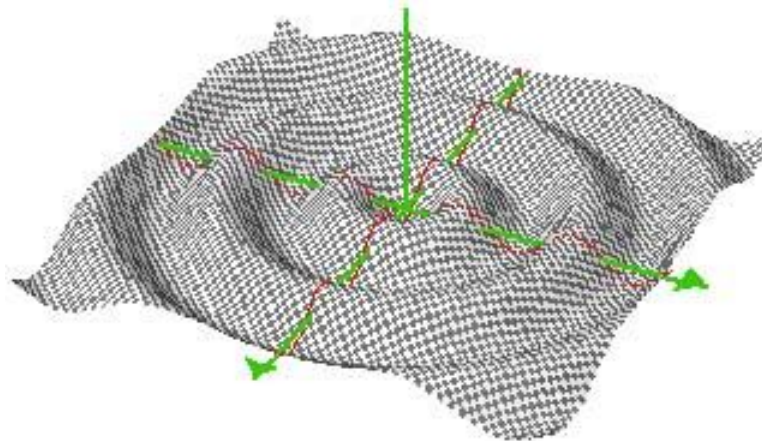
La gestione ottimale degli oggetti digitalizzati, sia per quanto riguarda la memoria occupata che per la loro distribuzione in internet, al contrario, richiede un basso numero di campionamenti o di stati fisici.

La soluzione tra queste due esigenze contrapposte sta in un giusto compromesso e nell'utilizzo di opportune tecniche di compressione.

Il suono

Il suono è un'onda emessa da una sorgente sonora che si propaga in un mezzo elastico. Esso consiste in un susseguirsi di pressioni e depressioni del mezzo di propagazione in cui ogni particella vibra attorno alla sua posizione di riposo.

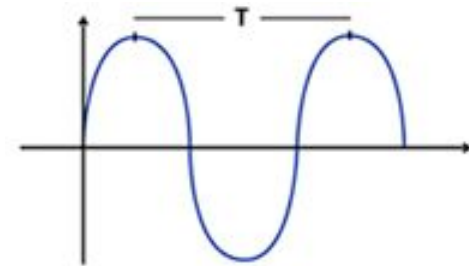
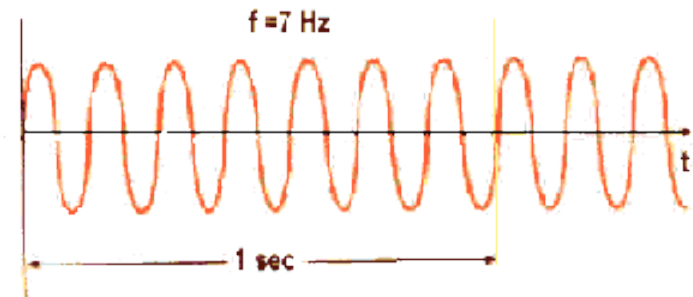
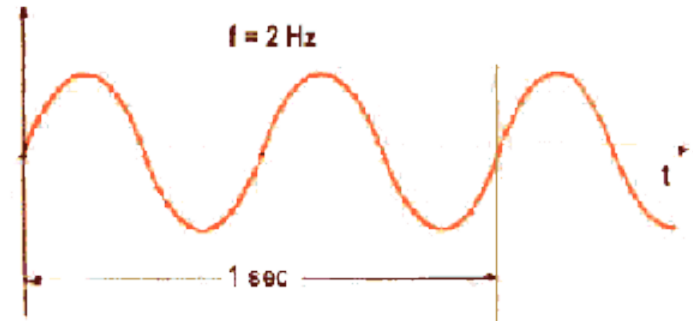
Le vibrazioni sonore percepibili all'uomo sono di frequenze comprese tra i 15 e i 20.000 hertz.



Il suono

Le grandezze fisiche che caratterizzano il suono sono:

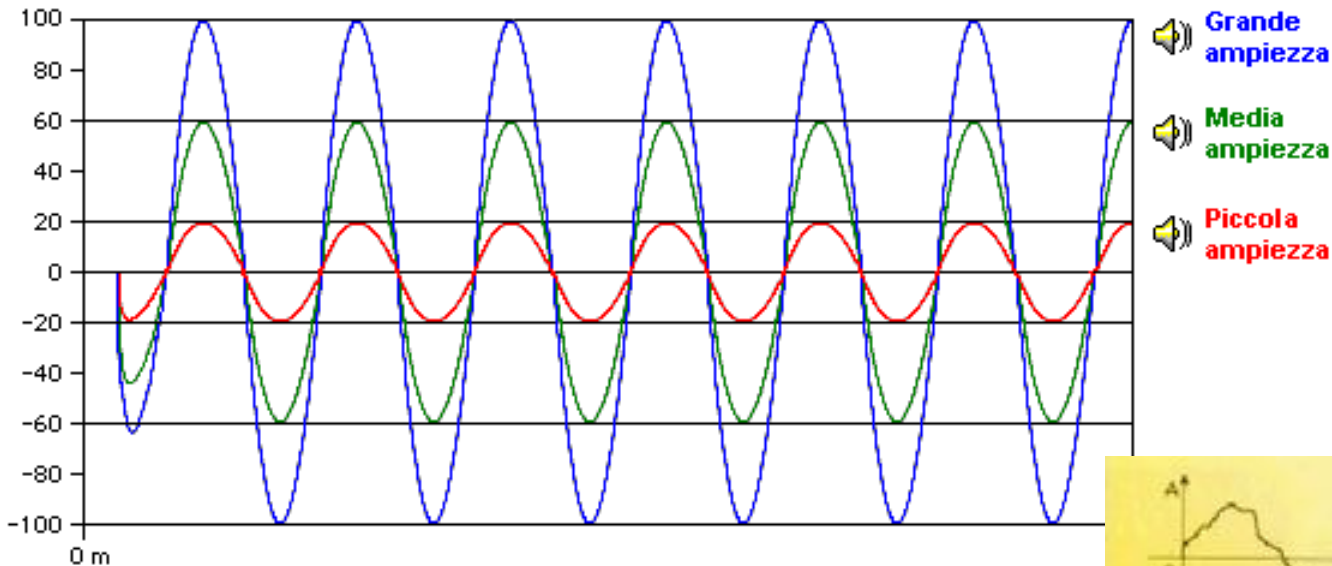
La **frequenza**: numero di oscillazioni (o di cicli) compiute nell'unità di tempo.



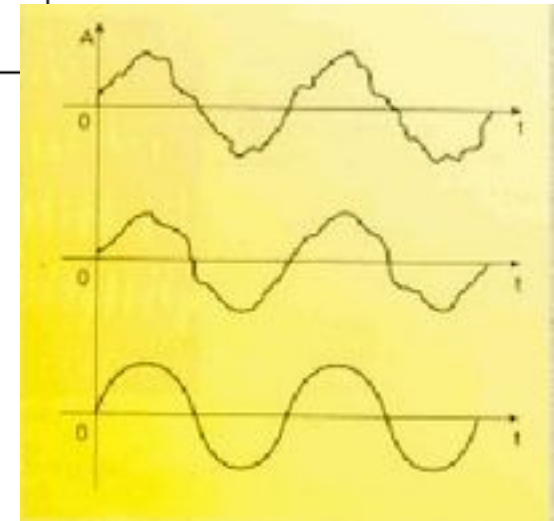
Il **periodo**: è l'intervallo di tempo necessario per compiere una vibrazione completa.

Il suono

L'**ampiezza**: differenza tra il valore massimo e quello minimo raggiunto da un'onda in un ciclo.

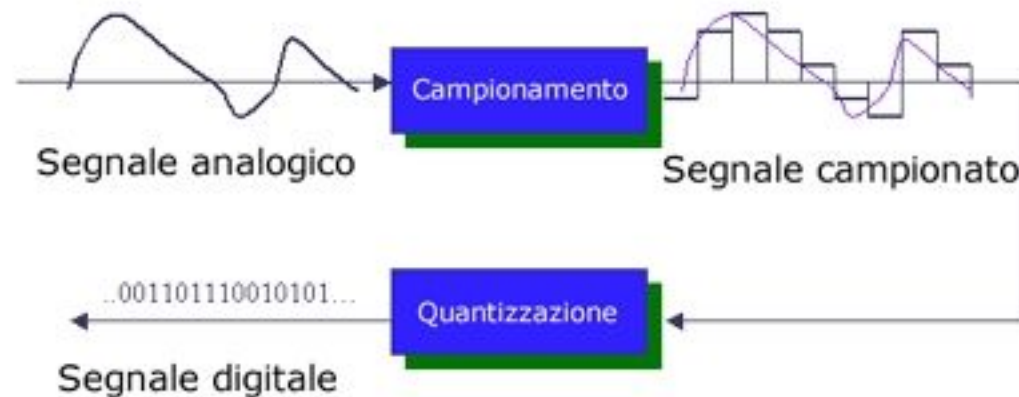


Il **timbro**: caratteristica qualitativa dell'onda sonora.

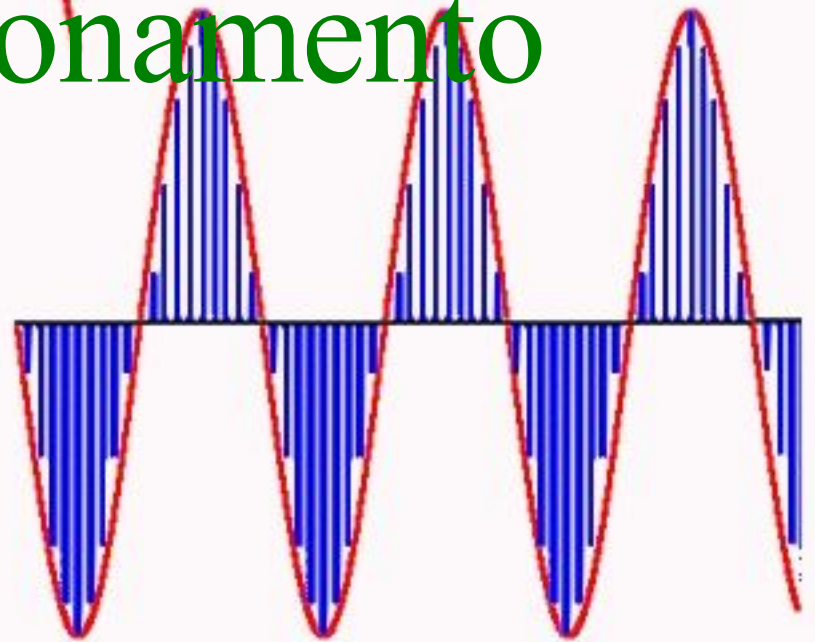
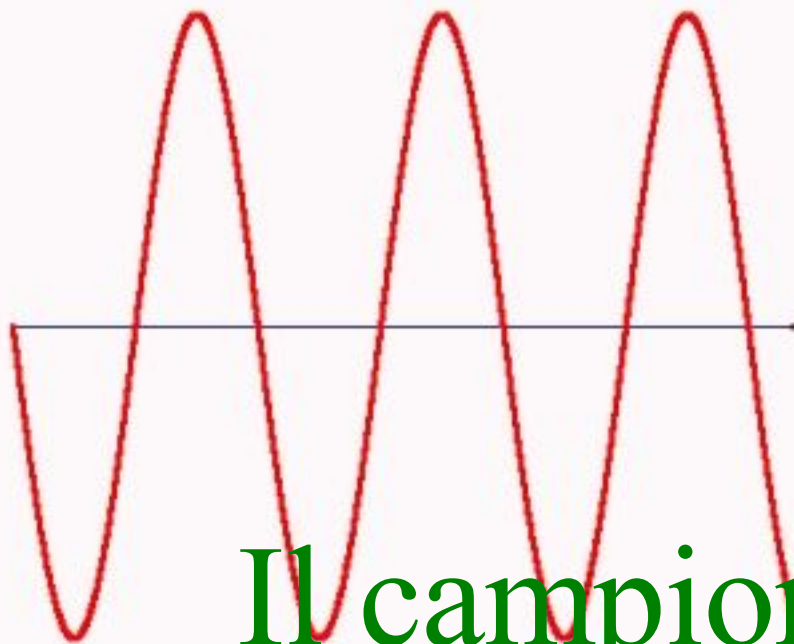


Digitalizzazione del suono

La digitalizzazione del suono consiste nel prendere dei campioni (samples) del segnale di partenza e trasformare ognuno di essi in un numero composto da un insieme di cifre binarie (conversione A/D, analogica- digitale).

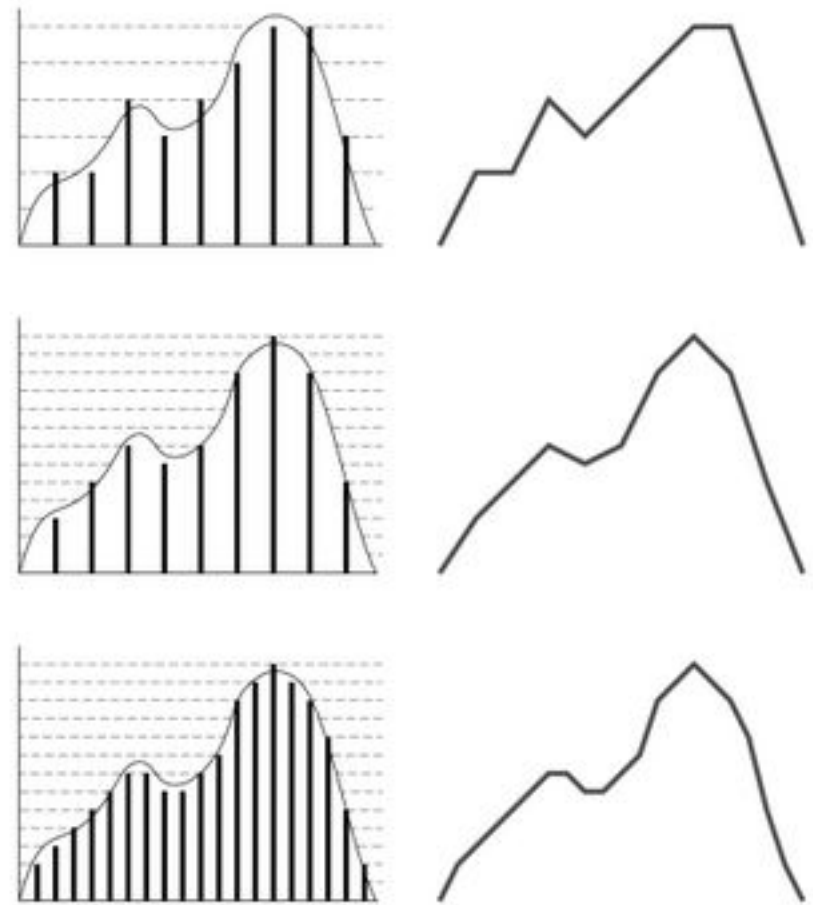


Il campionamento



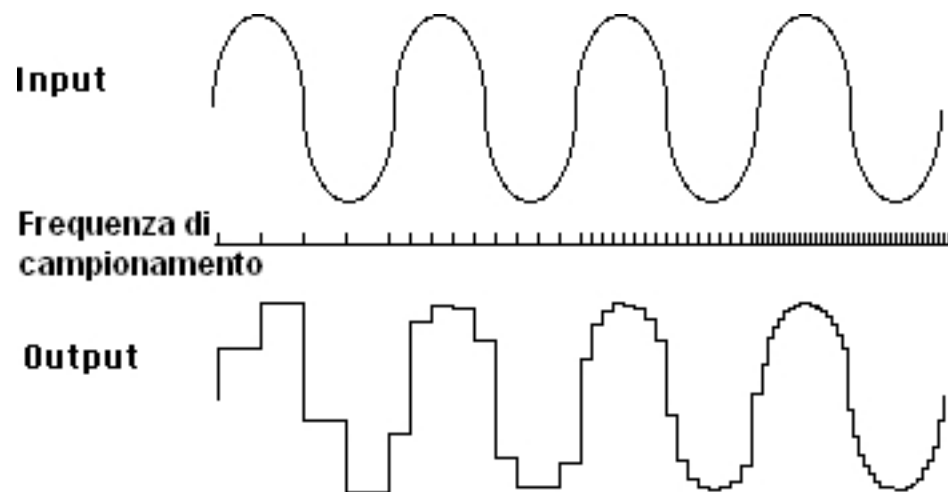
Campionamento del suono

Campionare un segnale significa rilevare i dati relativi all'ampiezza un certo numero di volte al secondo; quest'ultima quantità viene chiamata **frequenza di campionamento (sampling rate)**, e si misura in Hertz (oggi le schede sonore arrivano a 192 KHz di campionamento)



Campionamento del suono

Una maggiore frequenza di campionamento aumenta la fedeltà nella ricostruzione della forma d'onda originaria, ma comporta una maggiore occupazione di memoria.

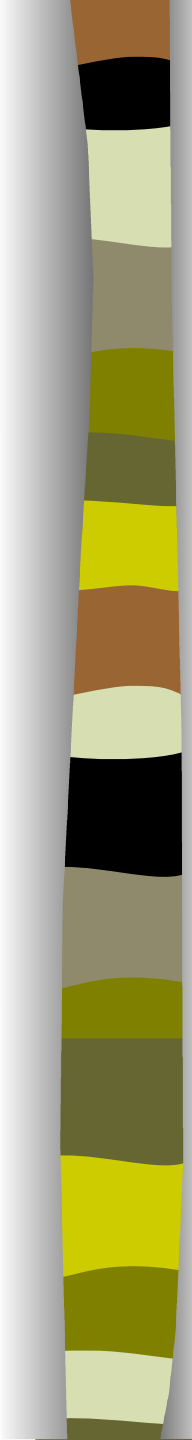


Campionamento del suono

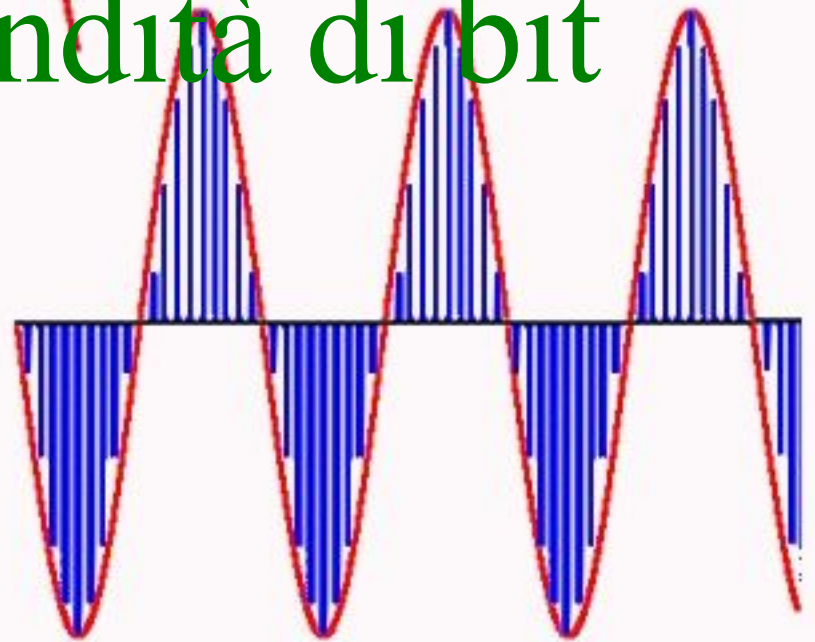
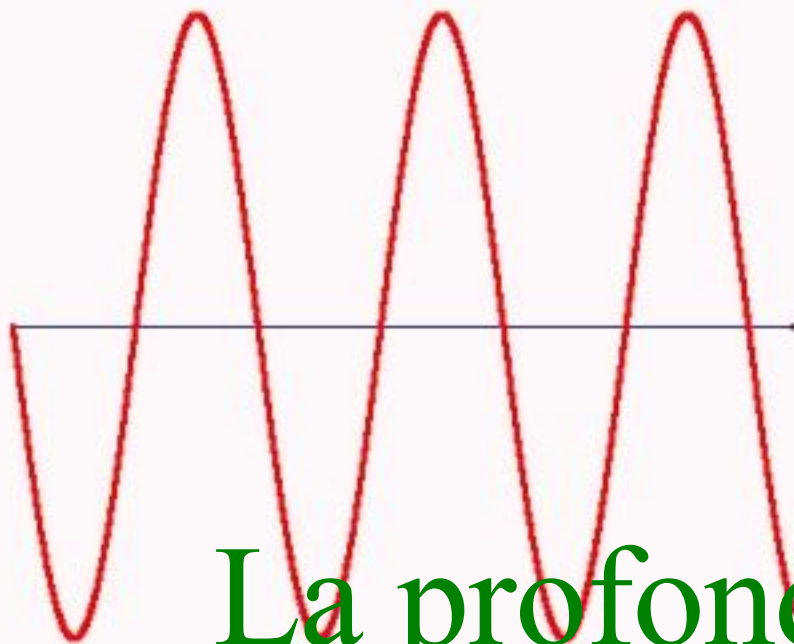
Per digitalizzare correttamente un suono, si fissa la frequenza massima che si desidera riprodurre e si campiona almeno ad una frequenza doppia di quest'ultima.

$$f_c > 2 \times f_{max}$$

Esempio: per campionare correttamente un brano musicale (freq. Max circa 20.000 Hz) si effettua il rilevamento di 44.100 campioni al secondo.

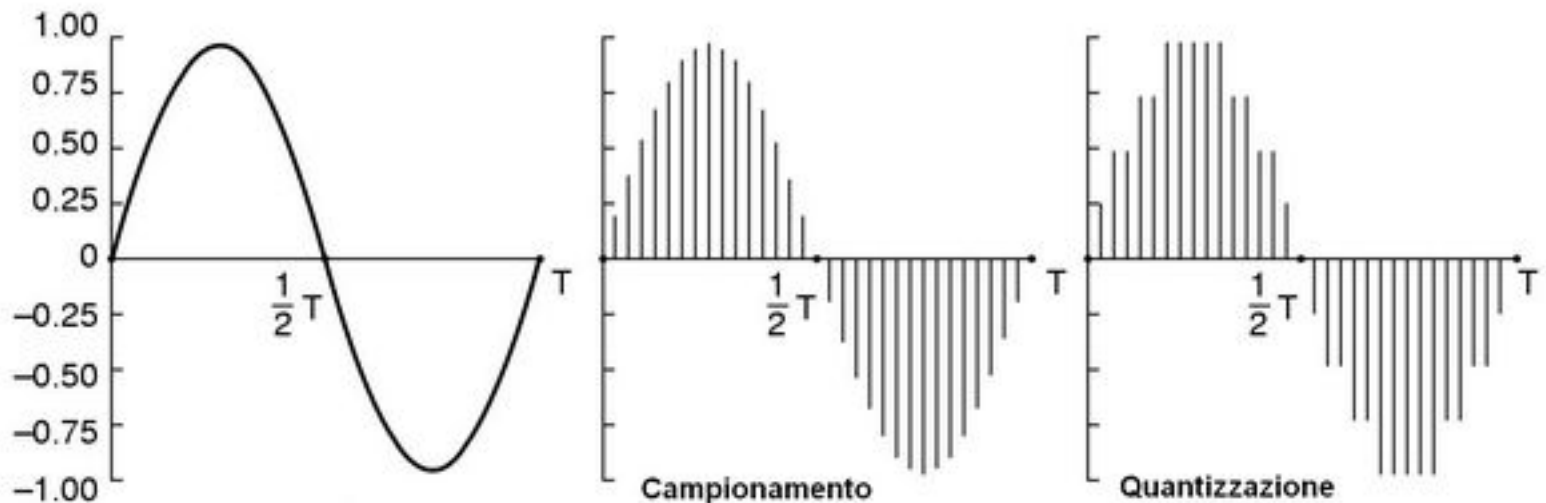


La profondità di bit



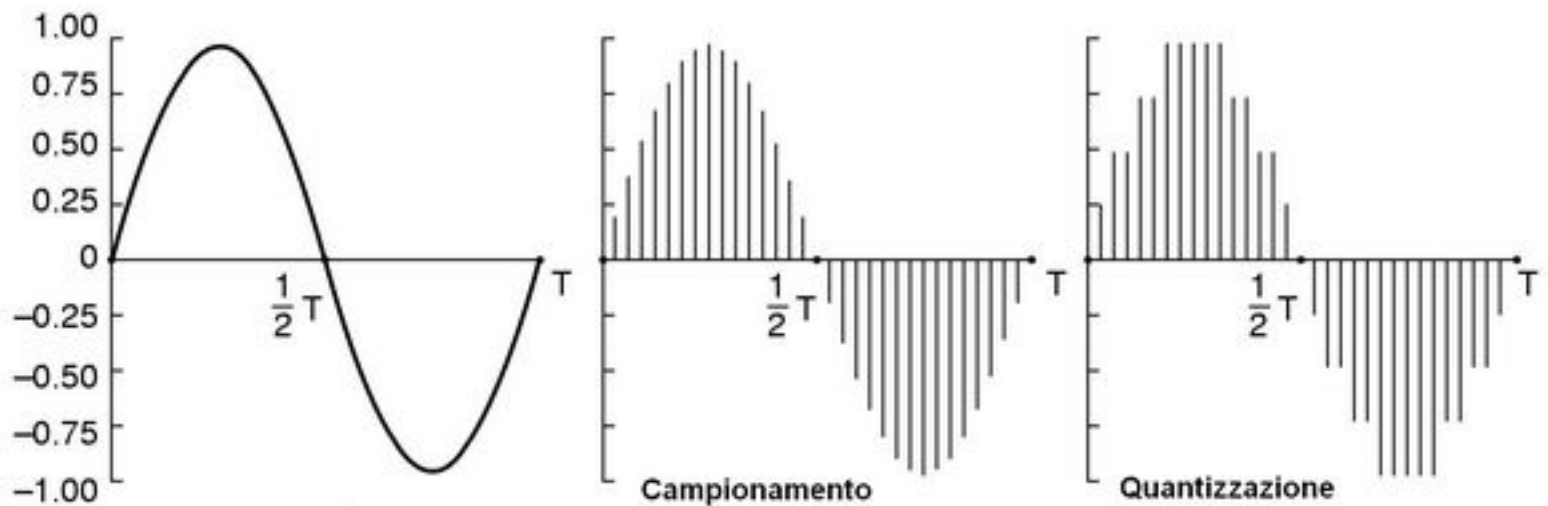
Quantizzazione

Nel processo di campionamento, è l'operazione con la quale si trasformano i livelli istantanei di tensione di un segnale analogico continuo in un gruppo discreto di numeri binari (parole binarie).



Quantizzazione

Fissata la precisione con la quale i campioni devono essere rappresentati, si suddivide l'asse delle ordinate in intervalli di ampiezza pari alla precisione richiesta. Ai campioni che cadono in un certo intervallo viene assegnato il valore quantizzato più vicino (arrotondamento) o il valore quantizzato immediatamente inferiore al valore esatto (troncamento).



Bitdepth

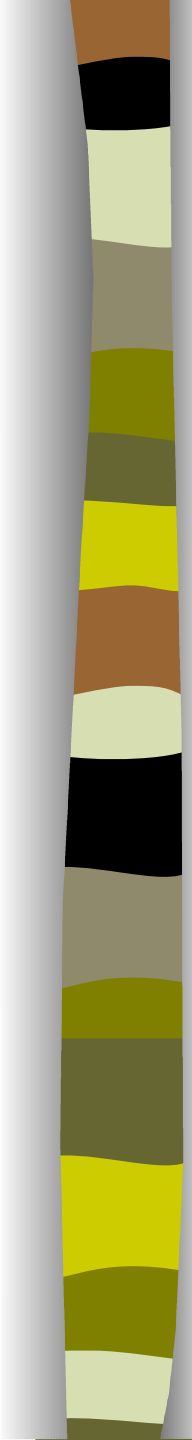
Il numero di bit utilizzati per rappresentare il valore quantizzato prende il nome di *bitdepth* ed è uno dei fattori che determina la rassomiglianza tra il segnale digitalizzato e quello analogico. Esso determina il numero di livelli discreti associabili a ciascun campione.

La profondità di bit più utilizzata è 16 ma si può codificare anche a 8 bit (perdita di qualità) o a 24 o 32 bit (suono migliore ma maggiore occupazione di memoria).

La dinamica

Al numero di bit è legato il parametro “**dinamica**”. Misurato in decibel, esso rappresenta il rapporto fra il suono più forte e quello più debole che possono essere campionati. Ad ogni bit corrisponde una dinamica di 6 db. Brani con dinamica ampia devono essere campionati con un bitdepth maggiore per avere una buona qualità di riproduzione.

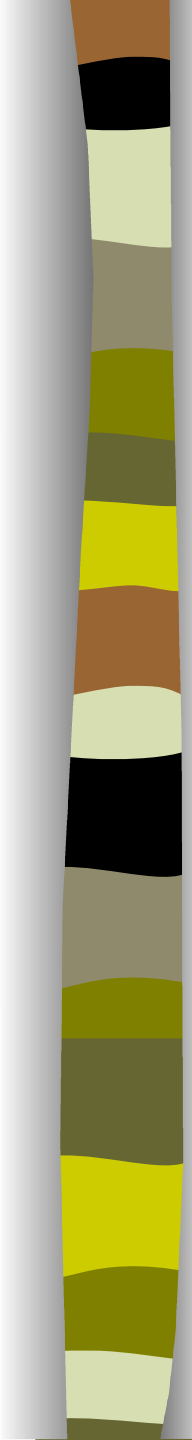
Bits per campione	Dinamica
4	24 dB
8	48 dB
12	72 dB
16	96 dB



In numero di canali

La codifica di un brano musicale può essere monofonica o stereofonica. Quest'ultima indica che il suono è diviso in due canali separati. Ciò comporta il raddoppio dell'occupazione di memoria rispetto alla registrazione monofonica.

Esistono altre modalità di ripartizione del suono di un brano musicale che utilizzano più canali; sono utilizzate in special modo nelle colonne sonore dei film, come ad esempio il Dolby surround.



Il bitrate

Il prodotto della frequenza, della profondità di bit e del numero di canali è definito *bitrate* (misurato in bps, bit per secondo) ed indica il numero di bit utilizzati nel campionamento di un secondo della sequenza sonora.

Il prodotto del bitrate per la durata in secondi del brano musicale o vocale definisce la dimensione complessiva del file in termini di occupazione di memoria.

Un minuto di registrazione

Tipo qualità	Frequenza di campionamento	Bitdepth	N° canali	Dimensione per minuto
Telefono	8.000 Hz	8 bit	1	468 kB
Parlato	11.025 Hz	8 bit	1	646 kB
Radio mono	22.050 Hz	16 bit	1	2,58 MB
Radio stereo	22.050 Hz	16 bit	2	5,18 MB
Compact disk	44.100 Hz	16 bit	2	10,34 MB

Esempio

Un brano musicale, della durata di 3 minuti, viene campionato ad una frequenza di 44.100 Hz con bitdepth 16 bit in modalità stereofonica. Quanta memoria occuperà il file risultante?

$$\text{Bit rate} = 44.100 \times 16 \times 2 = 1411200 \text{ bps}$$

$$1411200 \text{ bps} : 8 \cong 176400 \text{ Bps}$$

$$176400 \text{ Bps} \times 180 \text{ s} = 31752000 \text{ Byte}$$

$$31752000 \text{ Byte} : 2^{20} = 30,28 \text{ MB}$$