

MODELLI DELLA PERCEZIONE MUSICALE

RIDUZIONE DELL'INFORMAZIONE ACUSTICA

TRATTAMENTO DIGITALE DEL SUONO

Il trattamento del suono può avvenire in due modi:

- Trattamento **ANALOGICO** :

I microfoni producono **rappresentazioni analogiche** del **segnale audio**.

Questo è rappresentato da un **valore di tensione** il cui andamento nel tempo riflette le **oscillazioni di pressione nell'aria**.

Nel caso dei dischi in vinile o nel campo magnetico la curva continua nel tempo delle variazioni di ampiezza viene rappresentata da **una curva continua nel tempo** delle variazioni di tensioni elettriche ed è **memorizzata nei solchi del disco** o nel **campo magnetico di un nastro**.

- Trattamento **DIGITALE** :

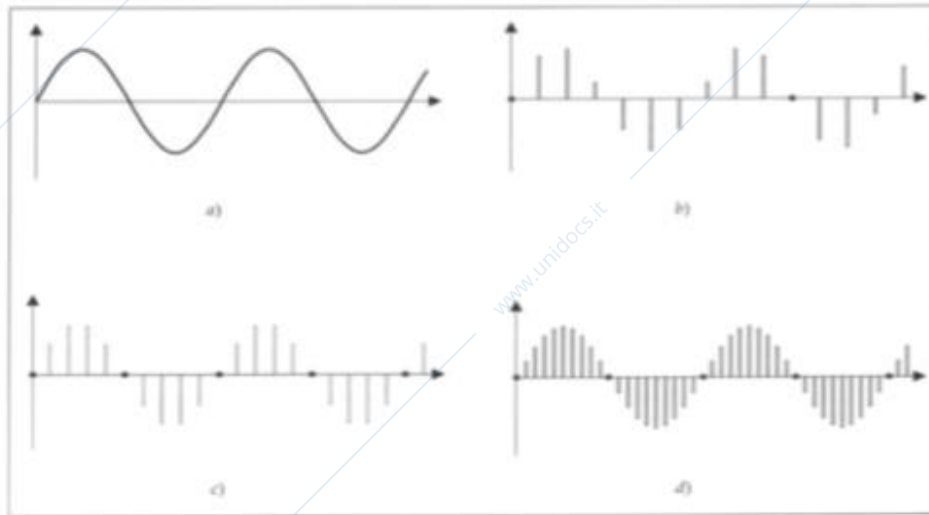
Per poter rappresentare il suono in un sistema digitale bisogna prima **convertirlo** in un flusso di numeri rappresentati in **forma binaria**.

Una rappresentazione digitale assegna dei **numeri** e per farlo si usa il **campionamento**.

CAMPIONAMENTO

E' la **discretizzazione del segnale analogico nel tempo**.

La conversione del suono **da formato analogico a digitale** avviene per mezzo di una **scheda di acquisizione** (o **digitalizzazione**) che **campiona** il valore della forma d'onda ad intervalli regolari.

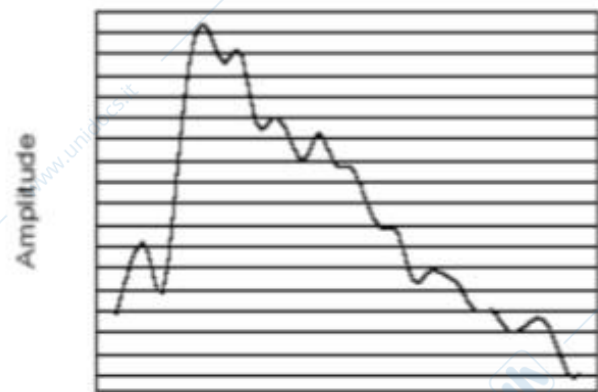
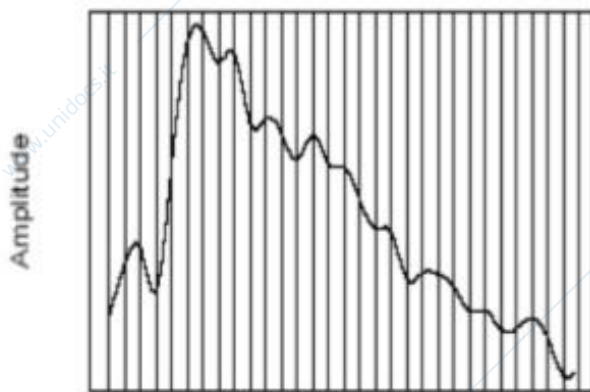


QUANTIZZAZIONE

- E' la **discretizzazione della ampiezza**.
L'ampiezza di ogni campione, dovendo essere rappresentata **digitalmente** (cioè con una **codifica binaria**), **NON** può assumere infiniti valori.
- Ogni singolo campione di ampiezza (**tensione elettrica**) viene quindi assegnato ad uno dei valori numerici che sono consentiti dalla codifica digitale (si commettono **errori di quantizzazione**).
- La conversione **Analogico-Digitale** richiede pertanto un processo di **discretizzazione sia nel tempo (campionamento) che in ampiezza (quantizzazione)**.

CAMPIONAMENTO E QUANTIZZAZIONE

- Per la conversione Analogico-Digitale è quindi necessaria la specifica di 2 parametri relativi a:
- Quanto spesso campionare il segnale nel tempo (**Frequenza di campionamento**)
- Con quanti valori rappresentare ogni campione (**Precisione di quantizzazione**)



TEOREMA DI NYQUIST

- Per avere una digitalizzazione **senza perdita di informazione** è necessario **campionare con una frequenza almeno il doppio della massima frequenza** che compare nello spettro della forma d'onda da acquisire:
- Il **tasso di campionamento f_c** deve essere almeno il **doppio della frequenza massima f_{max}** presente nel segnale
- $f_c \geq 2 f_{max}$
- Esempio:
- per la voce (al telefono) $f_{max} = 3600-4000\text{Hz}$, pertanto $f_c=8000\text{ Hz}$
- Se l'orecchio è in grado di captare suoni, fino a 20000Hz , occorre campionare ad almeno 40000Hz . In realtà la **frequenza di campionamento standard** attuale è pari a 44.100 Hz in quanto il **valore dei 20.000 Hz è un valore medio**; fissando una frequenza di campionamento standard, **leggermente superiore** ci si è assicurata la **massima fedeltà**.

PERCHE' LA COMPRESSIONE?

Lo scopo è quello di **ridurre la dimensione dei file contenenti dati audio, conservando per quanto possibile la qualità del suono originale.**

Un brano in formato **CD Audio** ha la seguente dimensione

- $16 \text{ bit/campione} \times 44.100 \text{ campioni/s} \times 2 \text{ canali} = 1,411 \text{ Mbit /s}$, per un solo secondo di musica
- Lo standard **MP3 permette**, senza quasi perdere qualità, di scendere a **128 kb per secondo.**

Quando devo lavorare gestisco il segnale alla massima qualità che posso.

COS'E' MPEG

- E' il Moving Pictures Experts Group
- Fa parte dell'ISO (Organizzazione Internazionale per la Standardizzazione)
- E' un gruppo che si occupa di **sviluppare e standardizzare algoritmi di compressione audio e video.**

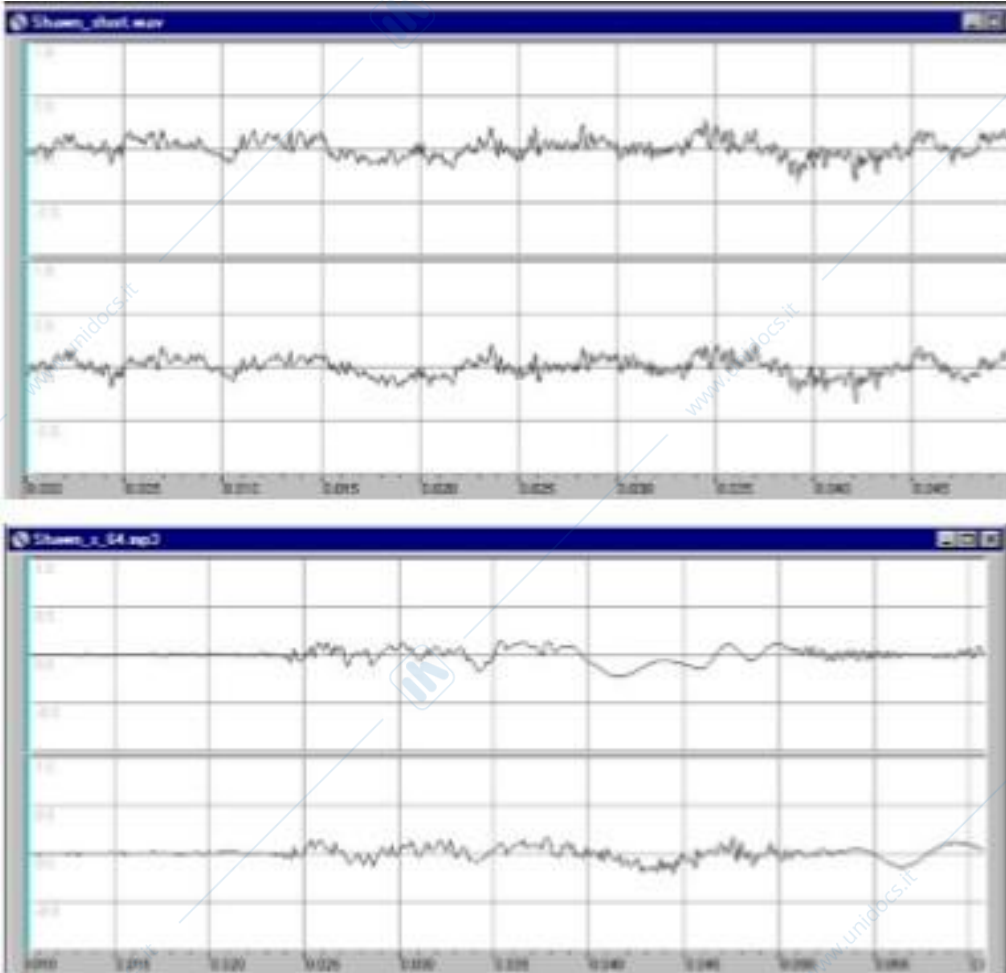
Distribuire le informazione fra devices di marche differenti.

MPEG audio

- Il lavoro del comitato è **diviso in fasi** indicate da numeri arabi (1,2,4,7)
- Il nome **MPEG Audio** indica gli **algoritmi di compressione audio**, che si distinguono in **Layer I, II e III** (di **Crescente complessità e performance**)
- Il **layer III** è comunemente detto **MP3**

MP3, ELEMENTI DI BASE

- Si tratta di un **algoritmo di compressione con perdite**: dopo la codifica-decodifica non si ottiene il file di origine, come si vede dai grafici.



- E' standard ISO-MPEG Audio Layer-3 (IS 11172-3 ed IS 13818-3).
- L'algoritmo è di tipo **percettivo**: lo scopo è quello di produrre un segnale che suoni **come l'originale** per un ascoltatore umano, pur essendo **differente come forma d'onda**.

CODIFICA DI HUFFMAN

- MP3 si avvale inoltre della **codifica di Huffman** che è un **algoritmo di compressione senza perdite**.
- Esso consiste nell'assegnare i **codici più brevi** alle **stringhe** che ricorrono più frequentemente.
- Esistono altri metodi di **codifica audio** che si avvalgono solo di **algoritmi senza perdite**.

CARATTERISTICHE PRINCIPALI DI MP3

- Il banco di filtri polifase;
- Il mascheramento ed il modello psicoacustico;
- Serbatoio di bit;
- Sfruttamento della ridondanza stereo, ISStereo MS stereo;
- Possibilità di **bit-rate** variabile;

MPEG 4 Structured Audio (Poco importante)

- E' uno standard ratificato da poco, implementazioni sono in **corso di sviluppo**.
- E' un **ibrido fra compressione, sintesi e descrizione** strutturata di musica
- Permetterà **riduzione di dati di ordine 1:1000**

Range in frequenza da **20 a 20000 Hz.**

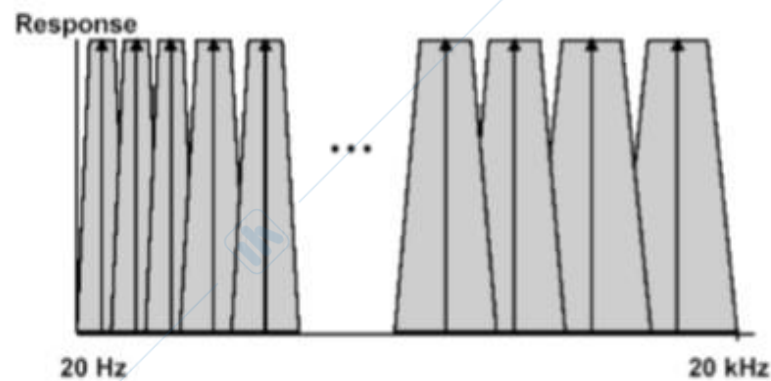
I segnali sono **NON** udibili se sono **sotto la soglia.**

All'interno delle **bande critiche** avviene il

Suoni **intensi** che precedono o seguono altri suoni **causano il**

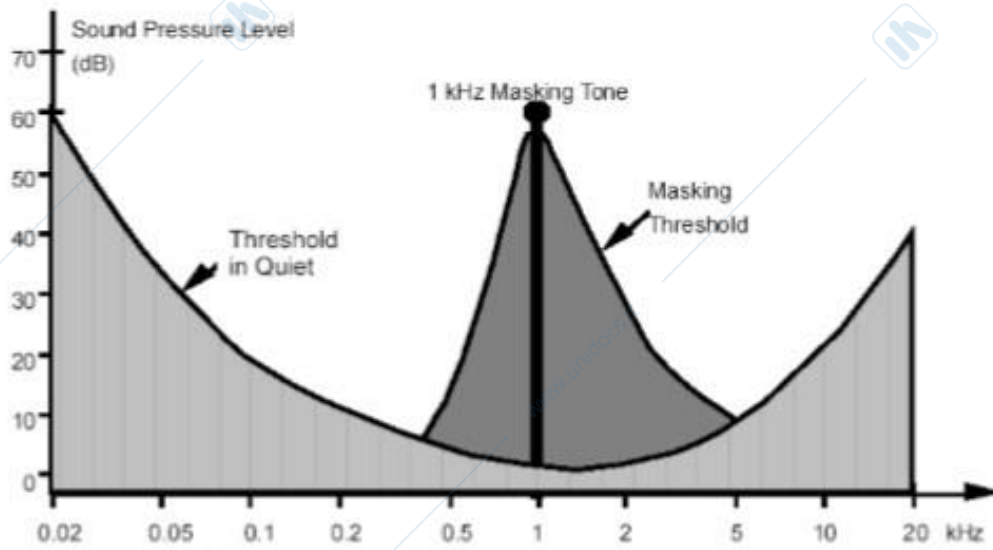
Bande critiche:

- La **larghezza di banda** all'interno della quale avviene il **mascheramento spettrale** è la **Banda critica.**
- Le **bande critiche** NON sono fisse ma **si formano in risposta allo stimolo.**
- Le bande **si allargano con la frequenza.**
- Vi sono circa **20 bande critiche** fra 20 e 20000 Hz.

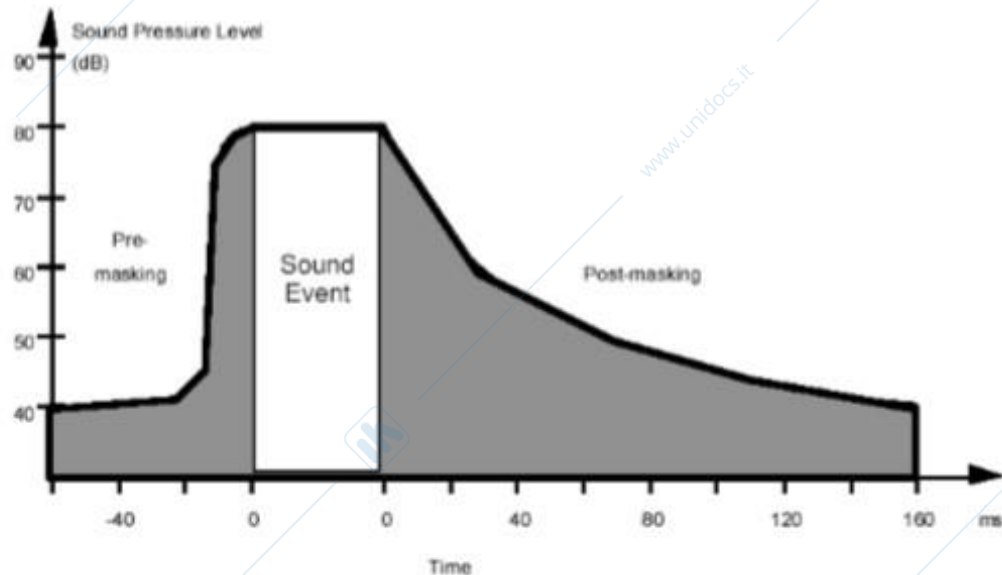


Percezione e segnali audio

– Macheramento spettrale

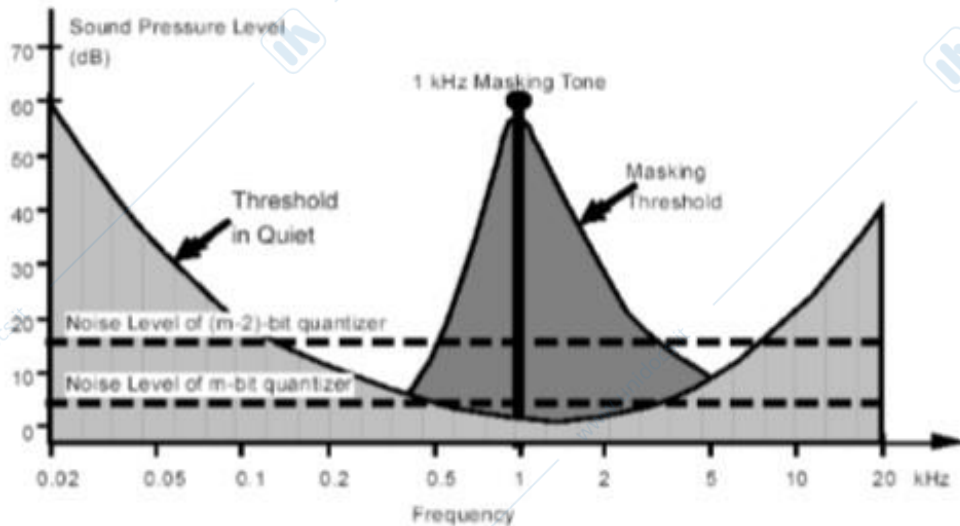


– Macheramento temporale



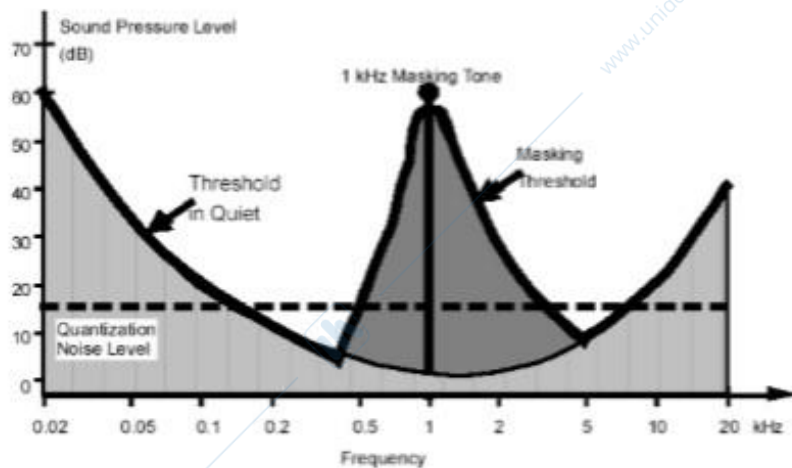
RUMORE DI QUANTIZZAZIONE:

simile in tutta la banda, NON udibile se al di sotto della soglia.



OBIETTIVO DELLA COMPRESSIONE

- Ridurre la quantità di informazione necessaria
- Mantenere il livello di rumore di quantizzazione **SOTTO** la soglia



QUANTIZZAZIONE DISTRIBUITA SPETTRALMENTE

- Divisione in **sottobande**;
- **Aggiustamento del rumore di quantizzazione** in ogni sottobanda per rimanere **sotto la soglia**.

