

### 1) Note musicali

- Cos'è un'ottava? Quante note musicali sono contenute in un'ottava della scala diatonica? E quante in un'ottava nella scala cromatica?
- Cos'è un semitono? Come sono legate tra loro due note consecutive e da quanti semitoni è composta un'ottava della scala temperata?
- Il Do# dell'ottava 6 ha frequenza 1109Hz. A che nota corrisponde la frequenza 5588 Hz? In quale ottava si trova? Calcolare.

### 2) Editing audio digitale

- Aumentare il volume di un segnale audio digitale può introdurre distorsioni? Se sì quali e perché? Cosa si può fare per evitarlo?
- Fare un esempio di operazione di editing che modifica l'involuppo di un audio digitale e discuterne.

### 3) Audio digitale

- Cosa si intende per segnale audio? In cosa è differente dal suono?
- Quale sono i vantaggi nell'usare un segnale audio rispetto al suono?
- Sia S un segnale audio analogico il cui spettro mostra la presenza di una frequenza di valore massimo pari a 1000 Hz. Questo segnale viene campionato con una frequenza di campionamento pari a 1500 Hz. Viene introdotta una distorsione? Motivare la risposta spiegando anche cosa succede al segnale.

### 4) Rumori nei segnali audio

- Cosa sono i rumori bianco, rosa, blu e grigio per i suoni?
- Quali sono le loro caratteristiche? Che relazioni ci sono tra essi? Hanno una qualche utilità?
- Quale, tra i possibili tipi di rumore sonoro, viene impiegato per equalizzare un segnale per far sì che tutte le frequenze siano percepite allo stesso volume? Motivare la risposta.

### 5) Codifiche audio

- Descrivere quanto più dettagliatamente quali sono le caratteristiche delle codifiche A-law e u-law.
- Quali sono le differenze tra le due codifiche?
- Che guadagno si ha nel SQNR utilizzando u-law piuttosto che una semplice quantizzazione uniforme a 8 bit? Calcolare.
- Sia X il valore di un campione con ampiezza normalizzata tra -1 e 1. Il valore di X è -0.5. Quanto vale il valore Y codificato in  $\mu$ -law? Calcolare.

### 6) Quantizzazione audio

- Cos'è la quantizzazione?
- Qual è la differenza tra quantizzazione uniforme e non uniforme?
- È possibile che, tra due diverse tracce audio digitali con lo stesso SQNR, una abbia in realtà subito una distorsione maggiore rispetto all'altra? Motivare la risposta aiutandosi, se si vuole, con un esempio. Qual è il valore di SQNR per un audio digitale quantizzato uniformemente con 3500 livelli?

### 7) Volume percepito

- Perché è preferibile parlare di volume "percepito"?
- Cosa sono le curve isofoniche? Come sono fatte?
- Cos'è il phon? Com'è legato al decibel SPL?
- Qual è il volume percepito in phon di un suono a frequenza 1 KHz e ampiezza 200 dB SPL?

### 8) Compressione audio digitale

- Ha senso operare una compressione dei dati audio eliminando le frequenze tra 1 e 5 KHz a favore delle basse e delle alte? Motivare
- Cos'è il mascheramento frequenziale? Descrivere il fenomeno.

- Qual è la differenza con il mascheramento temporale? (non è necessario descrivere dettagliatamente il fenomeno del mascheramento temporale)
- Perché entrambi possono essere impiegati per comprimere un segnale audio?

## 9) Energia sonora

- Mario da bambino pesava 30 Kg, da adulto pesa 80 Kg. A quanti decibel corrisponde l'aumento di peso di Mario?
- $25 \mu\text{Pa}$  e  $10^{-12} \text{ W / M}^2$ : cosa rappresentano questi due valori? Dove si utilizzano? Discutere.
- Mario monta un impianto audio. Mette vicino 2 casse che possono produrre musica fino a 80 dB SIL. Egli sostiene che così potrà raggiungere un valore massimo di 160 dB. Luigi interviene, dicendo che non è così. Chi ha ragione? Se è Luigi ad avere ragione, dire il volume in dB SIL effettivamente raggiunto accostando le due casse.

## Esercitazione

- Quali sono i passi fondamentali per trasformare un suono in un segnale audio analogico? Come si riproduce un segnale audio analogico registrato precedentemente?
- Cos'è il rapporto segnale rumore per audio analogico? A cosa serve?
- Quali sono i passi fondamentali per l'acquisizione di un segnale audio digitale? Quali sono i passi fondamentali per la riproduzione di un segnale audio digitale?
- Cos'è la frequenza di campionamento? Ed il Nyquist Rate? Come sono legati? Come si può ottenere il Nyquist Rate?
- Cos'è la quantizzazione? Cosa si intende per precisione di quantizzazione?
- Qual è la differenza tra quantizzazione uniforme e non uniforme?
- Cosa si intende per SQNR?
- Nel caso di quantizzazione uniforme, come si calcola l'errore massimo di quantizzazione ed il SQNR?
- È possibile che, tra due diverse tracce audio digitali con lo stesso SQNR, una abbia in realtà subito una distorsione maggiore rispetto all'altra?
- Quanti sono i livelli di quantizzazione, l'errore massimo di quantizzazione e l'SQNR utilizzando una quantizzazione uniforme a 4 bit?  $\text{Max} = 15 \text{ V}$   $\text{Min} = 5 \text{ V}$   
Dato un segnale audio stereo campionato a 1000Hz e quantizzato a 6 bit, qual è il bitrate risultante? Quanto spazio serve in memoria per salvare cinque secondi di questo audio?
- Cos'è la Pulse Code Modulation (PCM)?
- Cosa sono DPCM e ADPCM?
- Quali sono le caratteristiche principali delle codifiche A-law e  $\mu$ -law?
- Cosa si intende per transform coding?
- Cos'è la codifica di Huffman e perché viene utilizzata?
- Cosa si intende per codifica psicoacustica?
- Cos'è una codifica per modelli? Cosa si intende per LPC?
- Cosa si intende per effetto Compansion?
- Cos'è MPEG?
- Cos'è la codifica FLAC e qual è la differenza principale fra essa e le altre codifiche?
- Cosa si intende per ricampionamento?
- Cosa si intende per riquantizzazione?
- Quando si verifica l'effetto di clipping?
- In che cosa consistono gli effetti di Fade In e Fade Out?
- Qual è l'equazione dell'effetto Fade In se si utilizza una funzione di fade lineare?
- In cosa consiste e per cosa è utile l'operazione noise gate?
- Dati due campioni  $a = 3$  e  $b = 8$ , una soglia di compressione  $T = 5$  ed un fattore di compressione  $R = 7$ , quali sono i valori risultati applicando una compressione upward e downward? Usando gli stessi parametri applicare l'effetto di espansione.
- Se volessi attenuare le alte frequenze in un segnale audio digitale quali passi potrei compiere?
- Qual è il comando per concatenare tramite ffmpeg due tracce audio "a.mp3" e "b.mp3"?
- Data una traccia audio "test.mp3" come posso estrarre i primi 5 secondi di questa traccia e salvarli in un nuovo file "5\_sec.mp3" con ffmpeg?