

CORSO PER  
**Tecnico del Suono**  
Modulo - Fisica del suono e Teoria dei segnali  
Ing. Giuseppe Sottile

**Descrizione sintetica:** Il modulo in questione vuole offrire un'ampia conoscenza tecnica dei principi e dei fondamenti che governano i fenomeni acustici e fisici nel contesto della teoria del suono e dei segnali. Il tutto è stato suddiviso in sotto-moduli per esemplificare la trattazione degli argomenti medesimi. L'obiettivo principale è quello di far comprendere alcuni concetti ( direi fondamentali per una buona preparazione di un aspirante tecnico del suono ), aventi molto spesso una trattazione ostica nei libri di testo; con un approccio pratico ed esemplificativo delle relazioni matematiche e fisiche. Si parte dalla fisica del suono e dalle caratteristiche dei segnali ondosi, si studiano il concetto di risonanza, onde stazionarie, psicoacustica e tutti i fenomeni correlati alla propagazione delle onde acustiche( battimenti, attenuazione, smorzamento, riflessione, rifrazione ecc ). Si dà un accenno alla teoria di Fourier per la scomposizione dei suoni complessi come somma di sinusoidi elementari ( il tutto accompagnato da esperimenti di ascolto delle forme d'onda ). Si giunge successivamente all'analisi nel dominio digitale, quindi ai metodi di conversione in particolare al significato fisico, alla comprensione e dimostrazione del teorema del campionamento di Nyquist-Shannon inclusi tutti i fenomeni ad esso correlati ( Aliasing, frequenza di Nyquist, filtri a.a, wv-effect ). La parte successiva è dedicata alla conoscenza dei concetti basilari della risposta in frequenza: Si inizia con l'introduzione del concetto di decibel come unità di misura impiegata nel contesto dell'acustica per misurare il livello di pressione sonora(spl), per poi trattare la lettura e l'interpretazione dei diagrammi logaritmici di sistemi acustici in generale. Correlatori di fase e sonogrammi. Per ultimo ma non meno importante il concetto di banda passante(bandwidth) e pulsazione di taglio. Il modulo di elettronica vuole fornire tutti i concetti che mirano ad una buona preparazione in ambito fisico-tecnico, dei principi di funzionamento di trasduttori e filtri, vengono analizzati i componenti elettronici impiegati nella realizzazione di filtri e trasduttori e le rispettive risposte in frequenza, gli schemi circuitali di semplici amplificatori ed il loro funzionamento, il tutto accompagnato da esperimenti per la comprensione delle leggi fisiche che ne governano i rispettivi fenomeni acustici, vi è pure una trattazione delle principali grandezze impiegate quali Resistenza, Impedenza ecc; e le differenze principali tra valvole e transistors.

**Metodo di erogazione:** ◇ Lezioni frontali accompagnate da slide, simulazioni, esperimenti di fisica ed acustica

**Prerequisiti:** ◇ Nessuno

**Obbiettivi:** ◇ Conoscere i fondamenti dell'acustica ◇ Saper operare con macchine in ambito audio ◇ Saper realizzare collegamenti per impianti audio e hi-fi ◇ Imparare la tecnica di cablaggio e saldatura ◇ Conoscere la matematica e la fisica dei suoni ◇ Operare con segnali sinusoidali ◇ Conoscere i fondamenti dell'elettrotecnica ◇ Imparare a ragionare in termini ingegneristici ◇ Conoscere la componentistica audio ◇ Operare in ambito digitale ed analogico



---

## Programma del corso:

- **Fisica del Suono ed Acustica**

- Che cos'è il suono
- Trigonometria e sinusoidi
- Oscilloscopio e diapason
- Velocità del suono
- Armoniche elementari
  - Ampiezza
  - Frequenza
  - Periodo
  - Pulsazione
  - Fase
  - Lunghezza d'onda
- Psicoacustica
  - Curve isofoniche e phons
  - Diagramma di Fletcher
  - Loudness
  - Effetto Doppler

- **Analisi Armonica**

- Segnali periodici nel tempo
- Combinazione di toni puri
- Serie di Fourier
- Oscilloscopio e microfono
- Forme d'onda elementari
  - Onda sinusoidale
  - Onda quadra

- Onda triangolare
- Dente di sega
- Analisi spettrale
  - Analizzatore di spettro
  - Contenuto armonico di un suono
  - Involuppi e smorzamenti
- Risonanza
  - Risuonatore di Helmholtz
  - Frequenza di risonanza
  - Onde stazionarie

- Elettroacustica

- Corrente e Tensione
- Resistenza e legge di Ohm
- Condensatore elettrostatico
- Induttore
- Impedenza
  - Onda sinusoidale
- Campo elettromagnetico
  - Equazioni di Maxwell
  - Esperimenti sull'induzione elettromagnetica
  - Velocità della luce
  - Funzionamento della Radio
- Cavi e Connessioni
  - Rumore elettrostatico
  - Schermatura
  - bilanciamento segnali
  - Saldatura dei cavi
- Direct Injection Box
- Trasduttori
  - Microfoni ed Altoparlanti
  - Struttura di un altoparlante
  - Microfono elettrodinamico
  - Microfono a condensatore
- Valvole e transistor
- Amplificatori
- Sicurezza ed impianti
  - Regole di cablaggio
  - Messa a terra
  - Convenzioni

- Risposta in frequenza

- Che cos'è la RiF
- Logaritmi e Decibel
  - Scala lineare
  - Scala logaritmica
  - VU-Meters
- Diagrammi polari
- Funzione di trasferimento
  - Diagrammi di Bode
  - Modulo e fase
- Filtri
  - Banda passante, pulsazione e frequenza di taglio
  - Filtro passa basso (LPF) 1 ord. - Costruzione
  - Filtro passa alto (HPF) 1 ord - Costruzione
  - Filtro passa banda (BPF) 1 ord.
  - Filtro arresta banda (NOTCH) 1 ord.
  - Equalizzatore
  - Fattore di merito (Q)

- Audio Digitale

- Digitale vs Analogico
- Trattamento dei segnali all'interno degli elaboratori elettronici
- Il sistema binario
  - Porte logiche
  - Bit e Byte
- Campionamento
  - Campionamento-Quantizzazione-Codifica
  - DAC/ADC
- Teorema di Nyquist-Shannon
  - Significato fisico del teorema
  - Dimostrazione semplice
  - Aliasing
  - Frequenza di campionamento
- Protocollo MIDI
  - Connessioni
  - Messaggi midi

- Cenni di Acustica degli ambienti
  - Principio di Sovrapposizione
  - Formula di Sabine
  - Riverbero
  - Posizionamento diffusori
    - Calcolo del ritardo acustico
    - Stereofonia
  - Fenomeni acustici
    - Effetto Larsen
    - Prossimità
    - Effetto Doppler
    - Convoluzione e risposta all'impulso