



## UNIVERSITÀ DI PISA

### AUDIOLOGIA E METODI DI TRATTAMENTO DEL SEGNALE

---

**FRANCESCA FORLI**

Anno accademico  
CdS

2022/23  
TECNICHE AUDIOPROTESICHE  
(ABILITANTE ALLA PROFESSIONE  
SANITARIA DI AUDIOPROTESISTA)  
002FI  
6

Codice  
CFU

Moduli	Settore/i	Tipo	Ore	Docente/i
AUDIOLOGIA E IMPEDENZIOMETRIA	MED/31	LEZIONI	24	FRANCESCA FORLI
METODI DI ELABORAZIONE DEL SEGNALE SONORO	ING-INF/06	LEZIONI	24	VINCENZO FERRARI

Obiettivi di apprendimento

#### *Conoscenze*

##### **Conoscenze del modulo di METODI DI ELABORAZIONE DEL SEGNALE SONORO**

- Nozioni su architettura e componenti hardware nei sistemi per l'elaborazione di segnali audio
- Regole per una corretta acquisizione e trattamento di segnali audio nelle protesi digitali.
- Conoscenza sulle principali funzioni svolte dalle protesi acustiche digitali
- 

#### *Modalità di verifica delle conoscenze*

##### **Verifica delle conoscenze del modulo di METODI DI ELABORAZIONE DEL SEGNALE SONORO**

- Prova orale

Prerequisiti (conoscenze iniziali)

- **Prerequisiti del modulo di METODI DI ELABORAZIONE DEL SEGNALE SONORO**
- Informatica e l'aritmetica binaria dei calcolatori
- Matematica: piano cartesiano, le funzioni, trigonometria, logaritmi, numeri complessi ecc.
- Acustica: parametri fisici e caratteri distintivi dei suoni (psicoacustici)
- elettronica: componenti R, L, C, circuiti e operazioni su segnali analogici

Programma (contenuti dell'insegnamento)

##### **Programma del modulo di AUDIOLOGIA E IMPEDENZIOMETRIA**

Acumetria tonale, prova di Rinne, prova di Weber, audiometria tonale liminare, audiometro, rilevamento soglia per via aerea per via ascendente e per via discendente, rilevamento soglia per via ossea, audiogramma, crossover, mascheramento, tecniche di mascheramento, Weber, audiometria tonale sopraliminare, recruitment, Test di Fowler, Test di Luscher, S.I.S.I Test, determinazione della soglia del fastidio, adattamento patologico, Test di Carhart, Test di Rosenberg, S.T.A.T., diploacusia, test degli stimoli costanti, test della modulazione di frequenza, audiometria vocale, ridondanza del messaggio verbale, soglia di detezione, soglia di percezione, soglia di intellesione, curva di articolazione, Plateau, Roll-over.

Prove di valutazione delle sordità simulate.

Audiometria protesica. Questionari di valutazione della disabilità uditiva e del beneficio protesico.

I test adattivi per la rilevazione della SRT (Speech Reception Threshold): matrix test SRT50.

Acufenometria.



## **UNIVERSITÀ DI PISA**

Impedenzometria, impedenzometro, tono probe, timpanogramma, impedenza dell'orecchio medio, grafici del timpanogramma, riflessometria stapediale, contrazione del muscolo stapedio, via afferente e via efferente, stimolazione controlaterale, stimolazione ipsilaterale, test per l'identificazione del recruitment test di Metz, test per l'identificazione dell'adattamento patologico, test di Anderson, riflesso morfologia On/Off

### **Programma del modulo di METODI DI ELABORAZIONE DEL SEGNALE SONORO**

- Definizione di segnale. Segnali nel sistema uditivo e nell'apparecchio acustico. Segnali periodici Vs aperiodici, fase di un segnale, valor medio. Potenza istantanea. Potenza media e valore efficace di un segnale con analogie e richiami sull'intensità acustica. Esercitazione con suoni e rumori vedendo i segnali associati a vocali e consonanti. Segnali a tempo e/o ampiezza discreta. La sinusoidale. Serie di Fourier e spettro di un segnale continuo periodico. Accenno all'integrale di Fourier e spettro di un segnale continuo aperiodico. Spettro di un segnale campionato, teorema del campionamento e necessità del filtro anti-aliasing e anti-immagine. Accenno all'esistenza dell'algoritmo FFT per ottenere la trasformata discreta di un segnale digitale di lunghezza finita. Range di frequenze in uscita dall'FFT e risoluzione frequenziale. Trasformata discreta a tempi brevi STFT e spettrogramma.
- Sistemi monodimensionali e loro proprietà: stazionarietà, causalità, con memoria o meno, stabilità e linearità. Risposta in frequenza di un sistema monodimensionale, sia in termini di ampiezza/modulo che di fase. Calcolo in termini di ampiezza dello spettro d'uscita di un segnale dati: lo spettro d'ingresso e la risposta in frequenza in modulo del sistema. Esempi. Risposta globale di sistemi in cascata e in parallelo. Calcolo della risposta globale di sistemi lineari in cascata in decibel. Distorsioni lineari e non lineari. Distorsione armonica/da saturazione e distorsione da intermodulazione. "cubic distortion tone" nel sistema uditivo. Distorsione da saturazione nell'orecchio medio. Definizione di filtro. Banda passante e banda oscura. Filtri ideale e filtri reali. Filtraggio nell'orecchio esterno e nell'orecchio medio. Accenni all'implementazione dei filtri digitali nel dominio del tempo e delle frequenza.
- Schema funzionamento AA multicanale con banco di filtri. Accenno all'implementazione AA multicanale con filtraggio in frequenza. Ritardo massimo ammissibile e ritardo tipico degli AA digitali. Compressione del guadagno. Ricodifica frequenziale (compressione, trasposizione). Localizzazione dei suoni: Indizi binaurali legati all'intensità ed al ritardo sulle due orecchie. Tecniche di beamforming singolo, doppio e binaurale. Simulazione della pinna Soluzioni per simulare l'effetto della pinna con BTE. Altre problematiche legate all'apparecchio acustico digitale e algoritmi per eliminarle e/o attenuarle: Rumore in generale e sua cancellazione (quando possibile); Riverbero, cos'è e come rimuoverlo con microfono remoto; attenuazione dei rumori impulsivi; attenuazione del fruscio del vento; gestione del feedback acustico con algoritmi mono e binaurali e cause del feedback residuo. Individuazione automatica dell'ambiente e selezione automatica dei parametri degli algoritmi d'elaborazione. Principali vantaggi degli apparecchi acustici digitali (rispetto ai dispositivi analogici). Perdita d'inserzione; Prove tonali in situ.
- 

### **Bibliografia e materiale didattico**

#### **Bibliografia del modulo di di AUDIOLOGIA E IMPEDENZIOMETRIA**

Manuale di audiologia di [Massimo Del Bo](#), [Fabio Giaccari](#), [Giorgio Grisanti](#). Editore: [Elsevier](#)

Argomenti di Audiologia. S. Prosser, A. Martini. Edizioni Omega.

Dispense consegnate a lezione

#### **Bibliografia del modulo di METODI DI ELABORAZIONE DEL SEGNALE SONORO**

- Slide e materiale fornito dal docente

### **Modalità d'esame**

#### **Modalità d'esame del modulo di di AUDIOLOGIA E IMPEDENZIOMETRIA**

Prova scritta con domande a scelta multipla o a risposte aperte.

#### **Modalità d'esame del modulo di METODI DI ELABORAZIONE DEL SEGNALE SONORO**

Prova orale

NB voto congiunto con modulo di Audiologia (prof. Francesca Forli)

Ultimo aggiornamento 02/08/2022 10:36