



# UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PALERMO

<b>DIPARTIMENTO</b>	Ingegneria
<b>ANNO ACCADEMICO OFFERTA</b>	2023/2024
<b>ANNO ACCADEMICO EROGAZIONE</b>	2025/2026
<b>CORSO DILAUREA</b>	INGEGNERIA BIOMEDICA
<b>INSEGNAMENTO</b>	STRUMENTAZIONE BIOMEDICALE
<b>TIPO DI ATTIVITA'</b>	B
<b>AMBITO</b>	50296-Ingegneria biomedica
<b>CODICE INSEGNAMENTO</b>	23175
<b>SETTORI SCIENTIFICO-DISCIPLINARI</b>	ING-INF/06
<b>DOCENTE RESPONSABILE</b>	MACALUSO ROBERTO Professore Associato Univ. di PALERMO
<b>ALTRI DOCENTI</b>	
<b>CFU</b>	6
<b>NUMERO DI ORE RISERVATE ALLO STUDIO PERSONALE</b>	96
<b>NUMERO DI ORE RISERVATE ALLA DIDATTICA ASSISTITA</b>	54
<b>PROPEDEUTICITA'</b>	
<b>MUTUAZIONI</b>	
<b>ANNO DI CORSO</b>	3
<b>PERIODO DELLE LEZIONI</b>	2° semestre
<b>MODALITA' DI FREQUENZA</b>	Facoltativa
<b>TIPO DI VALUTAZIONE</b>	Voto in trentesimi
<b>ORARIO DI RICEVIMENTO DEGLI STUDENTI</b>	<b>MACALUSO ROBERTO</b> Martedì 13:00 15:00 DEIM

DOCENTE: Prof. ROBERTO MACALUSO

<b>PREREQUISITI</b>	Per poter seguire il corso con profitto, lo studente deve possedere ampie conoscenze degli argomenti trattati nei corsi di Fondamenti di Elettronica, Fisica e Chimica.
<b>RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI</b>	<p>Conoscenza e capacita' di comprensione</p> <p>Lo studente al termine del corso avra' padronanza dei sensori e delle relative tecnologie utilizzate per la misura di grandezze fisiche di interesse biomedico e delle problematiche connesse e acquisira' conoscenze generali su: a) fenomeni fisici legati alla trasduzione; b) tecnologie a semiconduttore per la realizzazione dei sensori; c) caratteristiche statiche e dinamiche di sistemi di sensing; d) piattaforme di trasduzione utilizzate nei sistemi di sensing; e) progetto ed utilizzo dei principali dispositivi per la misura dei segnali biomedici; f) conoscenza del funzionamento delle principali strumentazioni biomediche.</p> <p>Capacita' di applicare conoscenza e comprensione</p> <p>Lo studente sara' in grado di applicare le proprie competenze generali sul funzionamento dei sensori e dei sistemi di misura dei segnali biomedici per essere buon progettista, selezionatore ed utilizzatore di dispositivi basati sui sensori. Sara' inoltre in grado di applicare le tecniche di condizionamento del segnale (amplificazione, filtraggio) per il miglioramento del rapporto segnale rumore e quelle di conversione in forma digitale per favorire l'archiviazione, trasmissione o elaborazione numerica. Sara' infine capace di predisporre l'utilizzo della strumentazione biomedica per l'acquisizione dei principali segnali vitali, conoscendo i principi di funzionamento ed individuando le caratteristiche principali e gli elementi di criticita' legati al funzionamento di tale strumentazione.</p> <p>Autonomia di giudizio</p> <p>Lo studente sara' in grado di interpretare le specifiche di sensori e sistemi di misura; sara' in grado di raccogliere i dati necessari alla valutazione delle prestazioni e di interpretare i risultati della valutazione confrontando i parametri degli stessi; infine, sara' in grado di collezionare i dati necessari alla progettazione delle applicazioni piu' comuni dei sensori ed all'utilizzo degli strumenti biomedici per la misura dei piu' comuni parametri fisiologici.</p> <p>Abilita' comunicative</p> <p>Lo studente acquisira' la capacita' di comunicare ed esprimere problematiche inerenti l'oggetto del corso. Sara' in grado di sostenere conversazioni su tematiche riguardanti i sensori, la tecnologia utilizzata per la loro fabbricazione e la strumentazione biomedica che li utilizza, evidenziando i problemi relativi ai limiti del loro funzionamento, cosi' da offrire soluzioni.</p> <p>Capacita' di apprendimento</p> <p>Lo studente avra' appreso i concetti introduttivi alla strumentazione biomedica su cui potra' poi fare affidamento sia in specifici settori applicativi dell'Ingegneria Biomedica industriale e clinica, sia nei corsi specialistici erogati durante Laurea Magistrale.</p>
<b>VALUTAZIONE DELL'APPRENDIMENTO</b>	<p>Scopo della valutazione e' quello di accertare che lo studente abbia piena padronanza di tutti gli argomenti trattati durante il corso.</p> <p>La valutazione si basera' su una prova scritta, la quale sara' composta da esercizi e domande sui vari argomenti del corso. Le domande proposte tenderanno a verificare che lo studente possieda adeguate capacita' espositive, riesca a correlare i vari contenuti del corso in modo autonomo, comprenda le applicazioni o le implicazioni dei vari contenuti trattati nell'ambito della disciplina, abbia acquisito adeguata proprieta' di linguaggio, soprattutto con riferimento alla terminologia inglese.</p> <p>La valutazione avviene in trentesimi. La soglia della sufficienza sara' raggiunta quando lo studente mostrera' conoscenza e comprensione degli argomenti almeno nelle linee generali e competenze applicative minime in ordine alla risoluzione di casi concreti. Lo studente dovra' ugualmente possedere capacita' espositive e argomentative tali da consentire la trasmissione delle sue conoscenze all'esaminatore. Al di sotto di tale soglia, l'esame risultera' insufficiente. Piu' in dettaglio, la valutazione dell'esame sara' fatta secondo il seguente schema:</p> <p>30-30 e lode: Valutazione eccellente/ottima. Ottima conoscenza degli argomenti, ottima capacita' analitica anche in nuovi contesti; ottima proprieta' di linguaggio e di apprendimento; ottima capacita' di collegare fra loro i vari argomenti trattati durante il corso.</p> <p>27-29: Valutazione molto buona. Buona padronanza degli argomenti, piena proprieta' di linguaggio; lo studente e' in grado di applicare le conoscenze per risolvere i problemi proposti e di spaziare comodamente tra un argomento e</p>

	<p>l'altro.</p> <p>24-26: Valutazione buona. Conoscenza di base dei principali argomenti, discreta proprietà di linguaggio con limitata capacità di applicare autonomamente le conoscenze alla soluzione dei problemi proposti e di collegare i vari argomenti trattati durante il corso.</p> <p>21-23: Soddisfacente. Parziale padronanza degli argomenti del corso, soddisfacente proprietà linguaggio, scarsa capacità di applicare autonomamente le conoscenze acquisite.</p> <p>18-20: Sufficiente. Minima conoscenza degli argomenti del corso e del linguaggio tecnico, scarsissima o nulla capacità di applicare autonomamente le conoscenze acquisite.</p> <p>Insufficiente: non possiede una conoscenza accettabile dei contenuti degli argomenti trattati nell'insegnamento.</p>
<b>OBIETTIVI FORMATIVI</b>	<p>L'obiettivo del corso è quello di fornire le conoscenze di base relative alle metodiche ed ai problemi tipici del prelievo di biopotenziali ed ai principi di funzionamento delle principali apparecchiature elettromedicali di tipo diagnostico. Assieme alle caratteristiche dei principali segnali biomedici e alla modalità del loro rilevamento, viene fornita una panoramica dei fenomeni di sensing e della loro implementazione nelle più comuni apparecchiature biomediche per la misura dei biosegnali.</p> <p>Il corso inoltre prevede l'analisi e la progettazione di circuiti di condizionamento, amplificazione e digitalizzazione del segnale e propone alcuni esempi di strumentazione biomedica mirati a formare lo studente riguardo a come le moderne apparecchiature biomedicali permettano la valutazione funzionale dei principali distretti fisiologici che compongono l'organismo umano.</p> <p>Il corso comprende esercitazioni teoriche. Alla fine del corso, gli studenti saranno in grado di capire quando un sensore funziona, quali sono le tecnologie utilizzate per la realizzazione dei sensori, quali sono i problemi che limitano l'utilizzo dei sensori nelle misure, come selezionare i sensori in applicazioni specifiche, come utilizzare la strumentazione biomedica per la valutazione fisiologica e clinica di alcuni apparati fondamentali del corpo umano.</p>
<b>ORGANIZZAZIONE DELLA DIDATTICA</b>	Lezioni frontali, Esercitazioni, seminari.
<b>TESTI CONSIGLIATI</b>	<p>Testi di riferimento/Reference texts:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- J.G. Webster: Medical Instrumentation: Application and Design, John Wiley &amp; Sons. ISBN: 978-1-119-45733-6</li> <li>- Pallas-Areny, Webster: Sensors and signal conditioning. 2nd ed. John Wiley &amp; Sons, 2001. ISBN: 978-0-471-33232-9</li> <li>- G Avanzolini, E Magosso: Strumentazione biomedica. Progetto e impiego dei sistemi di misura, Patron Editore, Bologna, 2015. ISBN: 8855532952</li> </ul> <p>Materiale fornito dal docente reperibile attraverso il portale studenti dagli studenti iscritti al corso /Material (projected slides) provided by the professor and available through the student portal by students enrolled in the course.</p>

### PROGRAMMA

ORE	Lezioni
6	Introduzione ai sistemi di misura biomedica. Generalità e classificazione dei segnali biomedici. Misura dei segnali biomedici. Esempi di sistemi e segnali fisiologici. Misure dirette e indirette. Misure invasive e non invasive: esempi. Componenti di un sistema di misura biomedico: sensori/trasduttori, condizionamento del segnale, elaborazione numerica dei segnali biologici, attuatori, interfaccia con l'utente. Tecnologie diagnostiche.
4	Generalità sui Sistemi di Misura: architettura, descrizione funzionale, errori di misura.
10	Fondamenti su sensori e fenomeni fisici di trasduzione. Sensori di pressione, di temperatura, di posizione, di radiazione luminosa. Effetti piezoelettrico, piezoresistivo, termoelettrico. Estensimetri a filo e a semiconduttore. Termoresistenze, termistori, termocoppie e relativi materiali. Ponte di Wheatstone e sue applicazioni. Sensori capacitivi e magnetici. Fotorivelatori: fototubi, fotomoltiplicatori, fotoresistenze, fotodiodi. Tecnologie per la fabbricazione dei sensori. Materiali nanostrutturati per la realizzazione di sensori biomedici.
8	Componenti di un sistema di misura biomedico: amplificatori e filtri. Amplificatore differenziale per strumentazione biomedica. Convertitore analogico-digitale e digitale-analogico. Effetto dei rumori.
4	Misura della pressione arteriosa.
6	Elettrocardiografia e misure di attività cardiaca.
6	Ossimetria e misura della saturazione percentuale in ossigeno dell'emoglobina del sangue arterioso.
4	Elettroencefalografia e misure di attività cerebrale.
ORE	Esercitazioni
6	Esercizi sui vari argomenti trattati durante il corso.