



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PALERMO

DIPARTIMENTO	Ingegneria
ANNO ACCADEMICO OFFERTA	2019/2020
ANNO ACCADEMICO EROGAZIONE	2021/2022
CORSO DILAUREA	INGEGNERIA BIOMEDICA
INSEGNAMENTO	SENSORI E STRUMENTAZIONE BIOMEDICA
TIPO DI ATTIVITA'	B
AMBITO	50296-Ingegneria biomedica
CODICE INSEGNAMENTO	18412
SETTORI SCIENTIFICO-DISCIPLINARI	ING-INF/06
DOCENTE RESPONSABILE	FAES LUCA Professore Ordinario Univ. di PALERMO
ALTRI DOCENTI	
CFU	9
NUMERO DI ORE RISERVATE ALLO STUDIO PERSONALE	144
NUMERO DI ORE RISERVATE ALLA DIDATTICA ASSISTITA	81
PROPEDEUTICITA'	
MUTUAZIONI	
ANNO DI CORSO	3
PERIODO DELLE LEZIONI	2° semestre
MODALITA' DI FREQUENZA	Facoltativa
TIPO DI VALUTAZIONE	Voto in trentesimi
ORARIO DI RICEVIMENTO DEGLI STUDENTI	FAES LUCA Mercoledì 10:30 11:30 Viale delle Scienze, Edificio 9 - DEIM, Il piano (stanza 219)

PREREQUISITI	Conoscenze delle tecniche di analisi dei circuiti a parametri concentrati in regime impulsivo e sinusoidale acquisite nel corso di Elettrotecnica. Buona conoscenza del calcolo vettoriale e fasoriale. Conoscenze di base del calcolo differenziale ed integrale. Conoscenze relative ai moduli di Analisi matematica, Geometria, Fisica I e II.
RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI	Conoscenza e capacita' di comprensione Lo studente al termine del corso avra' padronanza delle tecnologie relative alla misura di grandezze fisiche di interesse biomedico e delle problematiche connesse, e acquisira' conoscenze generali su: a) fenomeni fisici legati alla trasduzione; b) caratteristiche statiche e dinamiche dei sistemi di sensing ; c) piattaforme di trasduzione utilizzate nei sistemi di sensing; d) semplici problemi circuitali con la finalita' di ottenere specifiche prestazioni; e) progetto ed utilizzo dei principali dispositivi per la misura dei segnali biomedici quali elettrocardiografia, elettroencefalografia, misura della pressione arteriosa e dell'attivita' respiratoria. Capacita' di applicare conoscenza e comprensione 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, nonche' 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. Autonomia di giudizio 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. Abilita' comunicative 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 e la strumentazione biomedica, la loro scelta, i sistemi che usano sensori in base all'applicazione, evidenziando i problemi relativi ai limiti del loro funzionamento, cosi' da offrire soluzioni. Capacita' d'apprendimento Lo studente avra' appreso i concetti introduttivi alla strumentazione biomedica su cui potra' poi fare affidamento in specifici settori applicativi dell'Ingegneria Biomedica industriale e clinica, nonche' nei corsi specialistici che seguiranno durante la Laurea Magistrale. Inoltre, lo studente avra' appreso le basi delle interazioni tra la fisica dei sensori ed il loro impiego nelle applicazioni piu' comuni e questo gli consentira' di proseguire gli studi ingegneristici nel settore dell'elettronica o delle telecomunicazioni con maggiore autonomia e discernimento.
VALUTAZIONE DELL'APPRENDIMENTO	La valutazione dell'apprendimento verra' effettuata mediante una prova scritta al termine del corso. La prova orale e' facoltativa e non sostituisce le prove scritte. Lo studente vi puo' accedere qualora abbia superato la prova scritta (minimo 18/30) ed intenda provare a migliorare il giudizio ottenuto. Tutte le prove (scritte e/o orali) verteranno sugli argomenti del corso. Obiettivo della verifica consiste nel valutare se lo studente abbia una buona conoscenza dei fenomeni fisici legati alla trasduzione, della caratterizzazione statica e dinamica dei sistemi di misura, delle piattaforme di trasduzione utilizzate nei sistemi di sensing e del loro impiego nei dispositivi di misura piu' comuni. In caso di superamento dell'esame, la Commissione attribuisce allo studente un voto sulla base del livello di conoscenza degli argomenti oggetto delle prove sostenute (circa 50% del voto finale attribuito), della capacita' di elaborare ed interpretare i concetti appresi e di connetterli con gli altri argomenti trattati durante il corso (circa 40% del voto finale attribuito), e del livello raggiunto nella capacita' di espressione nel corretto linguaggio tecnico (circa 10% del voto finale attribuito). La verifica del raggiungimento di tali livelli di preparazione verra' favorita inserendo nella prova scritta sia domande a carattere teorico e concettuale che esercizi pratici richiedenti calcoli numerici. La valutazione si basa sui seguenti criteri: a) eccellente (30 - 30 e lode): ottima conoscenza degli argomenti, ottima proprieta' di linguaggio, buona capacita' analitica, lo studente e' in grado di

	applicare le conoscenze per risolvere i problemi proposti; b) molto buono (27 - 29): buona padronanza degli argomenti, piena proprietà di linguaggio, lo studente è in grado di applicare le conoscenze per risolvere i problemi proposti; c) buono (24 - 26): conoscenza di base dei principali argomenti, discreta proprietà di linguaggio, con limitata capacità di applicare autonomamente le conoscenze alla soluzione dei problemi proposti; d) soddisfacente (21 - 23): non ha piena padronanza degli argomenti principali dell'insegnamento ma ne possiede le conoscenze, soddisfacente proprietà di linguaggio, scarsa capacità di applicare autonomamente le conoscenze acquisite; e) sufficiente (18 - 20): minima conoscenza di base degli argomenti principali dell'insegnamento e del linguaggio tecnico, scarsissima capacità di applicare autonomamente le conoscenze acquisite f) insufficiente: non possiede una conoscenza minima accettabile dei contenuti degli argomenti trattati nell'insegnamento.
OBIETTIVI FORMATIVI	L'obiettivo del corso è quello di fornire ai futuri ingegneri le conoscenze abilitanti che riguardano le moderne tecnologie dei sensori e dei sistemi di misura, e la loro implementazione nelle più comuni apparecchiature biomediche per la misura dei biosegnali. Il corso offre una panoramica dei fenomeni di sensing e delle classi di sistemi di misura, e fornisce gli elementi di base di elettronica, controlli automatici e analisi statistica necessari per caratterizzare le prestazioni statiche e dinamiche di tali sistemi e per progettare circuiti di condizionamento, amplificazione e digitalizzazione del segnale. Gli esempi di strumentazione biomedica trattati dal corso mirano a formare lo studente riguardo a come le moderne apparecchiature biomedicali permettono la valutazione funzionale dei principali distretti fisiologici che compongono l'organismo umano (cuore, cervello, sistema vascolare, sistema respiratorio). Il corso procede per concetti, fornendo una trattazione ragionevolmente approfondita e formalizzata, incoraggiando lo studente ad impostare razionalmente i problemi dell'analisi e del progetto dei sistemi per misure biomediche. Il corso comprende esercitazioni teoriche e di laboratorio. Alla fine del corso, gli studenti saranno in grado di capire quando un sensore funziona, quali sono le questioni che limitano l'utilizzo dei sensori nelle misure, come selezionare i sensori in applicazioni specifiche, nonché come utilizzare la strumentazione biomedica per la valutazione fisiologica e clinica dei sistemi cardiovascolare, cerebrale e respiratorio.
ORGANIZZAZIONE DELLA DIDATTICA	Prova Scritta, Prova Orale facoltativa, Prove in itinere
TESTI CONSIGLIATI	Slides e materiale del corso fornito dal docente G Avanzolini, E Magosso: Strumentazione biomedica. Progetto e impiego dei sistemi di misura, Patron Editore, Bologna, 2015 J.G. Webster: Medical Instrumentation: Application and Design, John Wiley & Sons

PROGRAMMA

ORE	Lezioni
4	Generalità sui Sistemi di Misura: architettura, descrizione funzionale, errori di misura
2	Fenomeni fisici di trasduzione
11	Prestazioni dei sistemi di misura: Caratteristiche statiche e dinamiche
6	Risposta in frequenza dei sistemi di misura
8	Caratterizzazione dei sensori resistivi, reattivi, auto-generanti, ottici
9	Condizionamento dei sensori: circuiti di interfaccia, amplificazione, filtraggio
6	Conversione analogico/digitale dei biosegnali
6	Misura dei biopotenziali: elettrocardiografia, elettroencefalografia
4	Fotoplethysmografia e misure cardiocircolatorie
4	Misura della pressione arteriosa
3	Misure di attività respiratoria
ORE	Esercitazioni
12	Esercitazioni teoriche
ORE	Laboratori
6	Laboratorio sperimentale - Sistemi di acquisizione di dati biomedici : elettrocardiografia, fotoplethysmografia