



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	ACCIARI GIANLUCA Ricercatore 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	ACCIARI GIANLUCA Lunedì 11:30 15:30 Presso la sede di via realmaestranza, ufficio piano terra, Caltanissetta

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 di 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 e le reti 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 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	Prova Orale, Prova Scritta, Prove in itinere La valutazione dell'apprendimento verra' effettuata mediante prove in itinere durante il corso ed una prova orale finale. Le prove in itinere verteranno sugli argomenti del corso. In alternativa, lo studente che non raggiunge la sufficienza (minimo 18/30) nelle prove in itinere, dovra' affrontare una prova scritta finale, che riguardera' anch'essa argomenti del corso. Anche in questo caso, il voto minimo per la sufficienza sara' 18/30. La prova finale orale consiste nella richiesta agli studenti di trattare alcuni argomenti svolti a lezione dal docente del corso. Per ognuno di tali argomenti, lo studente dovra, anzitutto, inquadrare l'argomento nell'ambito del corso, illustrarne il significato e l'importanza, ad esempio mediante definizioni formali e ambiti applicativi, definire le metodologie di studio e gli eventuali limiti di validita. Infine, dovra' esporre l'argomento con proprieta' di linguaggio e fluidita' di trattazione analitica. Obiettivo della verifica finale 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 neli piu' comuni dispositivi biomedicali per la misura dei segnali fisiologici. Al termine della prova orale, la Commissione di esame comunica allo studente se l'esame e' stato superato. In caso di superamento dell'esame, la Commissione attribuisce allo studente un voto sulla base dei seguenti criteri di valutazione: a) livello di

	conoscenza degli argomenti oggetto della prova orale, e autonomia nella capacita' di interconnessione di tali argomenti con gli altri trattati durante il corso (90% del voto finale attribuito; b) livello raggiunto nella capacita' di espressione nel corretto linguaggio tecnico (10% del voto finale attribuito).
OBIETTIVI FORMATIVI	L'obiettivo del corso e' 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 piu' 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 teoria dei segnali 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, con lo sviluppo di codici in ambiente Matlab. 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, nonche' come utilizzare la strumentazione biomedica per la valutazione fisiologica e clinica dei sistemi cardiovascolare, cerebrale e respiratorio.
ORGANIZZAZIONE DELLA DIDATTICA	Lezioni, esercitazioni, laboratorio
TESTI CONSIGLIATI	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	Generalita' sui Sistemi di Misura: architettura, descrizione funzionale, errori di misura
4	Fondamenti sui sensori e fenomeni fisici di trasduzione
12	Prestazioni dei sistemi di misura: Caratteristiche statiche e dinamiche.
4	Risposta in frequenza dei sistemi di misura
8	Caratterizzazione dei sensori resistivi, reattivi, auto-generanti, ottici
8	Condizionamento dei sensori: circuiti di interfaccia, amplificazione, filtraggio
4	Conversione analogico/digitale dei biosegnali
8	Elettrocardiografia e misure di attivita' cardiaca
8	Elettroencefalografia e misure di attivita' cerebrale
6	Misure di attivita' respiratoria
6	Misura della pressione arteriosa
8	Fotoplethysmografia e misure cardiocircolatorie
ORE	Esercitazioni
20	Esercitazioni teoriche
ORE	Laboratori
8	Laboratorio sperimentale - Sistemi di acquisizione di dati biomedici : elettrocardiografia, fotoplethysmografia