



# UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PALERMO

<b>DIPARTIMENTO</b>	Ingegneria		
<b>ANNO ACCADEMICO OFFERTA</b>	2020/2021		
<b>ANNO ACCADEMICO EROGAZIONE</b>	2021/2022		
<b>CORSO DILAUREA MAGISTRALE</b>	ELECTRONICS ENGINEERING		
<b>INSEGNAMENTO</b>	SENSORS AND SIGNAL CONDITIONING FOR DIGITAL MEASUREMENTS		
<b>TIPO DI ATTIVITA'</b>	B		
<b>AMBITO</b>	50364-Ingegneria elettronica		
<b>CODICE INSEGNAMENTO</b>	21237		
<b>SETTORI SCIENTIFICO-DISCIPLINARI</b>	ING-INF/07		
<b>DOCENTE RESPONSABILE</b>	ARTALE GIOVANNI	Ricercatore a tempo determinato	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>	2		
<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>ARTALE GIOVANNI</b> Lunedì 09:00 11:00 Electric and electronical measurement laboratory Mercoledì 09:00 11:00 Electric and electronical measurement laboratory		

<b>PREREQUISITI</b>	Conoscenze di elettrotecnica, elettronica, misure elettriche ed elettroniche: componenti e circuiti elettrici ed elettronici; metodi, strumenti e incertezza di misura; strumentazione digitale; acquisizione dati
<b>RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI</b>	<p><b>D.1: Conoscenza e comprensione</b> Lo studente acquisirà conoscenze, capacità di comprensione e abilità relativamente a sensoristica e condizionamento del segnale, caratteristiche metrologiche di catene di misura e strumenti virtuali per l'acquisizione e l'analisi di segnali provenienti da sensori.</p> <p><b>D.2: Capacità di applicare conoscenza e comprensione</b> Lo studente, avrà la capacità di applicare le conoscenze e abilità acquisite per progettare, realizzare e caratterizzare catene di misura e strumenti virtuali per l'acquisizione e l'analisi di segnali provenienti da sensori.</p> <p><b>D.3: Autonomia di giudizio</b> Lo studente sarà in grado di integrare le proprie conoscenze e accrescere le proprie capacità critiche per orientarsi e formulare giudizi riguardanti la scelta e l'impiego dei componenti fondamentali, hardware e software, di una catena di misura per l'acquisizione e l'analisi di segnali provenienti da sensori, in funzione informazioni disponibili, delle specifiche tecniche e dei requisiti richiesti per le applicazioni oggetto di studio.</p> <p><b>D.4: Abilità comunicative</b> Lo studente sarà in grado di interloquire, con esperti o non esperti e con chiarezza e proprietà di linguaggio, in merito a informazioni, idee, problemi e soluzioni riguardanti la realizzazione e gestione di sistemi di misura digitali per l'acquisizione e l'analisi di segnali provenienti da sensori e per l'esecuzione di misure con sistemi di acquisizione dati.</p> <p><b>D.5: Capacità d'apprendimento</b> Lo studente svilupperà capacità metodologiche, di collegamento e di rielaborazione delle conoscenze acquisite in merito a sensoristica, condizionamento del segnale e sistemi misura digitali, nonché agli ambiti interdisciplinari ad essi correlati. Tali capacità gli consentiranno di affrontare gli studi successivi o l'attività professionale con alto grado di autonomia e in numerosi contesti in cui le conoscenze e abilità maturate possono trovare applicazione.</p>
<b>VALUTAZIONE DELL'APPRENDIMENTO</b>	<p><b>MODALITA' DI ESAME:</b> L'esame si articola in due parti: una prova pratica e una prova orale. Lo studente è inoltre tenuto a presentare all'esame le relazioni scritte sulle esercitazioni di laboratorio e sui progetti/casi di studio sviluppati durante il corso.</p> <p>La parte pratica dell'esame consiste nello svolgimento e discussione di una delle esercitazioni di laboratorio. L'esercitazione è scelta dal docente tra quelle svolte durante il corso. La parte orale consiste in un colloquio, con domande a risposta aperta, sull'intero programma del corso, incluse le esercitazioni svolte in laboratorio e le relazioni scritte.</p> <p>La durata minima dell'esame è di 45 minuti (più 45 minuti di tempo per predisporre la prova pratica).</p> <p>L'esame mira a valutare: - conoscenza e comprensione dei contenuti teorici del corso e capacità di applicare tali competenze a problematiche ed applicazioni in ambiti propri del corso e/o ad esso correlati; - padronanza dei contenuti applicativi del corso e capacità di utilizzo della strumentazione impiegata; - proprietà di linguaggio, chiarezza espositiva e di argomentazione, capacità di collegare e rielaborare le proprie conoscenze e di orientarsi e formulare giudizi in contesti disciplinari e/o interdisciplinari.</p> <p>L'esame è valutato in trentesimi. Il voto minimo per superare l'esame è 18/30.</p> <p><b>CRITERI DI VALUTAZIONE</b> L'attribuzione del voto dipende dal livello complessivo dei risultati raggiunti. Gli elementi che concorrono alla formazione del voto sono riconducibili al seguente schema (vedi quadro dei risultati di apprendimento attesi, descrittori D. 1-D.5).</p> <p>29-30 / 30 e lode D.1/D.2: piena padronanza dei contenuti; assenza di errori; correzione di imprecisioni o integrazione delle risposte in autonomia; corretta e rigorosa impostazione dei problemi; soluzioni complete, corrette ed efficaci; elementi di</p>

	<p>originalità D.3/D.4/D.5: efficace rielaborazione delle conoscenze, autonomia e coerenza nell'orientarsi o esprimere giudizi in contesti disciplinari/interdisciplinari; ottima chiarezza espositiva, argomentazioni articolate; piena proprietà di linguaggio.</p> <p>24-28 D.1/D.2: buona padronanza dei contenuti; pochi lievi errori/omissioni, correzioni/integrazioni parzialmente guidate; buona impostazione dei problemi, soluzioni sostanzialmente corrette. D.3/D.4/D.5: buona coerenza nel collegare i concetti e nell'orientarsi in ambiti disciplinari o ad essi correlati; buona chiarezza nell'esposizione, corretta proprietà di linguaggio.</p> <p>18-23 D.1/D.2: sufficiente conoscenza dei contenuti, accettabile approccio ai problemi, soluzioni complessivamente adeguate; limitata autonomia, errori/omissioni non gravi; D.3/D.4/D.5: coerenza nell'orientarsi e collegare i concetti in ambito disciplinare, sebbene in modo incerto e guidato; sufficiente proprietà di linguaggio, esposizione accettabile.</p> <p>inferiore a 18 (esame non superato) D.1-D.5: risultati di apprendimento non sufficienti.</p>
<b>OBIETTIVI FORMATIVI</b>	<p>Conoscere le principali caratteristiche e tipologie di componenti, accessori e sistemi hardware e software di catene di misura per l'acquisizione e l'analisi di segnali provenienti da sensori, nonché i criteri essenziali per la loro realizzazione, gestione e caratterizzazione metrologica.</p> <p>Saper leggere ed interpretare i datasheet dei componenti fondamentali delle catene di misura in oggetto, dalla sensoristica agli accessori di condizionamento del segnale e ai sistemi di acquisizione dati, nell'ottica della loro scelta e del loro utilizzo in applicazioni pratiche, in funzione delle specifiche metrologiche desiderate.</p> <p>Saper affrontare problematiche relative alla realizzazione di catene di misura per l'acquisizione e l'analisi di segnali provenienti da sensori e per la gestione di sistemi di acquisizione dati realizzati attraverso le suddette catene di misura.</p>
<b>ORGANIZZAZIONE DELLA DIDATTICA</b>	<p>Lezioni frontali; esercitazioni in aula e in laboratorio; sviluppo e analisi di progetti/casi di studio e loro discussione in aula.</p> <p>Le attività didattiche sono organizzate in modo da agevolare il raggiungimento dei risultati di apprendimento attesi (D.1-D.5 dell'omonimo quadro). Attraverso le lezioni frontali e le esercitazioni guidate, i contenuti del corso vengono offerti dando rilievo agli aspetti applicativi e alla sinergia tra i diversi argomenti (D.1), e vengono via via applicati per la soluzione delle problematiche oggetto di studio, stimolando così lo sviluppo delle capacità di applicazione delle conoscenze e abilità acquisite (D.2).</p> <p>Durante le lezioni, in parte dialogate e interattive, nonché in occasione delle esercitazioni e delle attività su progetti/casi di studio, lo studente è chiamato ad analizzare in modo critico le problematiche proposte, sviluppando così le proprie capacità di analisi e autonomia di giudizio (D.3). Contestualmente lo studente è incentivato a sviluppare capacità comunicative, di argomentazione e proprietà di linguaggio (D.4), attraverso le diverse occasioni di interazione e dialogo con il docente e gli altri studenti. L'insieme delle attività del corso concorrono infine allo sviluppo delle capacità di apprendimento, attraverso la rielaborazione delle conoscenze acquisite, i riferimenti ad applicazioni reali e interdisciplinari e lo stimolo ad affrontare nuovi problemi in autonomia (D.5).</p>
<b>TESTI CONSIGLIATI</b>	<p>Lecturer course slides</p> <p>Other useful reference material: J. Wilson, "Sensor Technology Handbook", Elsevier Measurement and Computing "Signal Conditioning Handbook" Keithley Instruments handbook "Understanding New Developments in Data Acquisition, Measurement, and Control" (<a href="http://www.keithley.com">www.keithley.com</a>) Manufacturers tutorials, white papers e datasheets (chosen during the course for practical exercises) Scientific articles (chosen during the course for case study analysis)</p>

## PROGRAMMA

ORE	Lezioni
24	<p>Sensori, condizionamento del segnale e sistemi di misura digitali per la misura di una grandezza fisica. Concetti introduttivi. Catena di misura per acquisizione ed elaborazione di segnali provenienti da sensori. Principi generali e elementi della catena di misura. Architettura di base, tipologie realizzative, aspetti metrologici. Applicazioni in ambito meccatronico e biomeelettronico.</p> <p>Sensori e trasduttori per la misura delle principali grandezze fisiche. Principi realizzativi, specifiche tecniche e metrologiche. Caratteristiche del segnale in uscita dal sensore. Problematiche di misura e criteri di scelta e di utilizzo di sensori e trasduttori.</p> <p>Condizionamento del segnale proveniente dal sensore. Trattamento analogico del segnale di misura. Funzioni del condizionamento e aspetti metrologici. Amplificazione, attenuazione, linearizzazione, isolamento, filtraggio, compensazione. Problematiche di connessione e interfacciamento tra gli elementi della catena di misura. Trasmissione del segnale di misura. Propagazione delle incertezze di misura. Integrità del segnale di misura. Affidabilità e sicurezza di sistemi di misura. Criteri di scelta e dimensionamento degli accessori di condizionamento.</p> <p>Sistemi digitali per l'acquisizione e elaborazione numerica dei segnali. Richiami sui sistemi di acquisizione dati: campionamento, conversione A/D, analisi in frequenza di segnali digitali (DFT, FFT). Componenti hardware e software dei sistemi di misura digitali e strumentazione virtuale. Trattamento digitale di segnale misurati. Rumori e altri segnali di disturbo. Tecniche di riduzione del rumore. Filtri digitali. Algoritmi avanzati per l'analisi dei segnali. Aspetti metrologici. Applicazioni per l'analisi di segnali provenienti da sensori. Criteri di scelta, implementazione e impiego dei sistemi e degli algoritmi di misura.</p>
ORE	Esercitazioni
24	<p>Progettazione, realizzazione, caratterizzazione metrologica e gestione di catene di misura per l'acquisizione e l'analisi di segnali provenienti da sensori. Scelta e dimensionamento degli elementi hardware e software della catena di misura. Sviluppo del software per la gestione del sistema di misura e l'analisi del segnale acquisito. Sviluppo e discussione in aula di casi di studio sull'acquisizione e l'analisi di segnali provenienti da sensori; analisi di datasheet dei componenti della catena di misura.</p> <p>Analisi di esempi tratti dalla letteratura scientifica riguardanti applicazioni nel campo della meccatronica e della biomedica.</p>