



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PALERMO

DIPARTIMENTO	Ingegneria		
ANNO ACCADEMICO OFFERTA	2019/2020		
ANNO ACCADEMICO EROGAZIONE	2021/2022		
CORSO DILAUREA	INGEGNERIA CIBERNETICA		
INSEGNAMENTO	MISURE E STRUMENTAZIONE PER L'AUTOMAZIONE		
TIPO DI ATTIVITA'	B		
AMBITO	50291-Ingegneria della sicurezza e protezione dell'informazione		
CODICE INSEGNAMENTO	17879		
SETTORI SCIENTIFICO-DISCIPLINARI	ING-INF/07		
DOCENTE RESPONSABILE	SPATARO CIRO	Professore Associato	Univ. di PALERMO
	COSENTINO	Professore Ordinario	Univ. di PALERMO
	VALENTINA		
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	<p>COSENTINO VALENTINA</p> <p>Lunedì 10:00 17:00 In presenza / In person: Laboratorio didattico misure elettriche, Edificio 9, piano terra, stanza S09PT062 (ex U030) / Electrical measurement teaching lab, Building 9, ground floor, room S09PT062 (ex U030). A distanza / Remotely: Teams call. RICEVIMENTO PREVIO APPUNTAMENTO VIA EMAIL O CHAT TEAMS / APPOINTMENT IS NEEDED, BY EMAIL OR TEAMS CHAT</p> <p>Martedì 10:00 17:00 In presenza / In person: Laboratorio didattico misure elettriche, Edificio 9, piano terra, stanza S09PT062 (ex U030) / Electrical measurement teaching lab, Building 9, ground floor, room S09PT062 (ex U030). A distanza / Remotely: Teams call. RICEVIMENTO PREVIO APPUNTAMENTO VIA EMAIL O CHAT TEAMS / APPOINTMENT IS NEEDED, BY EMAIL OR TEAMS CHAT</p> <p>Mercoledì 10:00 17:00 In presenza / In person: Laboratorio didattico misure elettriche, Edificio 9, piano terra, stanza S09PT062 (ex U030) / Electrical measurement teaching lab, Building 9, ground floor, room S09PT062 (ex U030). A distanza / Remotely: Teams call. RICEVIMENTO PREVIO APPUNTAMENTO VIA EMAIL O CHAT TEAMS / APPOINTMENT IS NEEDED, BY EMAIL OR TEAMS CHAT</p> <p>Giovedì 10:00 17:00 In presenza / In person: Laboratorio didattico misure elettriche, Edificio 9, piano terra, stanza S09PT062 (ex U030) / Electrical measurement teaching lab, Building 9, ground floor, room S09PT062 (ex U030). A distanza / Remotely: Teams call. RICEVIMENTO PREVIO APPUNTAMENTO VIA EMAIL O CHAT TEAMS / APPOINTMENT IS NEEDED, BY EMAIL OR TEAMS CHAT</p> <p>SPATARO CIRO</p> <p>Martedì 11:00 13:00 Laboratorio Misure Elettriche (DEIM III piano)</p>		

PREREQUISITI	Conoscenze di elettromagnetismo, componenti elettrici e circuiti elettrici (in c.c e c.a.)
RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI	<p>D.1: CONOSCENZA E CAPACITA' DI COMPrensIONE Lo studente, al termine del corso, avra' acquisito conoscenze e capacita' di comprensione relativamente a: principi di metrologia, metodi, strumentazione e sensoristica per misure nel campo dell'automazione, norme di riferimento per la metrologia applicata.</p> <p>D.2: CAPACITA' DI APPLICARE CONOSCENZA E COMPrensIONE Lo studente, al termine del corso, sara' in grado di operare in ambito industriale, in laboratori di misure e tarature e sul campo, sapendo: scegliere la strumentazione piu' adeguata alle diverse applicazioni; effettuare misure con strumentazione analogica e digitale; valutare l'incertezza della misura; orientarsi nella realizzazione di sistemi di misura per l'automazione.</p> <p>D.3: AUTONOMIA DI GIUDIZIO Lo studente, al termine del corso, avra' la capacita' di raccogliere e interpretare i dati di misure e prove e di orientarsi e formulare giudizi riguardanti i vari elementi di un sistema di misura, in funzione delle specifiche e dei requisiti richiesti per le applicazioni oggetto di studio.</p> <p>D.4: ABILITA' COMUNICATIVE Lo studente, al termine del corso, sara' in grado di comunicare, ad interlocutori esperti o non esperti, anche tramite rapporti prova e relazioni, informazioni, idee, problemi e soluzioni riguardanti l'approccio, la definizione e lo sviluppo di un processo di misura, sia in ambito generale che, piu' specificatamente, nei contesti applicativi dell'automazione.</p> <p>D.5: CAPACITA' D'APPRENDIMENTO Lo studente sviluppera' capacita' metodologiche, di collegamento e di rielaborazione delle conoscenze acquisite in merito alle misure a alla strumentazione nel settore dell'automazione. Tali capacita' gli consentiranno di affrontare gli studi successivi o l'attivita' professionale con alto grado di autonomia, nei vari contesti in cui le conoscenze e abilita' maturate possono trovare applicazione.</p>
VALUTAZIONE DELL'APPRENDIMENTO	<p>MODALITA' DI ESAME: Prova pratica e prova orale. Presentazione di relazioni scritte sulle esercitazioni di laboratorio svolte durante il corso.</p> <p>La prova pratica consiste nello svolgimento e discussione di una delle esercitazioni di laboratorio. L'esercitazione e' scelta dal docente tra quelle svolte durante il corso.</p> <p>La prova orale consiste in un colloquio, con domande a risposta aperta, sull'intero programma del corso, incluse le esercitazioni svolte in laboratorio e le relative relazioni scritte.</p> <p>Le due prove (pratica e orale) si svolgono contestualmente. La durata minima delle prove e' di 30 minuti.</p> <p>L'esame mira a valutare: - conoscenza e comprensione dei contenuti del corso e capacita' di applicare tali competenze a problematiche ed applicazioni in ambiti propri del corso e/o ad esso correlati; - proprieta' di linguaggio, chiarezza espositiva e di argomentazione, sia orale che scritta; capacita' di collegare e rielaborare le proprie conoscenze e di orientarsi e formulare giudizi in contesti disciplinari o ad essi correlati.</p> <p>La valutazione e' in trentesimi. Il voto minimo per superare l'esame e' 18/30.</p> <p>CRITERI DI VALUTAZIONE 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: ottima padronanza dei contenuti; assenza di errori, correzione di imprecisioni/integrazione delle risposte in autonomia; corretta e rigorosa impostazione dei problemi; soluzioni complete, corrette ed efficaci; elementi di originalita' D.3/D.4/D.5: efficace rielaborazione delle conoscenze, autonomia e coerenza nell'orientarsi o esprimere giudizi in contesti disciplinari o ad essi correlati; ottima chiarezza espositiva, argomentazioni articolate; piena proprieta' di linguaggio.</p> <p>24-28</p>

	<p>D.1/D.2: buona padronanza dei contenuti; lievi errori/omissioni, correzioni/integrazioni parzialmente guidate; buona impostazione dei problemi, soluzioni sostanzialmente corrette.</p> <p>D.3/D.4/D.5: buona coerenza nel collegare i concetti e nell'orientarsi in ambiti disciplinari; buona chiarezza nell'esposizione, corretta proprietà di linguaggio.</p> <p>18-23</p> <p>D.1/D.2: sufficiente conoscenza dei contenuti, accettabile approccio ai problemi, soluzioni complessivamente adeguate; limitata autonomia, errori/omissioni non gravi;</p> <p>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 (voto non attribuito)</p> <p>D.1-D.5: risultati di apprendimento non sufficienti.</p>
OBIETTIVI FORMATIVI	<p>L'obiettivo del corso è quello di dare allo studente conoscenze, capacità di comprensione, strumenti metodologici e abilità per affrontare problematiche di misura di grandezze elettriche e non elettriche, con particolare riferimento agli ambiti applicativi dell'automazione.</p> <p>A tal fine il corso fornisce agli studenti le conoscenze e competenze fondamentali riguardanti: i principi generali della metrologia e della teoria delle misure; i principali metodi, strumenti e sistemi di misura; la valutazione dell'incertezza di misura; la sensoristica e la strumentazione utilizzate nel campo dei sistemi di misura per l'automazione.</p> <p>Al termine del corso, le conoscenze e competenze acquisite consentiranno allo studente di saper sviluppare e gestire un processo di misurazione, scegliendo e utilizzando opportunamente strumenti, metodi e procedure di misura, in funzione del particolare problema in esame e delle specifiche imposte.</p>
ORGANIZZAZIONE DELLA DIDATTICA	<p>Lezioni; esercitazioni in aula e in laboratorio, analisi di casi di studio.</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).</p> <p>I contenuti del corso vengono offerti attraverso lezioni frontali ed esercitazioni guidate, 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 in aula e in laboratorio, 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>
TESTI CONSIGLIATI	<p>Dispense del corso fornite dal docente / Lecturer course slides</p> <p>Altro materiale utile, di consultazione / Other useful reference material: A.Carullo, U. Pisani, A.Vallan "Fondamenti di Misure e Strumentazione Elettronica" CLUT Editrice, 2006. Keithley Instruments "Data Acquisition and Control Handbook" (www.keithley.com) Measurement and Computing "Data Acquisition Handbook", www.mccdaq.com A. Martin, "Strumentazione e tecnologie di misura", Ed. delfino, 2016</p>

PROGRAMMA

ORE	Lezioni
7	<p>Introduzione alla metrologia. Elementi di teoria delle misure.</p> <p>Definizione di misura. Scopi di una misura. Misure per l'automazione. Conversione di grandezze fisiche in grandezze elettriche, misure di grandezze elettriche. Schema logico di una misura. Esecuzione di una misura. Risultato di misura. Misure dirette ed indirette. Riferibilità delle misure. Metrologia. Terminologia metrologica. Sistema internazionale di unità di misura e campioni. Incertezza di misura. Valutazione dell'incertezza misura. Compatibilità delle misure.</p>

PROGRAMMA

ORE	Lezioni
16	<p>Strumenti di misura: tipologie, principi di funzionamento e specifiche tecniche. Schema di principio di uno strumento di misura. Principali caratteristiche metrologiche. Classificazione degli strumenti di misura in base al misurando. Voltmetri, amperometri, wattmetri, frequenzimetri, misuratori di resistenza/impedenza. Strumenti a piu' portate, multimetri.</p> <p>Strumenti elettromeccanici (cenni). Caratteristiche generali, principali tipologie. Introduzione alla strumentazione elettronica. Principi generali. Amplificatori di misura. Voltmetri per c.c. e per c.a.. Convertitori RMS/DC e TRMS/DC.</p> <p>Strumenti elettronici numerici. Contatori numerici (di frequenza e di periodo). Voltmetri numerici. Multimetri numerici. Strumenti a campionamento. Teorema del campionamento. Oscilloscopio digitale.</p>
16	<p>Misure sui circuiti a regime. Metodi di misura. Sezione di misura. Misure su un bipolo (in c.c. e c.a.). Misure di resistenza (di piccolo, medio ed elevato valore). Metodi voltamperometrici. Errori strumentali e loro correzione. Misure di potenza, induttanza, capacita. Metodi di zero. Sensibilita' della misura. Equilibrio. Interpolazione. Metodi di sostituzione. Metodi di ponte. Ponte di Wheatstone. Applicazioni del ponte di Wheatstone. Ponte di Wheatstone a squilibrio. Metodi potenziometrici.</p>
18	<p>Sistemi di misura per l'automazione. Ambiti applicativi. Sistemi automatici di misura. Sistemi di misura distribuiti. Catena di misura. Sensori e trasduttori. Classificazione e principi di misura. Caratteristiche metrologiche dei sensori. Sensori e trasduttori di grandezze elettriche e non elettriche. Condizionamento del segnale di misura. Sistemi di comunicazione e interfaccia per strumentazione e sensori. Sistemi di acquisizione ed elaborazione dati.</p>
ORE	Esercitazioni
9	Misure con metodi voltamperometrici, ponte di Wheatstone, metodi potenziometrici. Valutazione dell'incertezza di misura.
9	Misure con strumentazione elettronica (multimetri, oscilloscopi, contatori numerici). Valutazione dell'incertezza di misura.
6	Esempi di sistemi automatici di misura: scelta e dimensionamento dei componenti della catena di misura.