



# UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PALERMO

<b>DIPARTIMENTO</b>	Ingegneria
<b>ANNO ACCADEMICO OFFERTA</b>	2019/2020
<b>ANNO ACCADEMICO EROGAZIONE</b>	2021/2022
<b>CORSO DILAUREA</b>	INGEGNERIA DELL'ENERGIA E DELLE FONTI RINNOVABILI
<b>INSEGNAMENTO</b>	STRUMENTAZIONE E MISURE ELETTRICHE
<b>TIPO DI ATTIVITA'</b>	B
<b>AMBITO</b>	50298-Ingegneria elettrica
<b>CODICE INSEGNAMENTO</b>	07120
<b>SETTORI SCIENTIFICO-DISCIPLINARI</b>	ING-INF/07
<b>DOCENTE RESPONSABILE</b>	SPATARO CIRO          Professore Associato          Univ. di PALERMO
<b>ALTRI DOCENTI</b>	
<b>CFU</b>	9
<b>NUMERO DI ORE RISERVATE ALLO STUDIO PERSONALE</b>	144
<b>NUMERO DI ORE RISERVATE ALLA DIDATTICA ASSISTITA</b>	81
<b>PROPEDEUTICITA'</b>	
<b>MUTUAZIONI</b>	MISURE ELETTRICHE ED ELETTRONICHE - Corso: INGEGNERIA ELETTRICA PER LA E-MOBILITY MISURE ELETTRICHE ED ELETTRONICHE - Corso: ELECTRICAL ENGINEERING FOR THE E-MOBILITY
<b>ANNO DI CORSO</b>	3
<b>PERIODO DELLE LEZIONI</b>	1° semestre
<b>MODALITA' DI FREQUENZA</b>	Facoltativa
<b>TIPO DI VALUTAZIONE</b>	Voto in trentesimi
<b>ORARIO DI RICEVIMENTO DEGLI STUDENTI</b>	<b>SPATARO CIRO</b> Martedì    11:00    13:00    Laboratorio Misure Elettriche (DEIM III piano)

<p><b>PREREQUISITI</b></p>	<p>Conoscenze di elettromagnetismo, componenti elettrici e circuiti elettrici (in c.c e c.a.).</p>
<p><b>RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI</b></p>	<p><b>D.1: CONOSCENZA E CAPACITA' DI COMPrensIONE</b>                  Lo studente, al termine del corso, avra' acquisito conoscenze e capacita' di comprensione relativamente a: principi di metrologia, teoria della misura e metrologia applicata, metodi di misura e strumentazione per le misure elettriche.</p> <p><b>D.2: CAPACITA' DI APPLICARE CONOSCENZA E COMPrensIONE</b>                  Lo studente, al termine del corso, sara' in grado di operare in ambito industriale e civile, in laboratori di misure/tarature e sul campo, sapendo: scegliere la strumentazione e i metodi piu' adeguati alle diverse applicazioni; effettuare misure elettriche con strumentazione analogica e digitale; valutare l'incertezza della misura; orientarsi nella realizzazione di sistemi di misura per il settore elettrico.</p> <p><b>D.3: AUTONOMIA DI GIUDIZIO</b>                  Lo studente, al termine del corso, avra' la capacita' di raccogliere e interpretare 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><b>D.4: ABILITA' COMUNICATIVE</b>                  Lo studente, al termine del corso, sara' in grado di comunicare, ad interlocutori esperti o non esperti, sia verbalmente che 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 relativi al settore elettrico.</p> <p><b>D.5: CAPACITA' D'APPRENDIMENTO</b>                  Lo studente sviluppera' capacita' metodologiche, di collegamento e di rielaborazione delle conoscenze acquisite in merito alle misure a alla strumentazione nel settore elettrico. 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>
<p><b>VALUTAZIONE DELL'APPRENDIMENTO</b></p>	<p><b>MODALITA' DI ESAME:</b>                  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 relative relazioni scritte sulle esercitazioni di laboratorio svolte durante il corso.</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><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: ottima padronanza dei contenuti; assenza di errori, correzione di imprecisioni/integrazione delle risposte in autonomia; corretta impostazione dei problemi; soluzioni complete 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>
<b>OBIETTIVI FORMATIVI</b>	<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, con particolare riferimento ad applicazioni in c.c. e in c.a. a frequenze industriali.</p> <p>A tal fine il corso fornisce agli studenti le conoscenze e competenze fondamentali riguardanti: i principi generali della metrologia, della teoria delle misure e della metrologia applicata; i principali metodi, strumenti e sistemi di misura utilizzati nel campo delle misure elettriche; la valutazione dell'incertezza di misura.</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, e interpretando i risultati di misura, tenuto conto dell'incertezza di misura.</p>
<b>ORGANIZZAZIONE DELLA DIDATTICA</b>	<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, le esercitazioni svolte in gruppo e la redazione di relazioni scritte sulle attività di laboratorio. 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>Dispense del corso fornite dal docente / Lecturer course slides</p> <p>G. Zingales: "Misure elettriche - metodi e strumenti" UTET, Torino A.Carullo, U. Pisani, A.Vallan "Fondamenti di Misure e Strumentazione Elettronica" CLUT Editrice.</p>

### PROGRAMMA

ORE	Lezioni
9	<p>Introduzione alla metrologia. Elementi di teoria delle misure.</p> <p>Definizione di misura. Scopi di una misura. Misure di grandezze elettriche. Schema logico di una misura.</p> <p>Esecuzione di una misura. Risultato di misura. Misure dirette ed indirette. Riferibilità delle misure. Metrologia.</p> <p>Terminologia metrologica. Sistema internazionale di unità di misura e campioni. Incertezza di misura.</p> <p>Valutazione dell'incertezza misura. Compatibilità delle misure.</p>
24	<p>Strumenti di misura: tipologie, principi di funzionamento e specifiche tecniche.</p> <p>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 più portate, multimetri.</p> <p>Strumenti elettromeccanici (cenni). Caratteristiche generali, principali tipologie.</p> <p>Strumenti elettronici analogici e digitali. Amplificatori di misura. Amplificatori operazionali e loro applicazioni.</p> <p>Voltmetri elettronici per c.c. e per c.a. (a valor medio, a valore di cresta, a vero valore efficace). Frequenzimetri numerici. Conversione AD. Voltmetri numerici. Multimetri numerici. Strumenti a campionamento. Teorema del campionamento. Oscilloscopio digitale. Wattmetri e contatori di energia elettronici. Sistemi automatici di misura (cenni). Trasduttori di grandezze elettriche.</p>

## PROGRAMMA

<b>ORE</b>	<b>Lezioni</b>
24	Misure sui circuiti a regime. Metodi di misura (c.c. e c.a). Sezione di misura. Misure su un bipolo. Misure di resistenza (di piccolo, medio ed elevato valore). Metodi voltamperometrici. Errori strumentali e loro correzione. Metodi di zero (in c.c. e c.a.). Sensibilita' della misura. Equilibrio. Interpolazione. Metodi di sostituzione. Metodi di ponte. Ponti di Wheatstone e Thomson. Metodi potenziometrici. Misure di potenza ed energia. Misure sui sistemi trifase.
<b>ORE</b>	<b>Esercitazioni</b>
9	Misure in c.c. con metodi voltamperometrici, di ponte e potenziometrici e valutazione dell'incertezza di misura
9	Misure con strumentazione elettronica (multimetri, oscilloscopi) e valutazione dell'incertezza di misura
6	Misure in c.a. (monofase e trifase)