



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PALERMO

DIPARTIMENTO	Ingegneria
ANNO ACCADEMICO OFFERTA	2023/2024
ANNO ACCADEMICO EROGAZIONE	2025/2026
CORSO DILAUREA	INGEGNERIA DELL'ENERGIA E DELLE FONTI RINNOVABILI
INSEGNAMENTO	STRUMENTAZIONE E MISURE TERMOTECNICHE
TIPO DI ATTIVITA'	B
AMBITO	50302-Ingegneria meccanica
CODICE INSEGNAMENTO	18112
SETTORI SCIENTIFICO-DISCIPLINARI	ING-IND/12
DOCENTE RESPONSABILE	D'ACQUISTO LEONARDO Professore Ordinario Univ. di PALERMO
ALTRI DOCENTI	
CFU	6
NUMERO DI ORE RISERVATE ALLO STUDIO PERSONALE	96
NUMERO DI ORE RISERVATE ALLA DIDATTICA ASSISTITA	54
PROPEDEUTICITA'	
MUTUAZIONI	
ANNO DI CORSO	3
PERIODO DELLE LEZIONI	1° semestre
MODALITA' DI FREQUENZA	Facoltativa
TIPO DI VALUTAZIONE	Voto in trentesimi
ORARIO DI RICEVIMENTO DEGLI STUDENTI	D'ACQUISTO LEONARDO Giovedì 08:30 10:00 Edificio 8 - stanza docente

DOCENTE: Prof. LEONARDO D'ACQUISTO

PREREQUISITI	Concetti generali di Analisi Matematica (calcolo di derivate ed integrali), Concetti di Fisica (conoscenza delle principali grandezze fisiche, sistemi di unità di misura, ecc), Concetti di elettrotecnica (circuiti elettrici resistivi, induttivi, capacitivi).
RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI	<p>D.1: CONOSCENZA E CAPACITA' DI COMPrensIONE Il Corso mira all'acquisizione della conoscenza teorico pratica delle della strumentazione e della tecnica nel campo delle misure e delle regolazioni termotecniche e fluidodinamiche. La verifica dell'acquisizione della conoscenza e della capacita' di comprensione avverra' tramite un esame finale durante il quale lo studente dovra' esporre gli argomenti trattati nel corso e commentare le esercitazioni svolte.</p> <p>D.2: CAPACITA' DI APPLICARE CONOSCENZA E COMPrensIONE Il Corso consente l'applicazione delle conoscenze e degli strumenti e della tecnica nel campo delle misure e delle regolazioni termotecniche e fluidodinamiche. Per rendere piu' efficace la comprensione delle conoscenze teoriche, saranno svolte esercitazioni ed attivita' di laboratorio di pari passo con lo svolgimento del corso al termine del quale lo studente. Sara' in grado di individuare, comprendere ed analizzare le problematiche che si possono presentare nella perimentazione, sia in laboratorio che in campo, e sapra' dare loro soluzione. Lo studente avra' acquisito conoscenze e metodologie da applicare per analizzare e risolvere casi tipici: a) delle misure di temperatura, velocita' di fluidi, pressione, umidita, conduttanza termica, trasmittanza termica, calore specifico, titolo di vapore, necessarie nelle prove, verifiche e collaudi di componenti ed impianti termici; b) delle misure e delle regolazioni termofluidodinamiche nell'ambito della sperimentazione a fini scientifici in laboratori in tali settori di ricerca. La verifica sara' effettuata tramite la redazione di rapporti di laboratorio e la prova orale.</p> <p>D.3: AUTONOMIA DI GIUDIZIO Il Corso mira a realizzare l'integrazione tra le conoscenze derivanti dallo studio delle altre discipline, di base e professionalizzanti, inserite nel Corso di Laurea triennale in Ingegneria dell'Energia in modo da permettere di gestire, in modo critico e autonomo, le scelte legate ai sistemi di misura e controllo nel campo termofluidodinamico. L'acquisizione dell'autonomia di giudizio da parte dello studente sara' verificata, durante l'esame finale, tramite l'illustrazione critica delle scelte effettuate e il confronto di queste con altre opzioni possibili.</p> <p>D.4: ABILITA' COMUNICATIVE Il Corso consente di sviluppare l'abilita' di comunicare, in modo chiaro, a qualsiasi tipo di interlocutore, le ragioni delle scelte di esercizio effettuate e il loro collegamento con le sottostanti conoscenze teoriche. Tale abilita' sara' esercitata, durante le ore di esercitazione, attraverso l'esposizione e la discussione delle scelte effettuate da parte degli studenti. L'acquisizione delle abilita' comunicative da parte dello studente sara' verificata, durante l'esame finale, anche tramite l'illustrazione delle esercitazioni e delle attivita' sperimentali svolte.</p> <p>D.5: CAPACITA' DI APPRENDIMENTO Il Corso mira a sviluppare le capacita' di apprendimento che consentono di affrontare con autonomia l'attivita' professionale. Tale capacita' sara' sviluppata sollecitando lo studente ad attingere in modo autonomo da fonti teoriche e d'informazione, diverse da quelle proposte durante il corso, attingendo a testi, normative, leggi, siti web, articoli scientifici, etc. La capacita' di apprendere sara' verificata nel corso dell'esame finale durante il quale lo studente dara' prova della consapevolezza raggiunta e della capacita' critica di analisi e sintesi degli aspetti teorici e applicativi della disciplina studiata</p>
VALUTAZIONE DELL'APPRENDIMENTO	<p>MODALITA' DI ESAME: Prova orale e presentazione report attivita' di laboratorio La prova orale e la valutazione del report delle attivita' sperimentali svolte consiste in un colloquio, con domande a risposta aperta, sull'intero programma del corso. Nella prova orale si valutano: - 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 e chiarezza espositiva e di argomentazione; capacita' di collegare e rielaborare le proprie conoscenze e di orientarsi e formulare giudizi in contesti disciplinari e/o interdisciplinari. La prova e' valutata in trentesimi. Il voto minimo per superare la prova e' 18/30.</p> <p>CRITERI DI VALUTAZIONE Per la prova orale, 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>28-30 / 30 e lode</p> <p>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 originalità</p> <p>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>24-27</p> <p>D.1/D.2: buona padronanza dei contenuti; pochi 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 o ad essi correlati; 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>Lo scopo del corso è di fornire agli allievi una conoscenza teorico-pratica della strumentazione e della tecnica nel campo delle misure e regolazioni termotecniche e fluidodinamiche.</p> <p>Verranno illustrate tutte le usuali problematiche che richiedono la determinazione di misure nel campo energetico termotecnico, con cenni alla teoria degli errori. Attenzione particolare sarà posta sulle modalità per giungere ad una corretta valutazione del risultato di misura: accuratezza, tempo di risposta ed altre caratteristiche della strumentazione utilizzata.</p>
ORGANIZZAZIONE DELLA DIDATTICA	<p>Lezioni frontali, esercitazioni ed attività di laboratorio. Le suddette attività sono organizzate in modo da agevolare il raggiungimento dei risultati di apprendimento attesi (D.1-D.5 dell'omonimo quadro). In dettaglio, i contenuti del corso vengono offerti attraverso lezioni frontali, esercitazioni guidate ed esperienze di laboratorio, 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). Durante le lezioni, in parte dialogate e interattive, nonché in occasione delle esercitazioni, 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	<ol style="list-style-type: none"> 1. Dispense del docente 2. Doebelin Ernest O., "Strumenti e metodi di misura", 2 ed., (curr. Cigada A., Gasparetto M.), 2008, Mc Graw-Hill ; ISBN-10: 8838661480 ISBN-13: 9788838661488 3. Cascetta F, Vigo P., "Introduzione alla metrologia. Note delle lezioni di Misure termotecniche", 1989, Liguori - ISBN-13 9788820717179

PROGRAMMA

ORE	Lezioni
20	<p>Principi delle misure, degli strumenti e dei sistemi di misura. Modelli analitici di risposta dinamica degli strumenti</p> <ul style="list-style-type: none"> - Cenni all'evoluzione dei sistemi di unità di misura più diffusi. - Sistema Internazionale di unità di misura e grandezze campione - Tipi di applicazioni degli strumenti di misura: Osservazione di processi e di operazioni - Regolazione di processi e di operazioni - L'indagine sperimentale nell'ingegneria - Configurazione generale e principi di funzionamento degli strumenti di misura: Elementi costitutivi di uno strumento - Captatori attivi e passivi - Metodo di funzionamento analogico o numerico - Strumenti a compensazione o a lettura diretta - Grandezze in entrata e in uscita di uno strumento - Metodi per ridurre gli effetti delle grandezze di influenza <p>- Caratteristiche di funzionamento generalizzate degli strumenti e dei sistemi di misura</p> <p>1 - Caratteristiche statiche - Misurando, strumento, operatore, ambiente. La risoluzione. La stabilità, interazione con l'ambiente. La ripetibilità, limite delle potenzialità di un sistema di misura. La riproducibilità, valutazione concreta delle potenzialità di un sistema di misura (cenni). L'accuratezza, necessità di un riferimento campione. La taratura di uno strumento. La riferibilità degli strumenti di misura ai Campioni Nazionali. La compatibilità delle misure.</p> <p>Errori tipici: di linearità, d'isteresi, d'inversione, di mobilità, soglia di mobilità.</p> <p>Taratura - Ripetibilità - Precisione - Errore sistematico - Sensibilità - Linearità - Valore di soglia - Risoluzione - Isteresi - Spazio morto - Leggibilità della scala - Campo utile - Impedenza di ingresso - Effetto dell'applicazione dello strumento sulla grandezza da misurare</p> <p>2 -Caratteristiche dinamiche: Modello matematico generalizzato di un sistema di misura - Funzione di trasferimento - Sistemi di ordine zero, uno e due e loro comportamento in presenza di grandezze in entrata variabili secondo funzioni a gradino, a rampa.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Determinazione sperimentale delle costanti caratteristiche della risposta dinamica di uno strumento.
20	<ul style="list-style-type: none"> - Misure di pressione: Elementi primari di conversione - Manometri a diaframma - Vacuometri elettrici - Misure di temperatura: Termometri meccanici - Termocopie - Termometri a resistenza - Termistori – Pirometri. Uso della legge di Plank. Pirometri a irraggiamento totale. Pirometri a irraggiamento monocromatico a scomparsa di filamento. - Misure a temperatura ambiente con sistemi a irraggiamento nel campo dell'infrarosso. <p>Accorgimenti nelle misure di temperatura; Taratura.</p> <p>Anemometri; Misure di velocità in fluidi a densità costante o variabile; Anemometria a filo caldo.</p> <p>Flussimetria; Misuratori volumetrici; Diaframmi, boccagli, venturimetri e Rotametri;</p> <p>Igrometria; Psicrometri; Igrometri; Criteri di installazione ed impiego.</p>
5	<p>Elementi di statistica per l'analisi dei dati di misura e la valutazione dell'incertezza nelle misure con applicazioni a casi pratici di valutazione dell'incertezza.</p>
ORE	Esercitazioni
6	<p>Elementi di statistica e valutazione dell'incertezza con applicazioni a casi pratici di procedure di valutazione dell'incertezza.</p>
3	<p>Esperienze di laboratorio sulle tematiche affrontate.</p>