



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PALERMO

DIPARTIMENTO	Ingegneria
ANNO ACCADEMICO OFFERTA	2023/2024
ANNO ACCADEMICO EROGAZIONE	2025/2026
CORSO DILAUREA	INGEGNERIA CHIMICA E BIOCHIMICA
INSEGNAMENTO	ELETTROTECNICA
TIPO DI ATTIVITA'	B
AMBITO	50298-Ingegneria elettrica
CODICE INSEGNAMENTO	02965
SETTORI SCIENTIFICO-DISCIPLINARI	ING-IND/31
DOCENTE RESPONSABILE	ROMANO PIETRO Professore Associato 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	1° semestre
MODALITA' DI FREQUENZA	Facoltativa
TIPO DI VALUTAZIONE	Voto in trentesimi
ORARIO DI RICEVIMENTO DEGLI STUDENTI	ROMANO PIETRO Lunedì 09:00 12:00 Laboratorio LEPRE - DEIM, Edificio 9 Martedì 09:00 12:00 Laboratorio LEPRE - DEIM, Edificio 9 Mercoledì 09:00 12:00 Laboratorio LEPRE - DEIM, Edificio 9 Giovedì 09:00 12:00 Laboratorio LEPRE - DEIM, Edificio 9 Venerdì 09:00 12:00 Laboratorio LEPRE - DEIM, Edificio 9

PREREQUISITI	<p>Conoscenze di analisi matematica e di geometria analitica, con particolare riferimento ai seguenti argomenti: concetto e proprietà di funzioni, derivate, integrali; funzioni trigonometriche; calcolo matriciale; calcolo con i numeri complessi; soluzione di equazioni differenziali, rappresentazione ed analisi di funzioni.</p> <p>Conoscenze di fisica generale, di elettrologia e campi magnetici, con particolare riferimento ai seguenti argomenti: campo elettrostatico e le proprietà dei vettori D ed E; campo magnetostatico e le proprietà dei vettori B e H; campo di corrente nei circuiti e i principi di Kirchhoff; fenomeni di induzione, la legge di Faraday- Lenz, mutui accoppiamenti.</p>
RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI	<p>D.1: CONOSCENZA E CAPACITA' DI COMPrensIONE. Lo studente al termine del corso avrà maturato la conoscenza delle problematiche di base dell'elettrotecnica, connesse alle applicazioni elettriche industriali di potenza, e acquisito le conoscenze per la modellazione dei fenomeni elettromagnetici mediante schemi circuitali; sarà in grado di risolvere circuiti elettrici anche complessi con adeguati strumenti di analisi. Saprà interpretare gli schemi delle reti elettriche. Avrà acquisito nozioni essenziali su caratteristiche e proprietà di materiali magnetici e loro impiego nelle applicazioni industriali (macchine, elettromagneti), e appreso i principi di funzionamento di sistemi di conversione dell'energia di più comune impiego (convertitori statici di potenza, trasformatori, macchine asincrone); avrà acquisito nozioni sulla sicurezza elettrica e sulle prescrizioni normative per la protezione delle persone e degli impianti dai pericoli dell'elettricità. Avrà acquisito i criteri di massima per il progetto e la verifica di reti elettriche elementari in bassa tensione. Avrà acquisito familiarità con il linguaggio tecnico che descrive i fenomeni fisici alla base delle applicazioni elettrotecniche.</p> <p>D.2: CAPACITA' DI APPLICARE CONOSCENZA E COMPrensIONE Alla fine del corso lo studente sarà in grado di analizzare e di comprendere il funzionamento dei componenti dei circuiti elettrici, stabilendo inoltre i necessari legami con l'analisi matematica e i concetti dell'elettromagnetismo. Lo studente sarà in grado di condurre l'analisi e la sintesi di semplici circuiti lineari, in regime stazionario e sinusoidale, e di circuiti magnetici, effettuare il progetto e la verifica di semplici reti elettriche di distribuzione dell'energia; sarà in grado di effettuare la scelta di macchine elettriche quali trasformatori o motori asincroni per usi industriali o civili. Avrà sviluppato sensibilità nei riguardi dei problemi della sicurezza delle persone e degli impianti nei confronti dei rischi dell'elettricità.</p> <p>D.3: AUTONOMIA DI GIUDIZIO Lo studente avrà acquisito la capacità di procedere autonomamente all'analisi dei circuiti in corrente continua e/o alternata sinusoidale, individuando le tecniche più opportune tra quelle che conosce, effettuare la scelta di trasformatori o motori asincroni per usi industriali o civili, procedere alla progettazione di reti elettriche di struttura semplice in bassa tensione. Nelle scelte progettuali sarà in grado di tenere conto anche di problemi di sicurezza.</p> <p>D.4: ABILITA' COMUNICATIVE Lo studente avrà acquisito la capacità di interloquire, con esperti o no, con chiarezza e proprietà di linguaggio, in merito a informazioni, idee, problemi e soluzioni riguardo problemi di analisi e sintesi dei circuiti elettrici e problematiche di impiantistica elettrica più comuni</p> <p>D.5: CAPACITA' D'APPRENDIMENTO Lo studente avrà acquisito le basi metodologiche per affrontare aspetti di impiantistica elettrica e di sicurezza elettrica (anche non direttamente presi in considerazione durante il corso di studi universitario) e sarà in grado di reperire e apprendere informazioni nuove rispetto a quelle fornite durante l'attività formativa e di riconoscere analogie nei meccanismi di fenomeni occorrenti in contesti differenti. Inoltre, sarà in grado di proseguire con maggiore autonomia il proprio percorso formativo, riuscendo ad applicare anche in contesti lavorativi le conoscenze e abilità maturate.</p>
VALUTAZIONE DELL'APPRENDIMENTO	<p>MODALITA' DI ESAME: Prova scritta e prova orale, entrambe obbligatorie.</p> <p>PROVA SCRITTA La prova scritta consiste nella risoluzione di esercizi (in numero variabile da 2 a 4) in un tempo di circa 90 minuti riguardanti circuiti elettrici in regime stazionario e in regime sinusoidale, circuiti trifase e circuiti magnetici. Durante la prova non è consentito l'uso di alcun ausilio didattico (appunti, libri, dispense). È fortemente raccomandato l'uso di una calcolatrice scientifica. La prova scritta è finalizzata ad accertare: il grado di conoscenza e padronanza dei metodi di risoluzione dei circuiti elettrici; la capacità di scegliere le tecniche di analisi più opportune, la precisione e la correttezza dei calcoli effettuati; la capacità di organizzare in modo ordinato e coerente i concetti.</p> <p>La VALUTAZIONE DELLA PROVA SCRITTA, è articolata in quattro fasce: molto buono, buono, sufficiente; non sufficiente. È prevista un'ulteriore fascia di valutazione (ammesso con riserva) per elaborati non sufficienti e che tuttavia presentino un debito potenzialmente recuperabile in sede di prova orale. La prova scritta è considerata non superata per gli elaborati con forte carenza di completezza o contenenti gravi errori concettuali, giudicati non sufficienti.</p> <p>PROVA ORALE</p>

	<p>La prova orale consiste in un colloquio, con domande a risposta aperta, sull'intero programma del corso. Per sostenere la prova orale e' necessario superare la prova scritta. La prova orale e' finalizzata ad accertare: il grado di conoscenza e comprensione dei contenuti del corso; la capacita' di applicare le competenze acquisite a problematiche ed applicazioni inerenti il contesto disciplinare o ad esso correlate, con coerenza, efficacia e autonomia di giudizio; la proprieta' di linguaggio, la chiarezza espositiva, la capacita' di sintesi; le capacita' di rielaborazione dei concetti acquisiti e di collegamento tra essi, nell'ambito delle tematiche del corso e/o di tematiche interdisciplinari ad esso correlate.</p> <p>La VALUTAZIONE DELLA PROVA ORALE, opportunamente graduata in base al livello dei risultati attesi accertati durante il colloquio, e' articolata come segue: eccellente, con alcune prove di originalita' (29-30L), molto buono (26-28), buono (24-26), sufficiente (18-23); risultati di apprendimento non sufficientemente soddisfatti (non classificato).</p> <p>VOTO FINALE</p> <p>L'attribuzione del voto finale terra' conto del complesso dei livelli raggiunto in entrambe le prove, scritta e orale. La valutazione viene espressa in trentesimi. Ulteriori informazioni sulla prova d'esame verranno fornite durante il corso.</p>
OBIETTIVI FORMATIVI	<p>Il corso si propone di introdurre i principi fondamentali dell'analisi circuitale di fenomeni elettrici e magnetici, e fornire le basi metodologiche e gli strumenti teorici indispensabili per comprendere le applicazioni dell'elettrotecnica nel settore dell'ingegneria industriale e poterne gestire il funzionamento. In particolare, gli obiettivi formativi sono i seguenti:</p> <ul style="list-style-type: none"> - sviluppare la capacita' di soluzione di semplici circuiti elettrici in corrente continua e alternata sinusoidale, anche trifase, e di circuiti magnetici; - fare acquisire i principi di funzionamento e proprieta' principali di trasformatori, macchine asincrone e sistemi statici di conversione dell'energia, al fine di poterne valutare le condizioni di impiego e di saperne affrontare la scelta per usi industriali o civili; - fare conoscere gli elementi costitutivi e le funzioni del sistema elettrico di potenza, monofase e trifase; - acquisire la capacita' di dimensionare semplici condutture elettriche in cavo in bassa tensione, effettuare la scelta delle protezioni e il relativo coordinamento. - sensibilizzare nei confronti dei problemi della sicurezza elettrica e sviluppare la conoscenza dei criteri normativi di protezione delle persone e degli impianti dai rischi dell'elettricità. - stimolare la costruzione di una terminologia specifica appropriata, per rappresentare in maniera chiara e semplice i concetti e le tematiche con cui si confronta.
ORGANIZZAZIONE DELLA DIDATTICA	<p>Lezioni frontali, interattive e dialogate, esercitazioni.</p> <p>Le attivita' formative sono organizzate in modo da agevolare il raggiungimento dei risultati di apprendimento attesi (D.1-D.5 dell'omonimo quadro). Alcune esercitazioni sono dedicate alla simulazione della prova scritta di esame. I contenuti del corso vengono offerti dando rilievo agli aspetti applicativi e alla sinergia tra i diversi argomenti (D.1). Le esercitazioni sono orientate a tradurre le acquisizioni teoriche in capacita' operative, grazie a esercizi e casi studio che lo studente e' chiamato a discutere/risolvere individualmente e mediante lavoro di gruppo(D.2). Durante le lezioni, in parte dialogate e interattive, nonche' in occasione delle esercitazioni, lo studente e' chiamato ad analizzare in modo critico specifici problemi, a confrontare i punti di forza e di debolezza dei differenti possibili approcci alla soluzione degli stessi e, attraverso l'esame di casi concreti, a individuare personalizzate soluzioni a problemi ingegneristici, sviluppando cosi' le proprie capacita' di analisi e autonomia di giudizio (D.3). Attraverso le diverse occasioni di interazione e dialogo con il docente e gli altri studenti, lo studente e' incentivato a sviluppare capacita' comunicative, di argomentazione e proprieta' di linguaggio; mentre i continui richiami alla normativa tecnica di riferimento e le sue consultazioni in aula, mirano alla costruzione di una terminologia appropriata (D.4). Attraverso la rielaborazione delle conoscenze acquisite, i riferimenti ad applicazioni reali e interdisciplinari e lo stimolo ad affrontare nuovi problemi in autonomia, lo studente e' incoraggiato a sviluppare le proprie capacita' di apprendimento e di autonomo reperimento di informazioni, acquisendo un approccio operativo spendibile anche in contesti disciplinari differenti (D.5).</p>
TESTI CONSIGLIATI	<p>Per la teoria G. Chitarin, F. Gnesotto, M. Guarnieri, A. Maschio, A. Stella; Elettrotecnica 1 - Principi; Società Editrice Esculapio; ISBN 978-88-9385-189-3</p> <p>G. Chitarin, F. Gnesotto, M. Guarnieri, A. Maschio, A. Stella; Elettrotecnica 2 - Applicazioni; Società Editrice Esculapio; ISBN 978-88-9385-191-6</p> <p>Per le esercitazioni Fabio Viola, Quaderno di elettrotecnica, Tangram edizioni scientifiche (facoltativo); ISBN 978-88-6458-114-9 seconda edizione;</p>

	<p>Schede riassuntive e caratteristiche commerciali fornite a corredo delle lezioni ed esercitazioni.</p> <p>Il ricevimento degli studenti potrà essere effettuato, su prenotazione, anche su piattaforma Teams.</p>
--	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

PROGRAMMA

ORE	Lezioni
2	Obiettivi della disciplina, sua suddivisione e modalità d'esame. Significato del questionario di valutazione della didattica. Diversificazione dell'analisi di circuiti elettrici: circuiti a parametri concentrati e distribuiti. Analisi e sintesi e curva di apprendimento: dall'applicazione di tecniche di analisi circuitale alla realizzazione di progetti elettrici.
6	Il bipolo elettrico. Tensione e corrente. Condizioni di riferimento associate. Potenza elettrica. Funzione energia. Resistore, capacitore, induttore, circuito aperto, cortocircuito, diodo. Piani di definizione dei bipoli, correlazioni tra tensione e corrente. Bipoli lineari tempo invarianti e tempo varianti. Bipoli in serie ed in parallelo. Interpretazione grafica. Trasformazione stella-triangolo. Sintesi di rete in base ai requisiti.
3	Elementi attivi: generatori di tensione e di corrente. Parallelo e serie di generatori: casi ammissibili e non. Generatori reali.
5	Definizioni di rete: nodo e ramo, anello e maglia. Principi di Kirchhoff. Esempi di applicazione dei principi di Kirchhoff. Metodo delle correnti di ramo per reti lineari e non.
7	Reti lineari e metodi ridotti. Principali metodi e teoremi per l'analisi dei circuiti elettrici. Metodo di sovrapposizione degli effetti, applicabilità e validità (tensioni e correnti). Metodo delle correnti di anello, applicabilità e vantaggi. Metodo dei potenziali di nodo, requisiti ed applicazioni. Teorema di Thevenin e generatori reali, spegnimento di una rete elettrica. Teorema di Norton, dualità con il teorema di Thevenin. Teorema di Millman. Formule del partitore di tensione e di corrente.
7	Funzioni periodiche. Definizione di rete in regime sinusoidale. Metodi di risoluzione tradizionale per mezzo di leggi trigonometriche. Trasformata fasoriale. Applicazione delle leggi di Kirchhoff nel dominio dei fasori. Operazione di derivazione ed integrazione nel dominio dei fasori. Trasformazione dei bipoli nel dominio dei fasori. Analisi di reti elettriche in regime sinusoidale.
6	Sfasamento e fattore di potenza. Potenza in regime sinusoidale: potenza attiva, reattiva ed apparente. Triangolo delle impedenze, triangolo delle tensioni, triangolo delle potenze. La potenza su resistori, induttori e condensatori. Rifasamento. Teorema del massimo trasferimento di potenza. Teorema di Boucherot ed algebra di Boucherot. Metodo della falsa posizione.
4	Principi di conversione elettromeccanica dell'energia: macchine elettriche rotante e relazioni fisiche intercorrenti in una spira rotante in presenza di campo magnetico costante. Metodo del flusso concatenato e metodo delle linee di forza tagliate. Sistema di spazzole e collettore: forma d'onda sinusoidale e pseudo continua.
4	Sistemi trifase. Definizioni di terna diretta ed inversa. Terna di tensioni e di correnti. Carico a stella e carico a triangolo. Tipologie di risoluzione di un sistema trifase con e senza neutro. Potenza in regime sinusoidale: attiva ed apparente. Vantaggi tecnico-economici dell'impiego dei sistemi trifase. Rifasamento nei sistemi trifase. Monofase equivalente. Cenni di soluzione di sistemi dissimmetrici e squilibrati.
4	Trasformatore: aspetti costruttivi, trasformatore monofase ideale, principio di funzionamento e circuito equivalente del trasformatore reale, prova a vuoto ed in corto circuito, determinazione dei parametri di macchina, rendimento, caduta di tensione industriale, parallelo di trasformatori, autotrasformatore, trasformatore trifase, gruppo orario.
4	Motore ad induzione: aspetti costruttivi, principio del campo magnetico rotante di Galileo Ferraris, circuito equivalente, prove a vuoto ed in corto circuito, caratteristica meccanica, rotore avvolto e rotore a gabbia, regolazione di velocità, motore asincrono monofase.
4	Generalità sul sistema elettrico di potenza con particolare riferimento alle reti in bassa tensione. Criteri e metodi di dimensionamento e verifica di linee elettriche di distribuzione in bassa tensione in cavo. Dispositivi di manovra e protezione per gli impianti.
4	Convertitori elettronici di potenza: circuiti raddrizzatori, chopper ed inverter. Tipologia di elementi elettronici impiegati. Spegnimento naturale e forzato. Problema delle armoniche.
2	I pericoli dell'elettricità per l'uomo; i sistemi di protezione in bassa tensione secondo la normativa tecnica e di legge.

ORE	Esercitazioni
2	Applicazioni delle leggi di Kirchhoff a circuiti generici. Valutazione di resistenze equivalenti.
4	Applicazione dei metodi dei potenziali di nodo e delle correnti di anello. Applicazione del teorema di Thevenin e di Norton. Applicazione della sovrapposizione degli effetti. Bilancio delle potenze.
4	Applicazione delle leggi di Kirchhoff in regime sinusoidale. Risoluzione di reti impiegando i principali metodi e teoremi. Valutazione delle potenze. Allaccio utenze ad un quadro di potenza: valutazione.
3	Risoluzione di reti trifase con e senza neutro. Carichi bilanciati e non, diagrammi fasoriali.
6	Impianti elettrici. Dimensionamento trasformatore, dimensionamento feeder, dimensionamento protezioni. Dimensionamento di casi reali.