

“Titolo dell’insegnamento”

ELETTROTECNICA

“Obiettivi formativi”

Il corso di Elettrotecnica si propone di introdurre lo studente ai fondamenti dei circuiti elettrici con riferimento alla teoria dei circuiti ma anche deducendo le principali grandezze elettriche e le proprietà di base dai modelli stazionari e quasi stazionari dell'elettromagnetismo. Il corso mira a fornire una base culturale e metodologica per lo studio di alcuni concetti chiave nell'ambito dell'Ingegneria.

CONOSCENZA E COMPRESIONE:

Comprensione del legame fra circuiti e campi elettrici e magnetici; comprensione delle limitazioni dei modelli e delle approssimazioni introdotte; capacità di analizzare reti elettriche in regime stazionario e sinusoidale; comprensione delle proprietà delle diverse classi di circuiti; conoscenza e comprensione degli strumenti metodologici per l'analisi delle reti elettriche in regime transitorio; conoscenza e comprensione delle rappresentazioni ingresso-uscita delle reti elettriche.

CAPACITA' DI APPLICARE CONOSCENZA E COMPRESIONE:

Il corso è orientato a far acquisire allo studente competenze sull'applicazione di tecniche e metodi di analisi dei circuiti, tale obiettivo viene perseguito attraverso esercitazioni opportunamente strutturate, inquadrando la disciplina nel più ampio contesto multidisciplinare dell'ingegneria.

AUTONOMIA DI GIUDIZIO:

A fine corso, e in particolare al superamento dell'esame, lo studente avrà acquisito la capacità di elaborare un proprio approccio alla risoluzione dei circuiti, valutando di volta in volta pro e contro delle metodiche applicabili.

ABILITA' COMUNICATIVE:

Attraverso una continua interazione docente–studente, il corso orienterà all'acquisizione del linguaggio proprio della teoria dei circuiti e permetterà allo studente di affinare la capacità di esprimersi con linguaggio tecnico appropriato.

CAPACITA' DI APPRENDIMENTO:

Al superamento dell'esame, lo studente avrà acquisito la capacità di affrontare autonomamente la risoluzione dei circuiti applicando i concetti teorici acquisiti. Viceversa, l'applicazione pratica dei concetti teorici permetterà di comprenderli a fondo e rielaborarli; lo studente svilupperà così un approccio teorico-pratico alle materie ingegneristiche.

“Prerequisiti”

Conoscenze di base dell'analisi matematica: risoluzione di sistemi lineari di equazioni, calcolo di derivate, calcolo di integrali, risoluzione di equazioni differenziali del primo e del secondo ordine, trigonometria, conoscenza delle matrici e delle operazioni matriciali, operazioni con i numeri complessi. Concetti fondamentali di elettromagnetismo.

“Programma dell’insegnamento”

Reti elettriche in regime stazionario (6 CFU)

Modello circuitale, passaggio campi-circuiti e definizione delle grandezze elettriche fondamentali; definizione di bipolo e di n-polo; reti di bipoli; classificazione e convenzioni; caratteristiche esterne; metodi grafici; riduzioni di circuiti semplici; leggi di Kirchhoff per le correnti e le tensioni; teorema di conservazione delle potenze virtuali (Tellegen); elementi di topologia delle reti: grafo orientato, nodo, lato, maglia, anello, albero, coalbero, insieme di taglio, matrice di incidenza e relative proprietà, matrice delle maglie; matrici fondamentali; metodi generali di risoluzione delle reti elettriche: correnti di maglia e potenziali nodali: formulazione matriciale del sistema fondamentale; potenza elettrica assorbita/erogata e relative convenzioni; teoremi sulle reti: sovrapposizione, generatori equivalenti (Thévenin e Norton), non amplificazione, reciprocità, compensazione; bipoli resistivi lineari e non lineari: definizione e caratteristiche; n-poli e n-bipoli lineari passivi: analisi e sintesi; sostituzione ed equivalenza: trasformazione stella-polilatero; doppi bipoli resistivi; caratterizzazione di doppi bipoli; concetto di bipolo equivalente per piccoli segnali; trasformatore ideale e giratore; teorema del massimo trasferimento di potenza; Risoluzione numerica dei circuiti, Metodi sistematici per la risoluzione dei circuiti: Correnti di maglia, Potenziali nodali, il metodo del Tableau, Il Simulatore SPICE, esempi e simulazioni circuitale, Introduzione all’analisi dei circuiti mediante MATLAB, esempi e simulazioni.

Reti elettriche in regime sinusoidale e in condizioni dinamiche generali (6 CFU)

Grandezze periodiche e sinusoidali, bipoli in regime sinusoidale, impedenza ed ammettenza, metodo simbolico e rappresentazione fasoriale, estensione dei teoremi sulle reti al regime sinusoidale; potenza in regime sinusoidale: potenza istantanea e potenza complessa; legame tra potenza istantanea e potenza attiva e reattiva; definizioni e teoremi di conservazione; rifasamento monofase; analisi qualitativa di reti in regime sinusoidale, massimo trasferimento di potenza in regime sinusoidale; sovrapposizione di regimi sinusoidali.

Circuiti risonanti: criteri generali ed applicazioni alle reti elettriche RLC serie ed RLC parallelo, pulsazione di risonanza, fattore di qualità, banda passante a 3dB e frequenze di taglio. Risposta in frequenza, funzioni di rete e proprietà filtranti dei circuiti.

Doppi bipoli. Rappresentazione di doppi bipoli resistivi privi di generatori indipendenti: matrice delle resistenze; matrice delle conduttanze, matrice ibrida 1 e 2, matrice di trasmissione; configurazione a T e a pi greco. Collegamento di doppi bipoli in serie o in parallelo alle porte. Estensione ai doppi bipoli dinamici privi di generatori indipendenti.

Soluzione di circuiti dinamici nel dominio del tempo. Circuiti del primo ordine: circuiti RC ed RL in evoluzione libera e forzata, circuiti del primo ordine autonomi, stabilità, risposta transitoria e permanente. Circuiti del secondo ordine: circuiti RLC serie e parallelo in evoluzione libera e forzata, risoluzione di circuiti autonomi del secondo ordine, metodo delle equazioni di stato.

Trasformata di Laplace. Risposta della rete ad un determinato ingresso, risposta al gradino ed all'impulso, integrale di convoluzione; applicazioni della trasformata di Laplace alle reti lineari tempo-invarianti.

Cenni sui sistemi Trifase simmetrici ed equilibrati e squilibrati, collegamenti interfasci a stella e a triangolo, correnti e tensioni di fase e di linea, metodi di risoluzione delle reti trifase. Cenni sulle potenze nei circuiti trifase, fattore di potenza, inserzione Aron e misure di potenza. Cenni sui circuiti mutuamente accoppiati, trasformatore ideale, modello equivalente del trasformatore reale.

Circuiti non lineari: Il resistore non lineare. Esempi di resistori non lineari. Asimmetria delle caratteristiche. Armoniche prodotte da componenti non lineari. Risoluzione grafica di circuiti non lineari. Approssimazione lineare a tratti della caratteristica. Resistore concavo e convesso. Punto di lavoro. Soluzione numerica di

circuiti non lineari. Metodo di Newton-Raphson. Metodi matriciali (analisi nodale).
Generalità sui Memristori. Circuiti a memristori e applicazioni alle reti neurali.

Fondamenti di analisi dei circuiti in regime stazionario, sinusoidale e in fase transitoria mediante simulatore PSpice.

“Modalità di svolgimento dell’insegnamento”

Lo svolgimento del corso prevede: lezioni teoriche frontali, esercitazioni pratiche volte all’acquisizione dei metodi di risoluzione dei circuiti, lezioni pratiche di simulazione di circuiti attraverso PSpice. Le lezioni sono caratterizzate da una continua interazione docente-studente volta a promuovere un apprendimento attivo.

“Modalità di valutazione”

La prova d'esame consiste in una prova scritta ed una prova orale. Nella prova scritta si valutano sia la comprensione delle tematiche oggetto del corso, sia le capacità di risolvere effettivamente i problemi proposti. La prova scritta ha durata massima di due ore, è costituita da 3 esercizi ed è valutata in trentesimi:

- Es. 1 Risoluzione di circuiti in regime stazionario o sinusoidale (max 10 punti)
- Es. 2 Risoluzione di circuiti dinamici lineari nel dominio del tempo (max 10 punti)
- Es. 3 Risoluzione di circuiti dinamici lineari mediante Trasformata di Laplace (max 10 punti)

L’esito della prova scritta sarà espresso mediante le seguenti fasce di valutazione:

- insufficiente (inferiore a 15/30)
- quasi sufficiente (da 15/30 a 17/30)
- sufficiente (da 18/30 a 20/30)
- discreto (da 21/30 a 23/30)
- buono (da 24/30 a 26/30)
- ottimo (da 27/30 a 30/30)

La prova orale mira a valutare le capacità critiche sviluppate dallo studente ed il rigore metodologico nell’impostazione e formulazione dei problemi e nella dimostrazione, in particolare, dei teoremi delle reti elettriche. La prova orale inizia dalla discussione della prova scritta ed è volta a verificare il livello di maturazione delle conoscenze degli argomenti proposti nonché la capacità di esposizione dei contenuti teorici della disciplina.

Il voto finale sarà attribuito considerando il risultato ottenuto nella prova scritta e l’esito della discussione orale, secondo il seguente criterio di valutazione:

30 - 30 e lode: conoscenza completa, approfondita e critica degli argomenti, ottima proprietà di linguaggio, completa ed originale capacità interpretativa, piena capacità di applicare autonomamente le conoscenze per risolvere i problemi proposti;

27 - 29: conoscenza completa e approfondita degli argomenti, piena proprietà di linguaggio, completa ed efficace capacità interpretativa, in grado di applicare autonomamente le conoscenze per risolvere i problemi proposti;

24 - 26: conoscenza degli argomenti con un buon grado di apprendimento, buona proprietà di linguaggio, corretta e sicura capacità interpretativa, capacità di applicare in modo corretto la maggior parte delle conoscenze per risolvere i problemi proposti;

21 - 23: conoscenza adeguata degli argomenti, ma mancata padronanza degli stessi, soddisfacente proprietà di linguaggio, corretta capacità interpretativa, limitata capacità di applicare autonomamente le conoscenze per risolvere i problemi proposti;

18 - 20: conoscenza di base degli argomenti principali, conoscenza di base del linguaggio tecnico, capacità interpretativa sufficiente, capacità di applicare le conoscenze basilari acquisite;

Insufficiente: qualora lo studente decida di sostenere la prova orale, essa mirerà innanzitutto ad esaminare la prova scritta per discutere l'approccio agli esercizi proposti e valutare se le conoscenze complessive possono essere ritenute sufficienti al superamento dell'esame.

“Testi adottati e bibliografia di riferimento”

Perfetti R. – Circuiti Elettrici - Zanichelli

De Magistris M., Miano G. – Circuiti, Fondamenti di circuiti per l'Ingegneria – Springer

Chua, Desoer, Kuh – Circuiti lineari e non lineari – Jackson

Rizzoni G. – Elettrotecnica: principi e applicazioni, Seconda edizione - McGraw-Hill

Esercizi e Materiale distribuito durante le lezioni del corso