

Programma del corso di
ELETTROTECNICA
(2° anno - 2° semestre - 9 crediti)

Descrizione ed obiettivi.

Il corso introduce alla conoscenza dei principi dell'elettrotecnica e fornisce i metodi per lo studio dei circuiti elettrici e le conoscenze propedeutiche per i successivi corsi di elettronica e comunicazioni elettriche. Dopo un breve cenno ai campi elettrici e magnetici, utile per l'introduzione del modello a parametri concentrati, l'allievo ingegnere impara ad analizzare semplici circuiti nel dominio del tempo ed in regime sinusoidale, i metodi di analisi sistematica ed i teoremi fondamentali dell'analisi delle reti. Infine, viene evidenziato l'impiego usuale dei modelli e dei metodi dell'analisi dei circuiti elettrici per applicazioni di segnale e di potenza.

Prerequisiti

Si considerano acquisiti i seguenti concetti (studiati, di norma, nei corsi a lato indicati):

Notazione esponenziale o scientifica. Grandezze fisiche. Sistema Internazionale (SI). Arrotondamento dei valori numerici.	Fisica I
Grandezze scalari e vettoriali. Somma e scomposizione di vettori. Versori. Prodotto scalare. Prodotto vettoriale. Derivazione ed integrazione di vettori.	
Lavoro. Potenza. Energia. Calore.	
Numeri reali. Operazioni con numeri reali. Potenza ad esponente razionale e reale. Logaritmi. Trigonometria.	Analisi matematica I
Unità immaginaria. Forma algebrica, forma trigonometrica e forma esponenziale dei numeri complessi. Notazione polare e cartesiana dei numeri complessi. Operazioni con numeri complessi. Radici nel campo complesso.	
Funzioni reali di una variabile reale. Operazioni tra funzioni. Funzione inversa e funzione composta. Estremi assoluti e relativi di una funzione. Limiti delle funzioni reali. Forme indeterminate. Infinitesimi e infiniti. Asintoti. Continuità per funzioni reali di una variabile reale. Punti di discontinuità.	
Derivata di una funzione reale di una variabile reale. Significato geometrico della derivata. Derivabilità e continuità. Derivate delle funzioni elementari. Operazioni con le derivate. Derivata della funzione composta e inversa. Differenziale. Derivate di ordine superiore al primo. Estremi relativi. Monotonia delle funzioni derivabili. Formula di Taylor.	
Integrale di Riemann. Primitive di una funzione e integrale indefinito. Funzione integrale. Integrazione per parti e per sostituzione.	
Spazi vettoriali: sottospazi, intersezione e somma. Generatori, indipendenza lineare, basi.	Algebra lineare
Matrici: rango, matrici ridotte, riduzione, minori. Determinante, matrici invertibili. Operazioni con matrici: trasposta, inversa, somma, prodotto.	
Sistemi lineari, risolubilità e metodi di risoluzione (anche con l'ausilio del calcolatore): sostituzione, confronto, combinazione lineare, Cramer, Gauss.	
Applicazioni lineari, proprietà e studio. Cambio di base, matrici simili. Applicazioni semplici e matrici diagonalizzabili: autovalori ed autospazi.	
Derivate direzionali e parziali per funzioni scalari. Funzioni differenziabili. Teorema del differenziale totale. Derivate e differenziale primo per funzioni vettoriali. Derivabilità della funzione composta. Derivate e differenziali di ordine superiore. Teorema di Schwartz.	Analisi matematica II
Equazioni differenziali ordinarie di ordine n. Sistemi di n equazioni differenziali ordinarie del primo ordine in n funzioni incognite. Equivalenza tra equazioni e sistemi. Problema di Cauchy. Definizione di soluzione. Sistemi lineari a coefficienti costanti: costruzione di una base dello spazio delle soluzioni nel caso di autovalori semplici.	
Conduttori ed isolanti, elettrizzazione, carica elettrica. Legge di Coulomb. Campo e Potenziale elettrico. Teorema di Gauss. Capacità di un conduttore. Condensatori piani. Energia e densità di energia del campo elettrico.	Fisica II
Definizione della costante dielettrica relativa ed assoluta. Il campo di induzione elettrica. Equazioni della elettrostatica in presenza di mezzi dielettrici. I dielettrici lineari.	
Forza elettromotrice. Intensità di corrente. Modello del moto delle cariche elettriche nei conduttori e resistenza elettrica.	
Definizione di campo magnetico. Forze su conduttori percorsi da corrente. Legge di Ampere. Corrente di spostamento. Legge di Biot-Savart. Legge di Gauss nella magnetostatica.	
Proprietà magnetiche della materia. Definizione della permeabilità magnetica relativa. Sostanze diamagnetiche, paramagnetiche e ferromagnetiche. Ciclo di Isteresi. Meccanismi di magnetizzazione microscopica. Campo magnetico e campo di Induzione magnetica. Equazioni della magnetostatica in presenza di mezzi materiali.	
Legge di induzione elettromagnetica di Faraday. Legge di Lenz. Induttanza. Energia e densità di energia.	
Equazioni di Maxwell in forma differenziale. Operatore Nabla. Definizione di gradiente di un campo scalare. Definizione di divergenza e rotore di un campo vettoriale. Teorema di Stokes. Teorema della divergenza.	
Propagazione delle onde elettromagnetiche nel vuoto.	
Trasformata di Laplace. Linearità della Trasformata di Laplace. Prima formula fondamentale. Trasformabilità delle funzioni periodiche. Trasformata di Laplace della convoluzione. Trasformata della funzione integrale. Seconda formula fondamentale. Inversione della trasformata di Laplace. Antitrasformazione delle funzioni razionali. Applicazione alle equazioni differenziali ed ai sistemi di equazioni differenziali.	Analisi matematica III

Durata

Lezioni frontali ed esercitazioni: 90 ore, suddivise in 60 ore di lezione e 30 di esercitazione.

Modalità d'esame

Gli esami si articolano in una prova scritta ed una orale.

Contenuti

Richiami sul campo elettromagnetico stazionario e quasi-stazionario

Carica elettrica. Forza elettrostatica. Concetto di campo. Campo elettrico. Corrente elettrica. Forza magnetica. Campo magnetico. Campi nei mezzi materiali: equazioni costitutive. Equazioni di Maxwell. Campo di corrente stazionario: condizioni al contorno tra due mezzi con conducibilità diversa, equazione di Laplace, calcolo di resistenze. Campo magnetostatico: condizioni al contorno tra due mezzi magnetici, equazione di Poisson. Circuiti magnetici: legge di Hopkinson, calcolo di induttanze. Campo elettrico stazionario: condizioni al contorno tra due dielettrici, equazione di Poisson, calcolo di capacità. Campo elettromagnetico quasi stazionario: campo magnetico quasi stazionario, campo elettrico quasi stazionario.

Circuiti a parametri concentrati.

Dai campi ai circuiti. Modello a parametri concentrati. Limiti di validità del modello. Leggi di Kirchhoff.

Elementi ad una porta

Resistori. Generatori indipendenti. Resistori non lineari. Diodo ideale. Condensatori. Induttori. Potenza ed energia.

Collegamenti di bipoli

Collegamenti serie e parallelo. Partitore di tensione e di corrente. Trasformazioni equivalenti (stella-triangolo e viceversa, Thevenin e Norton e viceversa, trasformazioni dei generatori, ecc.).

Elementi di accoppiamento a due porte

Generatori pilotati. Amplificatore operazionale. Trasformatore ideale. Induttori accoppiati.

Metodi sistematici per la soluzione delle reti elettriche.

Grafo. Insiemi di taglio e maglie. Trasformazioni dei generatori. Analisi dei nodi. Analisi degli anelli. Dualità.

Teoremi delle reti elettriche.

Teorema di Tellegen. Teorema di sostituzione. Teorema di sovrapposizione. Teorema di Thevenin e Norton. Teorema di Millman.

Analisi in regime sinusoidale

Teorema del regime sinusoidale. Fasori. Leggi di Kirchhoff e equazioni di lato con i fasori. Impedenza ed ammettenza. Soluzione delle reti in regime sinusoidale con i fasori. Metodi sistematici e teoremi delle reti in regime sinusoidale. Potenze in regime sinusoidale. Valori efficaci. Rifasamento. Teorema del massimo trasferimento di potenza. Teorema di Boucherot. Circuito RLC serie e parallelo in regime sinusoidale: diagrammi vettoriali, diagrammi polari, risonanza. Circuiti trifase a tre ed a quattro fili. Tensioni e correnti di linea e di fase. Circuiti trifase simmetrici ed equilibrati. Circuito monofase equivalente. Potenza nei circuiti trifase.

Analisi dinamica di circuiti del primo ordine.

Esempi: circuito RC serie e parallelo, circuito RL parallelo e serie (duale dell'RC). Concetto di stato. Frequenze naturali. Equazione differenziale del primo ordine e condizione iniziale. Risposta ingresso zero. Risposta stato zero. Risposta completa.

Analisi dinamica di circuiti del secondo ordine

Esempi: circuito RLC serie e parallelo. Equazione differenziale del secondo ordine e condizioni iniziali.

Analisi dinamica di circuiti di ordine qualsiasi

Equazioni di stato. Equazione differenziale di ordine minimo. Dimostrazione del teorema del regime sinusoidale. Metodo simbolico basato sulla trasformata di Laplace.

Doppi bipoli di impedenze.

Definizioni: d.b. estrinseci ed intrinseci. Rappresentazione dei doppi bipoli. Reciprocità nei doppi bipoli. Interconnessione di doppi bipoli. Esempio: linea di trasmissione bifilare.

Esercitazioni.

Testi consigliati

Teoria

- 1) M. De Magistris, G. Miano, Circuiti. Fondamenti di circuiti per l'ingegneria, Springer Verlag Italia.
- 2) C.A. Desoer, E.S. Kuh, Fondamenti di Teoria dei Circuiti, Franco Angeli Editore.
- 3) V. Daniele, A. Liberatore, R. Graglia, S. Manetti, Elettrotecnica, Monduzzi Editore.
- 4) G. Someda, Elementi di Elettrotecnica Generale, Pàtron Editore.
- 5) P.P. Civalleri, Elettrotecnica, Levrotto&Bella.

Esercizi

- 1) A. Laurentini, A.R. Meo, R. Pomè, Esercizi di elettrotecnica, Levrotto&Bella.
- 2) J.A. Edminidter e M. Nahvi, Elettrotecnica (parte 1a e parte 2a), coll. Schaum's, McGraw-Hill.
- 3) S. Alfonzetti, C. Cavallaro, A. Consoli, S. La Maestra: "Esercizi di Elettrotecnica", DIEES, Catania.
- 4) Testi delle prove scritte dei corsi di Elettrotecnica in Ing. Elettrica, Elettronica, Industriale e Informatica, svolte dal 2005 in poi.

Per ulteriori informazioni

<http://pc1esg.diees.unict.it/esg/didattica/elettrotecnica/inf/index.html>

IL DOCENTE
Prof. Nunzio SALERNO