

## *Obiettivi*

Il corso si propone di fornire agli studenti le nozioni fondamentali dei circuiti elettrici, dei campi elettromagnetici e della conversione elettromeccanica. Gli argomenti sono quelli classici: nella prima parte viene trattata l'analisi di circuiti elementari in regime stazionario, in regime sinusoidale e in transitorio, nella seconda parte vengono illustrati i fondamenti della conversione elettromeccanica. Nella presentazione degli argomenti, accanto all'aspetto metodologico di base, vengono mostrati gli aspetti applicativi e particolare attenzione viene dedicata alla critica dei risultati ottenuti nella risoluzione dei circuiti. Le esercitazioni di laboratorio permettono di acquisire familiarità con i componenti e gli strumenti reali e risultano essere un valido complemento a quanto appreso in aula.

## *Programma delle lezioni e delle esercitazioni*

### **1. Introduzione**

- 1.1 Circuiti elettrici come modello di fenomeni fisici.
- 1.2 Il concetto di bipolo.
- 1.3 Le grandezze elettriche: tensione, corrente e potenza.
- 1.4 Unità di misura. Voltmetro e amperometro.
- 1.5 Leggi di Kirchhoff delle tensioni e delle correnti.
- 1.6 Potenza e energia.

### **2. Bipoli puramente resistivi (adinamici) e circuiti elementari**

- 2.1 Bipoli notevoli: resistore, generatori ideali di tensione e di corrente, corto circuito e circuito aperto.
- 2.2 Modelli equivalenti serie e parallelo di bipoli resistivi lineari.
- 2.3 Generatori reali.
- 2.4 Fenomeni energetici nei bipoli.
- 2.5 Connessioni serie, parallelo e a scala di bipoli .
- 2.6 Bipoli non-lineari: risoluzione grafica di semplici circuiti.

### **3. Doppio bipoli resistivi**

- 3.1 Rappresentazioni dei doppi bipoli. Potenza in un doppio bipolo.
- 3.2 I quattro generatori pilotati.
- 3.3 Trasformatore ideale, amplificatore operazionale ideale.
- 3.4 Trasformazioni stella-triangolo e triangolo-stella.

### **4. Analisi dei circuiti**

- 4.1 Analisi nodale di circuiti (metodo dei potenziali).
- 4.2 Teorema di sostituzione.
- 4.3 Principio di sovrapposizione.
- 4.4 Bipoli equivalenti di Thévenin e Norton.

### **5. Componenti e circuiti dinamici elementari**

- 5.1 Condensatore e induttore: energia, stato iniziale.
- 5.2 Gli induttori accoppiati: energia, stato iniziale.
- 5.3 Connessione in serie e in parallelo di condensatori e/o induttori.

- 5.4 Circuiti RC e RL del primo ordine.
- 5.5 Circuiti RC e RL del primo ordine con interruttori.
- 5.6 Circuiti RLC del secondo ordine con generatori costanti e a gradino.
- 5.7 Integrazione numerica di sistemi dinamici lineari

## **6. Circuiti in regime sinusoidale**

- 6.1 Rappresentazione di sinusoidi mediante i fasori.
- 6.2 Circuiti RC, RL del primo ordine con generatori sinusoidali nel dominio del tempo.
- 6.3 Le leggi di Kirchhoff nel dominio dei fasori.
- 6.4 Le relazioni costitutive nel dominio dei fasori. impedenza e ammettenza.
- 6.5 Analisi dei circuiti RLC in regime sinusoidale.
- 6.6 Estensione delle proprietà dei circuiti dal regime stazionario al regime sinusoidale.
- 6.7 Potenza attiva, reattiva e complessa in regime sinusoidale.
- 6.8 Conservazione della potenza complessa e Teorema di Boucherot.
- 6.9 Massimo trasferimento di potenza attiva.
- ~~6.10 Rifasamento nella trasmissione dell'energia elettrica.~~
- 6.11 Comportamento al variare della frequenza: applicazioni ai risonatori RLC e ai filtri del primo ordine RC e RL.
- 6.12 Principio di sovrapposizione per circuiti con generatori a frequenze diverse. Sovrapponibilità delle potenze medie.

## **7. Fondamenti di conversione elettromeccanica**

- 7.1 Richiami sui campi elettrico, magnetico e di conduzione. Proprietà dei materiali: permittività, permeabilità e conducibilità
- 7.2 Circuiti magnetici: flusso magnetico, tensione magnetica, riluttanza. Legge di Hopkinson. Materiali magnetici, curva B-H
- 7.3 Induttori mutuamente accoppiati e trasformatore reale.
- 7.4 Legge dell'Induzione elettromagnetica e sue applicazioni tipiche: conversione elettromeccanica dell'energia, la macchina lineare, caratteristica elettrica (funzionamento da generatore) e caratteristica meccanica (funzionamento da motore).

*Prerequisiti* Concetti di derivate ed integrali di funzioni reali. Equazioni differenziali lineari elementari. Concetti di vettore, matrice e di sistemi di equazioni algebriche. Numeri complessi. Concetto di potenza, lavoro, energia. Conoscenza di base del campo elettrico e magnetico.

### **In italiano:**

Perfetti R. "Circuiti elettrici" , Zanichelli  
Desoer C.A., Kuh "Fondamenti di teoria dei circuiti" F. Angeli  
Rizzoni G. "Elettrotecnica: principi e applicazioni" Mc Graw-Hill  
Mazzoldi, Nigro, Voci "Fondamenti di Fisica - Elettromagnetismo" EDISES  
S. Focardi, I. Massa, A. Uguzzoni "Fisica Generale - Elettromagnetismo" CEA

### **In inglese:**

James A. Svoboda, Richard C. Dorf: "Electric Circuits", J. Wiley  
Roland E. Thomas, Albert J. Rosa: "The analysis and design of linear circuits" , Prentice Hall  
Rizzoni G. "Principles and Applications of Electrical Engineering" Mc Graw-Hill

Dispense, appunti e altro materiale reso disponibile dal docente.

L'esame finale consta di due prove, una scritta relativa alla risoluzione di semplici esercizi e una (orale o scritta) relativa alla teoria. Sono previste due prove scritte facoltative, una in itinere durante la sospensione a metà semestre e una nel periodo del preappello, in sostituzione dell'esame finale. Il voto finale terrà conto della valutazione delle due prove e della valutazione relativa al laboratorio.