

# **LAUREA IN INGEGNERIA ELETTRONICA**

## **CORSO DI “TEORIA DEI CIRCUITI”**

**DOCENTE: RAFFAELE PARISI**

### **PROGRAMMA**

#### **1. INTRODUZIONE AI CIRCUITI A COSTANTI CONCENTRATE DI TIPO ELETTRICO**

- Il problema del modellamento circuitale.
- Leggi di Kirchhoff.
- Componenti a più terminali. Definizione di porta. Il bipolo.
- Proprietà generali dei componenti e dei circuiti: linearità, invarianza nel tempo, passività, causalità.
- Relazioni costitutive degli elementi bipolari lineari e tempo invarianti: resistore, condensatore, induttore, generatore indipendente di tensione, generatore indipendente di corrente, corto circuito, circuito aperto.
- Caratterizzazione degli elementi bipolari dal punto di vista energetico. Incongruenze associate agli elementi ideali. Circuiti equivalenti di bipoli reali.
- Relazioni costitutive di elementi ideali due porte: generatori controllati, trasformatore ideale, nullo.

#### **2. ANALISI DI CIRCUITI SENZA MEMORIA**

- Il problema dell'analisi dei circuiti.
- Nozioni di topologia: grafo orientato associato ad un circuito, maglia, taglio, albero, co-albero, maglie e tagli fondamentali.
- Determinazione delle tensioni e delle correnti indipendenti di un circuito.
- Matrici topologiche A e B. Verifica della proprietà fondamentale ( $B = -A^T$ ).
- Principio di conservazione dell'energia. Teorema di Tellegen.
- Analisi di circuiti resistivi con eccitazioni costanti nel tempo: metodi delle maglie e dei nodi.
- Resistori serie e parallelo. Partitori di tensione e di corrente.

#### **3. ANALISI IN REGIME PERMANENTE SINUSOIDALE**

- Analisi di circuiti con memoria con eccitazioni variabili nel tempo. Esempi di circuiti del primo ordine.
- Funzioni sinusoidali e loro rappresentazione tramite fasori.
- Esempio di analisi in regime permanente sinusoidale.
- Formulazione delle equazioni dei circuiti tramite fasori: leggi di Kirchhoff; relazioni costitutive. Impedenza e ammettenza. Circuito fittizio nel dominio dei fasori.
- Metodo dei fasori e condizioni per la sua applicabilità.
- Metodo dei fasori nel caso di eccitazioni sinusoidali a frequenze diverse.
- Potenza in regime permanente sinusoidale: potenza attiva, reattiva, complessa.
- Espressioni esplicite della potenza attiva e reattiva assorbite dai componenti di un circuito.
- Conservazione della potenza complessa e bilancio energetico di un circuito.
- Rifasamento.

#### **4. ANALISI DI CIRCUITI CON MEMORIA MEDIANTE LA TRASFORMATA DI LAPLACE**

- Trasformata di Laplace: definizione e proprietà.
- Antitrasformata di funzioni razionali reali: sviluppo in frazioni parziali.
- Applicazione della trasformata di Laplace alla soluzione di sistemi di equazioni integro-differenziali.
- Metodo di Laplace per l'analisi di circuiti con memoria: trasformazione delle relazioni costitutive dei componenti e loro circuiti equivalenti nel dominio di Laplace, trasformazione delle leggi di Kirchhoff nel dominio di Laplace.

## 5. FUNZIONI DI RETE E STABILITÀ

- Funzioni di rete: definizione e proprietà.
- Risposta impulsiva. Teorema della convoluzione.
- Risposta libera e risposta forzata.
- Stabilità dei circuiti e relazione con le proprietà delle funzioni di rete.
- Risposta transitoria e risposta permanente.
- Relazione tra il metodo dei fasori e il metodo della trasformata di Laplace.
- Risposta in frequenza di un circuito.
- Circuiti risonanti.

## 6. CARATTERIZZAZIONE ESTERNA DEI CIRCUITI

- Teorema di sostituzione. Teorema di Thevenin. Teorema di Norton.
- Rappresentazione esterna di reti N-porte: generalità.
- Rappresentazioni comuni di reti 2-porte: matrice impedenze a vuoto, matrice ammettenze di cortocircuito, matrice di trasmissione inversa T. Uso delle rappresentazioni nell'analisi dei circuiti.
- Connessioni delle reti 2-porte: serie-serie, parallelo-parallelo, cascata. Prove di validità delle connessioni.
- Teorema del massimo trasferimento di potenza attiva.

## MATERIALE DIDATTICO

### TESTO DI RIFERIMENTO

G. Martinelli, M. Salerno, "Fondamenti di elettrotecnica", Vol. I (2<sup>a</sup> Ed., 1995) e Vol. 2 (2<sup>a</sup> Ed., 1996), Ed. Siderea, Roma.

### ALTRI TESTI CONSIGLIATI

#### *Teoria*

L. O. Chua, C. A. Desoer, E. S. Kuh, "Linear and nonlinear circuits", Mc Graw-Hill (Ed. italiana).  
C.K. Alexander, M.N.O. Sadiku, "Circuiti elettrici", Mc Graw Hill, 2004.  
R. Perfetti, "Circuiti elettrici", Zanichelli, 2003.

#### *Esercizi*

F. Piazza, "Esercizi di elettrotecnica", Ed. Ingegneria 2000, Roma, 1992.  
M. Panella, A. Rizzi, "Esercizi di elettrotecnica", Ed. Progetto Leonardo, 2007.

## OBIETTIVI FORMATIVI

Il corso si propone di illustrare il passaggio dalla Teoria dei Campi alla Teoria dei Circuiti elettrici e di introdurre e descrivere le tecniche fondamentali per il modellamento e l'analisi dei circuiti elettrici.

Al termine del corso lo studente acquisirà la capacità di analizzare e mettere a punto semplici circuiti elettrici (filtri, reti di adattamento) e di comprendere gli aspetti generali del trasporto dell'energia elettrica.