

Insegnamento di ELETTROTECNICA – codice 60334

Modulo di CIRCUITI ELETTRICI – codice 60336

(II anno del corso di laurea in Ingegneria Elettrica - primo e secondo semestre, nove crediti)

Anno Accademico 2013-2014

Docente: Prof. Mario **NERVI**

Finalità del modulo

L'obiettivo del modulo di Circuiti elettrici di questo insegnamento è di fornire agli studenti la padronanza sia culturale sia operativa delle nozioni di base necessarie allo studio di modelli circuitali semplici dei fenomeni elettrici, con particolare riferimento agli aspetti energetici.

Sono trattati i metodi fondamentali nell'analisi di circuiti elettrici lineari, tempo invarianti, a parametri concentrati e ne viene illustrato l'impiego per la soluzione di problemi circuitali. L'analisi è svolta nel dominio tempo (regime stazionario, risposta transitoria) e nel dominio frequenza (regime sinusoidale permanente).

Programma del modulo

Il modello circuitale

Corrente elettrica e tensione elettrica. Differenza di potenziale. Il circuito elettrico: ipotesi di modello e limiti di validità. Componenti circuitali: terminali e morsetti, bipoli e multipoli, superfici limite. Circuiti a parametri concentrati. Convenzioni di segno per tensioni e correnti. Leggi di Kirchhoff delle tensioni e delle correnti. Relazioni linearmente indipendenti nelle leggi di Kirchhoff e tecniche elementari di selezione.

Equazioni dei componenti, piano tensione-corrente. Bipoli elementari: resistenza, circuito aperto, corto circuito, generatori indipendenti ideali di tensione e di corrente. Rappresentazioni delle equazioni dei componenti nel piano v-i.

Potenza elettrica istantanea. Potenza di un bipolo. Convenzioni dei generatori e degli utilizzatori. Potenza assorbita da un resistore. Effetto Joule. Teorema di Tellegen. Conservazione delle potenze. Grafi, grafi orientati e loro applicazioni per l'analisi dei circuiti.

Circuiti resistivi

Definizioni e ipotesi di modello. Resistori: resistore lineare tempo-invariante, equazione costitutiva, calcolo di resistenza e conduttanza. Collegamenti in serie e in parallelo, partitori di tensione e di corrente. Concetto di equivalente di rete, formule degli equivalenti di rete di resistori in serie e in parallelo. Tecniche di riduzioni delle reti. Reti a scala. Trasformazione stella-triangolo e triangolo-stella. Teoremi delle reti per reti resistive: teorema di Thevenin, teorema di Norton, tecniche di calcolo delle relative reti equivalenti. Generatori non ideali, teorema di Millmann. Teorema di sovrapposizione degli effetti ed esempi di applicazioni. Cenni a tecniche generali per la soluzione dei circuiti.

Condensatori, induttori e doppi bipoli

Condensatore e induttore ideali, proprietà elementari. Equazioni costitutive, energia immagazzinata, condizioni iniziali, variabili di stato. Collegamenti in serie e in parallelo di condensatori e induttori e loro equivalenti. Componenti reali. Doppi bipoli: definizioni, tecniche di identificazione. Induttori accoppiati, trasformatore ideale.

Tipologie di forzanti per problemi circuitali

Funzione gradino unitario. Impulso di durata finita. Funzione rampa unitaria. Impulso di Dirac e funzioni generalizzate, legami integro-differenziali tra funzioni elementari. Costruzione di funzioni continue a tratti come combinazioni di funzioni elementari. Funzioni sinusoidali. Funzioni periodiche. Funzioni alternate, pari, dispari e a simmetria di semionda. Armoniche: definizione e proprietà principali.

Equazioni di circuiti dinamici e loro soluzione

Richiami di equazioni differenziali lineari a coefficienti costanti. Omogenea associata e integrale particolare, condizioni iniziali, equazione caratteristica. Soluzione di semplici circuiti del primo ordine resistivo-capacitivi o resistivo-induttivi. Comportamento limite di induttori e condensatori di fronte a brusche variazioni. Circuiti del secondo ordine con induttanze e capacità. Tipologie delle radici dell'equazione caratteristica e correlazione con le risposte circuitali. Risposta a stato zero e risposta a ingresso nullo. Cenni ai simulatori circuitali. Esempi di soluzione di semplici circuiti dinamici.

Equazioni di circuiti in regime sinusoidale permanente e loro soluzione

Soluzione a regime di un circuito lineare dissipativo con eccitazione sinusoidale. Rappresentazione di grandezze sinusoidali mediante numeri complessi: metodo dei fasori. Definizioni di impedenza e ammettenza. Impedenze e ammettenze di tutte le tipologie di componenti lineari. Estensione dei teoremi delle reti al regime sinusoidale. Cadute di tensione. Rifasamento. Esempi di risoluzione di semplici circuiti lineari di interesse applicativo. Potenze in regime sinusoidale: potenza istantanea, attiva, reattiva e apparente. Potenza apparente complessa. Teorema di Tellegen per reti dissipative. Conservazione della potenza attiva e reattiva. Risonanza e antirisonanza. Concetto di filtro. Filtri elementari RC ed RL. Tecniche operative di soluzione di circuiti: metodo delle potenze, metodi basati sulle impedenze. Esempi di applicazioni in casi di interesse applicativo per la soluzione di circuiti e reti di potenza e di segnale.

Sistemi trifasi

Definizioni e motivazioni d'impiego dei sistemi trifasi. Sistemi trifasi a tre e a quattro conduttori. Tensioni stellate e concatenate, sistemi simmetrici ed equilibrati. Terne dirette, inverse e omopolari. Grandezze di linea e di fase, potenze nei sistemi trifasi, soluzione per fase di circuiti simmetrici semplici. Armoniche nei sistemi trifasi. Sistemi non equilibrati. Esempi di soluzione di circuiti trifasi di interesse applicativo, equilibrati e non.

Tipologia dell'attività didattica

Lezioni teoriche accompagnate da esercitazioni concettuali e da esercizi applicativi e numerici, svolte nel primo semestre, per un totale di 6 crediti. L'insegnamento verrà completato nel secondo semestre, per un totale di ulteriori 3 crediti, approfondendo ulteriormente le applicazioni dei circuiti con particolare riferimento a circuiti di interesse applicativo industriale nell'ingegneria elettrica.

Prerequisiti

Corsi di Analisi matematica I, Geometria e Fisica generale svolti al primo anno.

Utili sinergie culturali possono essere ricavate dal corso parallelo di Analisi matematica II, le cui cognizioni di interesse per il corso è importante siano note al momento dell'esame.

Modalità di ricevimento per spiegazioni

In orario d'ufficio, presso lo studio del docente in Via Opera Pia 11, (edificio "ex-CNR", terzo piano), previo appuntamento telefonico o via mail. Recapiti docente: tel.: 010 353 2044, e-mail: mario.nervi@unige.it

Modalità d'esame

Il voto dell'esame dell'insegnamento integrato di Elettrotecnica è costituito dalla media dei voti degli esami dei due moduli, che vanno sostenuti nell'ordine in cui sono prevalentemente svolti, vale a dire prima il modulo di Circuiti elettrici e poi il modulo di Campi elettrici e magnetici.

L'esame del modulo di Circuiti elettrici è costituito da un insieme di prove parziali di accertamento della preparazione tenute durante il corso (tre nel primo semestre, una nel secondo semestre) che devono essere sostenute tutte (salvo eventuali casi di forza maggiore da valutarsi caso per caso), e da una prova orale della durata di circa 30 minuti da sostenersi *dopo la conclusione del corso*, vale a dire dopo la conclusione dei corsi del *secondo* semestre. Nel caso in cui una o più prove parziali non siano state sostenute senza valido motivo, l'esame comprenderà una prova scritta assai più completa *vertente su tutto il programma del corso*. Il punteggio sarà attribuito come segue: max. 14 punti alla prova scritta (sia per l'insieme delle prove parziali sia per lo scritto completo), max. 17 alla prova orale.

Materiale didattico

In aggiunta ai testi suggeriti nei riferimenti bibliografici sottostanti, disponibili in prestito nella Biblioteca di Facoltà, sono disponibili copie di appunti del corso e di prove scritte (complete) di precedenti sessioni d'esame, corredate delle soluzioni. Altre copie di ulteriori prove scritte sono disponibili, se necessario, presso il docente.

Riferimenti bibliografici

- C. K. Alexander, M.N.O. Sadiku: "Circuiti elettrici" I, II o III Ediz., McGraw Hill Italia, 2001, 2004 e 2008.
- M. Guarnieri, G. Malesani: "Elementi di Elettrotecnica – Reti Elettriche" Ed. Progetto, Padova, 1999.
- R.C. Dorf, J.A. Svoboda: "Circuiti Elettrici" Apogeo, 2001.
- G. Rizzoni: "Elettrotecnica – Principi e applicazioni" I o II Ediz., McGraw Hill Libri Italia, 2004 o 2008.
- C.A. Desoer, E. S. Kuh: "Fondamenti di teoria dei circuiti", Angeli, Milano, 1977.
- M. Guarnieri, A. Stella: "Principi ed Applicazioni di Elettrotecnica" Ed. Progetto, Padova, 1998.
- S. Bobbio: "Esercizi di Elettrotecnica", CUEN, Napoli, 1992.