

Elementi di Ingegneria Elettrica T

per il Corso di Laurea in Ingegneria Chimica e Biochimica

Marco Breschi, Tel 051 209 3584

marco.breschi@unibo.it

Dispense e informazioni disponibili al sito <http://www.die.ing.unibo.it/pers/breschi/marco.htm>

Ricevimento Mercoledì ore 11-13

Il corso di Elementi di Ingegneria Elettrica T si rivolge agli studenti del secondo anno del Corso di Laurea in Ingegneria Chimica e Biochimica dell'Università di Bologna. Nell'ambito del corso, si prevedono due ore settimanali dedicate ad esercitazioni. Il 'valore' del corso, in crediti, è pari a 9. Sono previste sei esercitazioni di laboratorio la cui frequenza è obbligatoria, di cui tre esercitazioni di tipo pratico e tre esercitazioni al calcolatore. Nelle esercitazioni di tipo pratico si affronterà la realizzazione di circuiti in corrente continua ed alternata e la misura del rendimento convenzionale del trasformatore. Nelle esercitazioni al calcolatore si affronterà la soluzione di circuiti in corrente continua, alternata e in fase transitoria avvalendosi di software commerciali.

Il programma del corso è articolato nelle sezioni riportate di seguito.

Campi Elettromagnetici

Richiami sui principali operatori vettoriali. Definizioni fondamentali. Equazioni di Maxwell in forma locale ed integrale. Dalla teoria dei campi alla teoria dei circuiti. Elettrostatica. Equazioni di Laplace e di Poisson, problema generale dell'elettrostatica, matrice di capacità, condensatori.

Circuiti Elettrici

Reti e circuiti a parametri concentrati. Leggi di Kirchhoff. Principali elementi circuitali: resistenze, induttori, condensatori, generatori indipendenti di tensione e di corrente. Regimi stazionari. Serie e parallelo di resistenze. Trasformazioni triangolo - stella. Metodi di studio dei circuiti elettrici. Metodo delle equazioni di Kirchhoff. Metodo dei potenziali di nodo. Metodo delle correnti di maglia. Principio di sovrapposizione degli effetti. Teorema di Tellegen. Teoremi di Thevenin e di Norton. Regimi transitori. Circuiti RC, LC, RLC. Stato iniziale dei componenti con memoria. Regimi sinusoidali. Legge di Ohm simbolica e concetto di impedenza. Leggi di Kirchhoff simboliche. Studio di circuiti in regime sinusoidale mediante il metodo simbolico. Potenza in regime sinusoidale. Rifasamento. Sistemi trifase. Utilizzatori a stella ed a triangolo. Utilizzatori equilibrati e squilibrati. Potenza assorbita da un utilizzatore trifase. Trifase con neutro.

Magnetostatica

Proprietà magnetiche della materia, materiali diamagnetici, paramagnetici e ferromagnetici, circuiti magnetici, coefficienti di auto e mutua induzione. Legge di Hopkinson. Forze ed energie in mezzi magnetici non lineari. Principi di conversione elettromeccanica dell'energia.

Macchine elettriche

Generalità. Circuiti magnetici. Fenomeni di perdita nelle macchine elettriche.

Il trasformatore. Principio di funzionamento. Ipotesi di campo. Equazioni interne ed esterne. Circuiti equivalenti. Funzionamento a vuoto ed in corto circuito. Misura del rendimento.

Campo magnetico rotante

Macchine asincrone. Principio di funzionamento. Equazione interne ed esterne. Teorema di equivalenza. Caratteristica meccanica ed elettromeccanica. Problematiche di avviamento della macchina asincrona.

Macchine sincrone. Principio di funzionamento. Caratteristiche costruttive. Funzionamento da generatore e da motore. Regolazione di frequenza e tensione. Equazione interne ed esterne.

Sistemi elettrici per l'energia. Generalità sui sistemi elettrici per l'energia: generazione, trasmissione e distribuzione della energia elettrica. Cenni sulle centrali elettriche e sulle fonti energetiche. Centrali termoelettriche e principali combustibili. Conversione della energia solare in elettrica: radiazione solare, conversione fotovoltaica, energia solare termica a concentrazione. Conversione della energia eolica in elettrica: principali componenti di un generatore eolico, turbine ad asse orizzontale e verticale, sistemi di generazione eolica con generatore asincrono e sincrono. Linee elettriche, dispositivi di manovra e protezione.

Sicurezza elettrica

Effetti della folgorazione sul corpo umano. Sicurezza elettrica, contatto diretto e indiretto, tipi di isolamento, impianto di terra, relè differenziale. Problematiche di elettricità statica, con particolare riferimento alla movimentazione polveri in ambiente industriale. Principali criteri di progetto degli impianti. Lettura di schemi di impianti elettrici.

TESTI CONSIGLIATI: G. Rizzoni "Elettrotecnica. Principi e applicazioni", Mc Graw-Hill, 2007.

K. Alexander, M. Sadiku, "Circuiti elettrici", Mc Graw-Hill, 2004.

Ghigi, Martelli, Mastri "Esercizi di Elettrotecnica", Progetto Leonardo, 2000

A. Hambley, "Elettrotecnica", quarta edizione, Pearson, 2009.

ISTRUZIONI PER LE PROVE D'ESAME DEL CORSO DI ELEMENTI DI INGEGNERIA ELETTRICA

1. Le prove, scritta ed orale, verteranno esclusivamente sugli argomenti che sono riportati nel **programma** del corso e svolti in aula.
2. Sono previste, durante lo svolgimento del corso, due prove parziali, una approssimativamente a metà corso, e l'altra alla fine.
3. Ogni prova parziale prevede due esercizi e una o più domande di teoria. Al termine delle prove parziali, verranno assegnati i punteggi complessivi sugli esercizi e sulle domande teoriche, ed il voto finale.
4. I due esercizi della prima prova parziale si riferiranno a: **Reti Elettriche in Regime Stazionario, Reti Elettriche in Fase Transitoria**
5. I due esercizi della seconda prova parziale si riferiranno a: **Circuiti Magnetici, Reti Elettriche in Regime Sinusoidale, Reti Elettriche Trifase**
6. La parte di teoria ha una durata di circa **40 min.** Sarà distribuito un foglio protocollo ed il testo della prova, sul quale l'allievo dovrà porre (nello spazio a ciò riservato) **Cognome, Nome, Numero di matricola, Corso di Laurea.** Al termine del tempo prescritto i fogli ed il testo dovranno essere riconsegnati.
7. La risposta a ciascuna domanda dovrà essere contenuta all'incirca in una sola **facciatà** di foglio protocollo. **(LE RISPOSTE TROPPO LUNGHE COSTITUIRANNO ELEMENTO DI PENALIZZAZIONE NEL VOTO)**
8. Le domande si riferiscono a: **esposizioni di argomenti o dimostrazioni.**
Nel caso sia richiesto di illustrare un **argomento** l'esposizione dovrà essere **SINTETICA**, rilevando solo i punti essenziali della trattazione e citando le leggi necessarie per l'esposizione.
Nel caso di **dimostrazioni** il candidato dovrà tracciare qualitativamente gli schemi od i grafici di riferimento, scrivere le espressioni necessarie e precisare, ove sia utile, i limiti di validità della dimostrazione richiesta.
9. Durante le prove scritte **non è consentito l'utilizzo di alcun ausilio didattico** (libri, dispense o appunti). Sarà possibile utilizzare una calcolatrice.
10. Gli elementi di giudizio con cui saranno valutate le domande di teoria saranno (in ordine di importanza):
 - **La correttezza delle risposte;**
 - **La chiarezza, la completezza e la sintesi delle risposte.**
11. I risultati delle prove scritte saranno resi disponibili in Internet sul sito <http://www.die.ing.unibo.it/pers/breschi/marco.htm>
12. Gli studenti che abbiano conseguito la sufficienza nelle prove parziali (**voto maggiore o uguale a 18/30 sia sugli esercizi, sia sulla teoria**), potranno scegliere se verbalizzare il voto complessivo ottenuto o sostenere un esame orale.
13. Qualora la sufficienza nelle due parti non sia stata conseguita, ma il voto finale risulti comunque **maggiore o uguale a 15/30**, lo studente sarà ammesso all'esame orale.
14. Nel caso in cui il voto finale risulti **minore di 15/30**, lo studente non sarà ammesso alla prova orale, e sarà tenuto a sostenere l'esame completo.
15. L'esame completo è costituito da una prova scritta ed una prova orale. La prova scritta è costituita da due esercizi. Per accedere alla prova orale è necessario avere conseguito alla prova scritta un punteggio **maggiore o uguale a 15/30.**
16. I due esercizi della prova scritta dell'esame completo si riferiranno a: **Reti Elettriche in Regime Stazionario, Reti Elettriche in Fase Transitoria, Circuiti Magnetici, Reti Elettriche in Regime Sinusoidale, Reti Elettriche Trifase**