



UNIVERSITÀ DI PISA

PROGETTAZIONE DI APPARATI ELETTRICI

PAOLO BOLOGNESI

Anno accademico 2018/19
CdS INGEGNERIA ELETTRICA
Codice 328II
CFU 6

| Moduli | Settore/i | Tipo | Ore | Docente/i |
|-------------------------------------|------------|---------|-----|-----------------|
| PROGETTAZIONE DI APPARATI ELETTRICI | ING-IND/32 | LEZIONI | 60 | PAOLO BOLOGNESI |

Obiettivi di apprendimento

Conoscenze

Il corso ha obiettivi didattici prevalentemente focalizzati sullo sviluppo di capacità di modellazione e analisi degli apparati presi in esame. A fianco e ad integrazione di tali competenze, vengono inoltre fornite conoscenze relative alle proprietà dei materiali e componenti utilizzati per la realizzazione degli apparati analizzati (per le macchine elettriche: materiali magnetici dolci e duri, conduttori e isolanti; per i convertitori statici: componenti di potenza a semiconduttore, circuiti di pilotaggio e di condizionamento segnale, sensori, circuiti di elaborazione), alle più comuni e significative configurazioni di utilizzo nei prodotti industriali, nonché ai relativi processi produttivi e di assemblaggio.

Modalità di verifica delle conoscenze

La verifica del grado di apprendimento delle conoscenze trasmesse durante il corso avverrà nel contesto dell'esame finale principalmente attraverso la discussione orale con lo studente (vedasi modalità di esame).

Capacità

Il corso ha come obiettivo specifico principale quello di portare lo studente a sviluppare la capacità di analizzare apparati della tipologia effettivamente affrontata nel corso (dispositivi elettromagnetomeccanici o convertitori statici), esaminandone qualitativamente il funzionamento in linea di principio e sviluppandone opportuni modelli analitici sulla base degli approcci generali presentati a lezione, che consentano di valutarne quantitativamente il comportamento e le prestazioni in ottica tanto di analisi quanto di progetto.

Modalità di verifica delle capacità

La verifica del grado di apprendimento delle conoscenze avverrà nel contesto dell'esame finale principalmente attraverso la discussione orale con lo studente (vedasi modalità di esame).

Comportamenti

Tra gli obiettivi generali di questo insegnamento vi è quello di far pienamente maturare negli studenti una mentalità ingegneristica di alto livello, che attraverso l'esercizio dell'analisi critica basata sui capisaldi delle conoscenze fondamentali acquisite consenta loro di poter affrontare sia l'analisi di situazioni relativamente familiari che quella di problemi mai affrontati in precedenza avvalendosi degli strumenti concettuali e analitici appresi nel corso.

Modalità di verifica dei comportamenti

La verifica del grado di acquisizione delle capacità di analisi critica dei problemi, impostazione di modelli adeguati e utilizzo appropriato delle conoscenze acquisite avverrà nel contesto dell'esame finale principalmente attraverso la discussione orale con lo studente (vedasi modalità di esame).

Prerequisiti (conoscenze iniziali)

Tenuto conto degli argomenti affrontati nel corso, è consigliabile che lo studente abbia acquisito adeguate basi relative all'analisi matematica (funzioni di una e più variabili scalari e vettoriali, derivate scalari e vettoriali, integrali di linea e di superficie), alla elettrologia (concetti di carica, corrente, campi elettrici e magnetici, comportamento dei materiali magnetici), alla teoria dei circuiti (ipotesi, passaggio alla modellazione a parametri concentrati, principi di Kirchoff), alle macchine elettriche (per cenni applicativi alle macchine più comuni già note dai corsi precedenti). Ove necessario saranno comunque effettuati opportuni richiami durante o a latere delle lezioni.

Corequisiti

Non essendovi altri insegnamenti propedeutici o affini nel piano di studi del secondo anno, non sono previsti corequisiti per la frequenza al



UNIVERSITÀ DI PISA

corso.

Prerequisiti per studi successivi

Trattandosi dell'ultimo insegnamento del settore Convertitori, Macchine e Azionamenti Elettrici previsto per gli studenti nel piano di studi, il superamento dell'esame non costituisce prerequisito per nessun altro corso.

Indicazioni metodologiche

Il corso sarà tenuto in massima parte attraverso lezioni frontali, presentando lo sviluppo dei concetti base e applicativi e di tutti i passaggi analitici necessari attraverso un uso estensivo della lavagna: tale approccio è finalizzato a stimolare gli studenti a partecipare attivamente alla lezione prendendo i propri appunti man mano che il docente prosegue nella spiegazione, iniziando così già in aula il processo di comprensione e apprendimento.

Poiché il numero di studenti frequentanti è solitamente limitato, gli stessi saranno invitati a porre domande anche durante le lezioni qualora qualcosa non risultasse chiaro, ed avranno inoltre piena facoltà di provvedere autonomamente alla registrazione delle lezioni, se lo desiderano. A completamento della parte teorica, nei limiti dei tempi ristretti a disposizione potranno essere svolte esercitazioni consistenti in esemplificazioni applicative dei concetti generali esposti a lezione. Saranno inoltre presentati e commentati campioni, filmati e immagini di materiali, componenti e apparati della tipologia esaminata, commentandone le caratteristiche salienti.

Programma (contenuti dell'insegnamento)

Stanti i limiti di tempo imposti dai 6 cfu allocati al corso, durante la prima lezione agli studenti verranno illustrate sinteticamente 2 opzioni alternative tra cui scegliere relativamente ai contenuti dell'insegnamento, che può vertere sulle discipline di Macchine Elettriche oppure di Elettronica di Potenza. Inoltre, verrà contestualmente data agli studenti la possibilità di scegliere se il corso debba essere tenuto in lingua Italiana o Inglese.

In caso di scelta della disciplina Macchine Elettriche, le macrotematiche affrontate riguarderanno:

- * richiami matematici e fisici: analisi pseudolineare di funzioni vettoriali, operazioni differenziali tra funzioni matriciali, analisi di sistemi meccanici in variabili lagrangiane e relative grandezze generalizzate
- * richiami su legge di Gauss e flusso concatenato, corrente elettrica valutata da osservatori in moto, corrente concatenata e legge di Ampere, condizione di stazionarietà/bassa frequenza, rappresentazioni circuitali, legge di Faraday-Lenz
- * dispositivi elettromagnetomeccanici: inquadramento, ipotesi su struttura fisica, comportamento dei materiali, condizioni operative in bassa frequenza; stato magnetico e relative variabili; funzioni di stato primarie flussi concatenati e wrench
- * analisi delle funzioni di stato primarie: funzioni secondarie induttanze, coefficienti mozionali, coefficienti di wrench, rigidità elettromagnetica
- * equazione elettrica: tensioni resistive, elettromagnetiche, induttive e mozionali; circuito equivalente vettoriale
- * bilancio energetico della trasformazione elettromeccanica: funzioni di stato energia e coenergia elettromagnetica
- * espressioni in funzione della coenergia delle funzioni di stato primarie e secondarie, proprietà e legami di queste ultime
- * espressioni integrali per le variazioni di energia, coenergia, wrench; valori assoluti nei casi canonici
- * rappresentazioni grafiche per il caso di dispositivi monofase
- * applicazione all'analisi del comportamento di materiali magnetici: caso del provino toroidale snello, legami tra grandezze globali e locali, densità volumetriche di energia e coenergia, rappresentazioni grafiche, ciclo di isteresi effettivo e apparente
- * espressioni di wrench, energia e coenergia per dispositivi magneticamente lineari
- * strategia e strumenti per l'analisi magnetica dei dispositivi: ruolo dei materiali magnetici; richiami sulla legge di rifrazione dei campi magnetici; avvolgimenti equivalenti; condizioni di trascurabilità della c.d.t.m. nei materiali dolci
- * macchine elettriche: strutture generali a tamburo (flusso radiale), lineari, a disco (flusso assiale)
- * analisi delle macchine a tamburo lungo: regioni centrale e di testata, classificazione dei tubi di flusso, ipotesi per l'analisi magnetica, struttura della mappa di campo, grandezze descrittive principali, risoluzione del problema di campo, determinazione dei flussi concatenati principali, espressioni generali di flussi a vuoto e matrice delle induttanze principali, induttanze di dispersione
- * analisi armonica delle espressioni ottenute: combinazioni di armoniche potenzialmente efficaci, casi base
- * strutture base degli avvolgimenti: concentrato, tooth wound, distribuito, testate embricate e concentriche, posa in strato singolo, doppio o multiplo, distribuzione e raccorciamento del passo, espressioni dei relativi coefficienti e del coefficiente di avvolgimento
- * espressioni pseudofasoriali generali, uso della stella dei vettori di cava
- * estensione del modello generale ai dispositivi con circuiti a gabbia: modellazione a correnti di maglia, espressione della matrice delle resistenze accoppiata
- * calcolo della risultante di f.m.m. per avvolgimenti monofase percorsi da correnti periodiche e per avvolgimenti polifase simmetrici percorsi da set polifase simmetrici di correnti periodiche
- * stima della coppia elettromagnetica basata su forza di Lorentz per strutture isotrope con distribuzione periodica di correnti e induzione al traferro
- * fattori limitanti le prestazioni dei dispositivi elettromagnetomeccanici: problematiche elettriche, magnetiche, termiche, meccaniche; ruolo dei materiali

Bibliografia e materiale didattico

Stante la natura del corso e la metodologia di insegnamento prevista, agli studenti viene caldamente consigliato di partecipare assiduamente e attivamente alle lezioni e di provvedere a prendere i propri appunti personali durante le lezioni.

Indicazioni per non frequentanti

Stante la modalità di svolgimento del corso, agli studenti viene vivamente consigliata una partecipazione assidua e attiva alle lezioni; in linea generale, è quindi sconsigliato affrontare l'esame senza aver frequentato. Gli eventuali studenti impossibilitati a seguire le lezioni sono invitati a prendere contatto col docente per concordare le migliori modalità di preparazione.



UNIVERSITÀ DI PISA

Modalità d'esame

Sin dalla prima lezione, gli studenti verranno invitati ad affrontare l'esame solo dopo essersi preparati al meglio delle proprie capacità, allo scopo di dare un senso pieno alla preparazione stessa e di evitare perdite di tempo per loro stessi e per il docente. L'esame finale verrà effettuato in modalità orale attraverso una ampia discussione che mira a verificare, per tutti i principali argomenti trattati, il livello di apprendimento delle conoscenze e di acquisizione delle capacità che costituiscono gli obiettivi formativi del corso. Parallelamente, la discussione mira a fornire allo studente i chiarimenti eventualmente necessari a colmare le lacune significative che dovessero emergere, dato che all'interno della carriera studentesca dell'esaminando l'esame stesso potrebbe costituire l'ultima opportunità a questo riguardo. A richiesta dello studente, previo accordo col docente l'esame potrà essere scisso in più parti, ciascuna delle quali potrà essere preceduta da uno scritto libero in cui l'esaminando avrà facoltà di riportare note, passaggi analitici e considerazioni di ausilio alla discussione orale.

Stage e tirocini

Non sono previsti stage o tirocini durante o a seguito dello svolgimento del corso.

Qualora vi sia interesse da parte degli studenti, dopo il termine del corso potrà invece essere organizzato, con il patrocinio del Corso di Laurea, un viaggio di istruzione della durata tipica di 3 giorni articolato su più tappe, nel corso del quale verranno visitate diverse aziende produttrici dei settori macchine elettriche ed elettronica di potenza e/o fiere specialistiche del settore con lo scopo di vedere dal vivo realtà industriali significative e cicli di lavorazione rappresentativi di quanto spiegato durante il corso.

Ultimo aggiornamento 08/10/2018 01:22