



UNIVERSITÀ DI PAVIA

Anno Accademico 2016/2017

AZIONAMENTI ELETTRICI INDUSTRIALI PER ENERGETICI B

Anno immatricolazione	2015/2016
Anno offerta	2016/2017
Normativa	DM270
SSD	ING-IND/32 (CONVERTITORI, MACCHINE E AZIONAMENTI ELETTRICI)
Dipartimento	DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA INDUSTRIALE E DELL'INFORMAZIONE
Corso di studio	INGEGNERIA ELETTRICA
Curriculum	ENERGETICA
Anno di corso	2°
Periodo didattico	Annualità Singola (26/09/2016 - 09/06/2017)
Crediti	6
Ore	45 ore di attività frontale
Lingua insegnamento	Inglese
Tipo esame	SCRITTO E ORALE CONGIUNTI
Docente	BASSI EZIO (titolare) - 3 CFU ANGLANI NORMA - 3 CFU
Prerequisiti	Integrazione di semplici equazioni differenziali; Scomposizione in armoniche di una forma d'onda periodica; Uso di diagrammi vettoriali; Cenni sul funzionamento a regime delle macchine elettriche, sulle valvole di potenza a semiconduttore e sui convertitori statici.
Obiettivi formativi	Il corso mira ad approfondire nella prima parte alcuni concetti relativi al comportamento in regime dinamico delle macchine elettriche, in particolare macchine a induzione e motori brushless, alimentate da convertitori statici, all'operazione degli inverter a frequenza variabile, agli schemi regolazione con controllo di coppia e di velocità. Nel corso delle lezioni vengono sottolineati gli aspetti legati al risparmio energetico e si accenna alle applicazioni con carichi fluidodinamici.

Gli studenti elettrici del percorso energetico seguono complessivamente i primi 9 cfu delle lezioni dell'insegnamento di Azionamenti Elettrici Industriali-Electrical Drives for Industry Applications (12 cfu, prof. Bassi). Di questi, i primi 6 cfu coincidono con il modulo A di Azionamenti Elettrici per Energetici, mentre il modulo B è costituito da ulteriori 3 cfu mutuati dal corso sopra citato (Bassi) e da 3 cfu a carattere più strettamente energetico (Anglani). In queste note vengono quindi ripresi alcuni degli argomenti del corso da 12 cfu, di seguito sommariamente indicati.

Azionamenti con motore a induzione alimentati da inverter
Equazioni del motore valide in regime comunque variabile: esempi di simulazione; cambio del sistema di riferimento e trasformazioni di Park; rappresentazione vettoriale di grandezze trifasi; Orientamento di Campo (Controllo Vettoriale): principio operativo, controllo diretto e indiretto; funzionamento in deflussaggio. Risparmio energetico conseguente al funzionamento a velocità variabile.

Inverter trifase: configurazioni attive e nulle, modulazione con l'utilizzo di vettori di tensione (Space Vector Modulation); esagono limite, scelta della sequenza delle configurazioni; distorsione della tensione dovuta ai tempi morti; tensione di modo comune.

Regolazione e dinamica degli azionamenti elettrici
Caratteristiche e modelli delle macchine in regime comunque variabile, funzioni di trasferimento, stabilità del funzionamento; regolazione ad anello aperto e chiuso, controllo di corrente: sistemi di riferimento fisso e rotante, controllo ad isteresi e con regolatori PI, disaccoppiamento nel controllo delle componenti di corrente, controllo predittivo. Regolazione di velocità e di posizione negli azionamenti; schemi di regolazione in cascata e cenni ad altri metodi di controllo. Azionamenti con macchine in corrente continua.

Macchine Brushless

Motori sincroni a magneti permanenti sul rotore (brushless): cenni costruttivi, tipi di magneti e loro disposizione, forze elettromotrici indotte ad andamento trapezoidale e sinusoidale; macchine isotrope e anisotrope; espressione della coppia e cogging; circuiti di comando e schemi di regolazione; caratteristiche di coppia degli azionamenti con macchine brushless.

Applicazioni nell'ambito del servizio aria compressa (3 CFU Anglani)
Richiamo alla conoscenza di base su macchine a fluido (compressori); Introduzione ai CAS; configurazioni e problemi di efficienza energetica di questi sistemi. Modellizzazione e cenno ai controlli. Confronti energetici tra sistemi a velocità fissa e variabile

Lezioni (ore/anno in aula): 30

Esercitazioni (ore/anno in aula): 25

Attività pratiche /Seminari (ore/anno in aula): 4

3 CFU Anglani

Lezioni (ore/anno in aula): 22

Di seguito sono indicati alcuni testi di carattere generale sugli azionamenti elettrici; altro materiale (fotocopie lucidi, appunti, articoli, cataloghi e simili), normalmente sotto forma di link ad indirizzi sul Web, verrà fornito dal docente nel corso delle lezioni.

Legnani, Tiboni, Adamini. Meccanica degli Azionamenti vol. 1 - Azionamenti Elettrici. Progetto Leonardo, Bologna, 2002.

W. Leonhard. Control of Electrical Drives. Springer Verlag, 1998.

Bimal K. Bose. Power Electronics and Variable Frequency Drives. Technology and Applications. IEEE Press, 1997.

Mohan, Undeland, Robbins. Elettronica di potenza. Convertitori e applicazioni. Hoepli, Milano, 2005.

Murphy, Turnbull. A.C. current control. Pergamon Press, 1988.

L. Bonometti. Convertitori di potenza e servomotori brushless. UTET 2001.

Riferimento 3CFU (Anglani):
il materiale verrà messo a disposizione su KIRO

L'esame consiste in un colloquio orale sugli argomenti del corso, che può comprendere un esercizio scritto sui contenuti di base delle lezioni. L'esito di eventuali relazioni su argomenti specifici concordati col docente durante il corso, così come la valutazione dell'interesse manifestato dagli allievi durante le lezioni, concorrerà alla proposta del voto finale.

Obiettivi Agenda 2030 per lo
sviluppo sostenibile

[\\$bl legenda sviluppo sostenibile](#)