

Insegnamento <b>Azionamenti elettrici I</b>	Corso di Laurea <b>Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Elettronica (DM 270/04)</b>	Anno <b>2</b>	Periodo didattico <b>2</b>	Crediti <b>6</b>
Docente: <b>Roberto Petrella</b>		Anno accademico: <b>2012/2013</b>		

#### Obiettivi formativi specifici:

Il modulo intende fornire una panoramica teorica e pratica sulle principali tipologie di motori elettrici e le relative tecniche e sistemi di controllo, con particolare riferimento alle applicazioni per l'automazione industriale e la robotica. Vengono analizzati i principi di conversione elettromeccanica dell'energia, associando le varie classi di motori elettrici alla metodologia utilizzata per la produzione della coppia. Verranno illustrati i modelli dinamici di carico meccanico e, successivamente, analizzati in dettaglio quelli del motore (in corrente continua, a passo, asincrono e sincrónico a magneti permanenti (brush-less)). Di ciascuna tipologia verranno illustrate quelle metodologie ed algoritmi di controllo normalmente adottati negli azionamenti (digitali) industriali. Infine verranno introdotti e descritti alcuni sistemi utili alla simulazione (es. Matlab/Simulink) e all'implementazione (es. microcontrollori DSP) degli algoritmi di controllo studiati.

#### Competenze acquisite:

- Comprendere la terminologia e i parametri che descrivono gli azionamenti elettrici;
- individuare i motori ed i metodi di controllo più idonei alle specifiche applicazioni industriali;
- leggere ed interpretare i dati tecnici ed i cataloghi per la scelta degli azionamenti elettrici;
- saper impostare il progetto di semplici controlli di velocità per azionamenti in corrente continua ed in alternata;
- utilizzare programmi per la simulazione del comportamento dinamico di azionamenti elettrici.

Lezioni ed esercitazioni		Ore
Argomenti	Contenuti specifici	
Introduzione agli azionamenti elettrici	Definizioni, schemi a blocchi funzionali. Tipologie di motori elettrici: corrente continua e corrente alternata. Quadranti di lavoro. Frenatura dissipativa e rigenerativa. Considerazioni sulla scelta.	4
Convertitori statici per azionamenti elettrici	Tipologie, caratteristiche e vantaggi. Componenti elettronici di commutazione. Convertitori ac-dc, dc-dc, dc-ac (inverter trifase a tensione impressa). Modulazioni a sei gradini e seno/triangolo per inverter trifase a due livelli.	6
Sistema di controllo di un azionamento elettrico	Cenni storici. Evoluzione dal controllo analogico a quello digitale. Dualità HW/SW e ASIC/ $\mu$ P/ $\mu$ C. Sistemi basati su DSP e FPGA. Analisi dei vantaggi e degli svantaggi, metodi di scelta del tipo di controllo.	2
Conversione elettromeccanica dell'energia	Richiami ai principi di conversione elettromeccanica dell'energia. Bilancio energetico della conversione elettromeccanica. Topologie dei sistemi a riluttanza, elettrodinamici e ad induzione.	4
Dinamica del sistema motore-carico	Funzione di trasferimento e diagramma a blocchi del sistema meccanico. Traiettorie tipiche del controllo di moto. Tipi di carico: coppie attive e passive. Calcolo delle inerzie equivalenti per sistemi meccanici tipici.	6
Azionamenti con motore in corrente continua	Struttura, schema elementare, aspetti costruttivi, modello dinamico, espressione della coppia e caratteristiche meccaniche di una macchina in corrente continua. Controllo di corrente e velocità. Azionamenti con motore in corrente continua.	8
Esercizi su motori e azionamenti in corrente continua	Esercizi su motori ed azionamenti in corrente continua. Progetto di un azionamento per il controllo di velocità di un motore in corrente continua: gli anelli di regolazione della corrente di armatura e della velocità di rotore.	6
Simulazione e implementazione di controllori	Progetto di un controllore (digitale) per azionamenti elettrici in corrente continua: temporizzazioni e vincoli di tempo reale. Simulazione attraverso Matlab/Simulink. Analisi di datasheet di motori e azionamenti commerciali.	4
Azionamenti con motore a passo	Principi di funzionamento dei motori a passo a riluttanza variabile, a magneti permanenti e ibridi. Generazione della coppia. Modi di alimentazione. Parametri e caratteristiche dei motori a passo.	4
Utilizzo ed esercizi sui motori a passo	Dimensionamento di un azionamento per motore a passo. Progetto delle rampe di accelerazione. Dimostrazione in aula degli aspetti costruttivi dei motori a passo. Analisi di data sheet di motori a passo e dei relativi azionamenti.	4
Azionamenti con motori sincroni a magneti permanenti	Struttura e principio di funzionamento del motore sincrónico a magneti permanenti. Analisi del funzionamento in regime sinusoidale. Strategie di controllo del motore sincrónico a magneti permanenti. Dimostrazione in aula degli aspetti costruttivi dei motori sincroni a magneti permanenti. Analisi di un catalogo.	4

Azionamenti con motore ad induzione trifase	Struttura e principio di funzionamento. Analisi del funzionamento in regime sinusoidale. Strategie di controllo. Controllo scalare ad anello aperto e chiuso (V/Hz costante). Schemi circuitali equivalenti e parametri. Principi del controllo vettoriale. Dimostrazione in aula degli aspetti costruttivi dei motori ad induzione. Analisi di un catalogo.	8
<b>Totale ore lezioni ed esercitazioni</b>		<b>60</b>
<b>di cui di esercitazioni</b>		<b>12</b>
<b>Ulteriori attività di didattica assistita</b>		<b>Ore</b>
Laboratorio		0
Seminari e/o testimonianze		0
Corsi integrativi		0
Visite guidate		0
		0
<b>Totale ore dedicate ad altre attività di didattica assistita</b>		<b>0</b>
<b>Totale ore complessive</b>		<b>60</b>

**Modalità d'esame:** Prova scritta

**Testi consigliati:**

- S. Bolognani, M. Zigliotto, Azionamenti Elettrici, Libr. Progetto, Padova, 1998
- L. Bonometti, Convertitori di potenza e servomotori brushless, UTET, ISBN 88-7933-207-4
- M.H. Rashid, Elettronica di potenza – Dispositivi e circuiti, Volume 1, 3a edizione, Pearson/Prentice Hall, ISBN 9-788871-923475.
- J.M.D. Murphy, F.G. Turnbull, Power Electronic Control of AC Motors, Pergamon Press, ISBN 0-08-022683-3, 1988
- W. Leonhard, Control of Electrical Drives, Springer, ISBN 3-540-41820-2
- N. Mohan, T.M. Undeland, W.P. Robbins, Power electronics: converters, applications and design, John Wiley & Sons, ISBN 0-471-61342-8
- L. Sgarbossa, "Esercizi di Azionamenti Elettrici", Edizioni Libreria Progetto Padova, 2007
- G.R. Slemon, Electric machines and drives, Addison-Wesley, MA, ISBN 0-201-57885-9, 1992
- I. Boldea, S.A. Nasar, Electric Drives, CRC Press, 1998
- A.M Trzynadlowsky, Control of Induction Motors, Pergamon Press, ISBN 0127015108, Sept. 2000

Ulteriore materiale didattico o informazioni reperibili al sito <http://web.diegm.uniud.it/petrella>