

<b>STRUTTURA</b>	Scuola Politecnica – Dipartimento di Energia, ingegneria dell'Informazione e modelli Matematici (DEIM)
<b>ANNO ACCADEMICO</b>	2015/2016
<b>CORSO DI LAUREA MAGISTRALE</b>	Ingegneria Elettrica
<b>INSEGNAMENTO</b>	Convertitori e Azionamenti Elettrici
<b>TIPO DI ATTIVITÀ</b>	Caratterizzante
<b>AMBITO DISCIPLINARE</b>	Ingegneria Elettrica
<b>CODICE INSEGNAMENTO</b>	13510
<b>ARTICOLAZIONE IN MODULI</b>	NO
<b>NUMERO MODULI</b>	--
<b>SETTORI SCIENTIFICO DISCIPLINARI</b>	ING-IND/32
<b>DOCENTE RESPONSABILE</b>	Giuseppe Ricco Galluzzo, Prof. Ordinario, UNIPA
<b>CFU</b>	9
<b>NUMERO DI ORE RISERVATE ALLO STUDIO PERSONALE</b>	145
<b>NUMERO DI ORE RISERVATE ALLE ATTIVITÀ DIDATTICHE ASSISTITE</b>	80
<b>PROPEDEUTICITÀ</b>	Nessuna - Per una efficace frequenza del corso sono necessarie, come prerequisito, conoscenze di base di elettrotecnica, macchine elettriche, elettronica, controlli automatici e conoscenza della lingua inglese.
<b>ANNO DI CORSO</b>	II
<b>SEDE DI SVOLGIMENTO DELLE LEZIONI</b>	Consultare il sito <a href="http://politecnica.unipa.it">politecnica.unipa.it</a>
<b>ORGANIZZAZIONE DELLA DIDATTICA</b>	Lezioni frontali, Esercitazioni in aula, Esercitazioni in aula informatica, Esercitazioni in laboratorio.
<b>MODALITÀ DI FREQUENZA</b>	Facoltativa
<b>METODI DI VALUTAZIONE</b>	Prova in itinere, Prova Orale, Esame degli elaborati sulle esercitazioni svolte.
<b>TIPO DI VALUTAZIONE</b>	Voto in trentesimi
<b>PERIODO DELLE LEZIONI</b>	Consultare il sito <a href="http://politecnica.unipa.it">politecnica.unipa.it</a>
<b>CALENDARIO DELLE ATTIVITÀ DIDATTICHE</b>	Consultare il sito <a href="http://politecnica.unipa.it">politecnica.unipa.it</a>
<b>ORARIO DI RICEVIMENTO DEGLI STUDENTI</b>	Dalle 12 alle 14 nei giorni in cui si svolgono le lezioni di questo insegnamento.

<p><b>RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI</b></p> <p><b>Conoscenza e capacità di comprensione</b>  Lo studente, al termine del corso, avrà acquisito conoscenze e metodologie per affrontare e risolvere in maniera originale problematiche riguardanti lo studio e lo sviluppo dei principali azionamenti elettrici e dei convertitori elettronici di potenza in essi utilizzati. In particolare lo studente sarà in grado di analizzare, attraverso modellizzazioni matematiche, simulazioni al computer e verifiche sperimentali, il comportamento di tali sistemi, sia in regime stazionario che dinamico. Per conseguire questo obiettivo durante il corso vengono sviluppate lezioni frontali ed esercitazioni numeriche e di laboratorio. La verifica dell'acquisizione della conoscenza e della capacità di comprensione avverrà tramite una prova in itinere ed una prova finale in cui lo studente deve rispondere a domande sugli argomenti trattati e sulle esercitazioni svolte durante il corso.</p> <p><b>Capacità di applicare conoscenza e comprensione</b>  Lo studente avrà acquisito conoscenze, capacità di comprensione e metodologie che gli consentono di analizzare e risolvere problemi tipici della progettazione, sviluppo e messa a punto attraverso simulazioni numeriche di Azionamenti elettrici e dei convertitori elettronici di potenza in essi impiegati. Per il raggiungimento di questo obiettivo durante il corso vengono svolte esercitazioni di laboratorio guidate. Per la verifica del raggiungimento di questo obiettivo parte della prova finale riguarda l'esame degli elaborati sulle esercitazioni di laboratorio guidate che sono state sviluppate durante il corso.</p> <p><b>Autonomia di giudizio</b>  Lo studente sarà in grado di interpretare correttamente e autonomamente i problemi posti dagli utilizzatori di azionamenti elettrici, saprà esprimere giudizi sul loro corretto funzionamento e saprà collezionare le specifiche necessarie per la scelta dell'azionamento più adeguato, sia dal punto di vista tecnico che economico, alle esigenze del committente. Inoltre, lo studente avrà acquisito metodologie di analisi proprie dello sviluppo e messa a punto di sistemi elettrici complessi, quali gli azionamenti elettrici e i convertitori elettronici di potenza, che gli consentiranno di affrontare problemi non strutturati e prendere decisioni in situazioni di incertezza. Per il raggiungimento di questo obiettivo nello svolgimento delle esercitazioni di laboratorio lo studente è chiamato a fare delle scelte autonome. L'acquisizione dell'autonomia di giudizio da parte dello studente sarà verificata, durante la prova finale, tramite l'esame delle parti degli elaborati sulle esercitazioni di laboratorio in cui lo studente ha operato delle scelte autonome.</p>
--

**Abilità comunicative**

Lo studente sarà in grado di comunicare con competenza e proprietà di linguaggio, anche in contesti altamente specializzati, problematiche complesse riguardanti lo studio e lo sviluppo dei principali azionamenti elettrici e dei convertitori elettronici di potenza in essi utilizzati e di offrire soluzioni. Tale abilità sarà esercitata attraverso la discussione in laboratorio tra studenti e con il docente sulle esercitazioni che vengono sviluppate. L'acquisizione delle abilità comunicative da parte dello studente sarà verificata, durante l'esame finale, tramite l'illustrazione degli elaborati sulle esercitazioni di laboratorio che lo studente ha sviluppato durante il corso.

**Capacità d'apprendimento**

Lo studente sarà in grado di apprendere in modo autonomo ulteriori conoscenze sugli azionamenti elettrici e sui convertitori elettronici di potenza. Egli sarà in grado di approfondire tematiche complesse quali quelle connesse allo sviluppo e messa a punto di nuove ed originali strategie di controllo.

Tale capacità sarà sviluppata proponendo allo studente di ampliare le conoscenze via via acquisite facendo ricorso in modo autonomo a fonti teoriche e d'informazione, diverse dagli ausili didattici forniti, quali testi, normative, leggi, siti web, articoli scientifici, etc.. La capacità di apprendere sarà verificata nel corso dell'esame finale attraverso la valutazione della consapevolezza e della capacità critica di analisi e sintesi degli aspetti, sia teorici che applicativi, della disciplina studiata, che lo studente mostrerà di possedere.

**OBIETTIVI FORMATIVI DEL CORSO**

Il corso ha carattere essenzialmente applicativo ed affronta lo studio degli azionamenti elettrici e dei relativi convertitori di potenza attualmente impiegati sia nell'industria sia nella trazione, privilegiando in modo particolare le problematiche connesse con il loro funzionamento. In particolare, dopo una parte iniziale riguardante la modellistica delle macchine elettriche rotanti, i vettori spaziali e una classificazione degli azionamenti elettrici in base al tipo di motore, di convertitore e di sistema di controllo, il corso tratta delle caratteristiche statiche dei carichi applicati al motore, delle modalità di accoppiamento motore-carico, delle equazioni del moto, delle condizioni di stabilità, della regolazione della velocità, del funzionamento sui quattro quadranti del piano coppia-velocità, della regolazione ad anello aperto e chiuso, del controllo di corrente e di coppia, di velocità e di posizione. Vengono quindi trattati i convertitori per azionamenti con motori in corrente continua, gli azionamenti con motori in corrente continua, i convertitori per azionamenti con motori in corrente alternata e gli azionamenti con motori in corrente alternata, sia asincroni che sincroni.

Gli obiettivi formativi consistono nel fornire agli allievi capacità adeguate per:

- scegliere ed assemblare i diversi componenti di un azionamento elettrico a c.c. e di un azionamento elettrico in c.a;
- collaudare e gestire gli azionamenti elettrici con motore a c.c. e quelli con motore in c.a..
- affrontare e risolvere in maniera originale, attraverso modellizzazioni matematiche, simulazioni al calcolatore e verifiche sperimentali, problematiche riguardanti lo studio e lo sviluppo dei principali azionamenti elettrici e dei convertitori elettronici di potenza in essi utilizzati, con particolare riferimento agli inverter a tensione impressa;
- simulare al calcolatore e implementare su DSP strategie di controllo per inverter VSI e azionamenti elettrici a velocità variabile.

ORE FRONTALI	LEZIONI FRONTALI
5	<b>Introduzione al corso. La macchina elettrica primitiva e il suo modello circuitale. Modelli dinamici della macchina a c.c. per i diversi tipi di eccitazione.</b>
5	<b>Modelli dinamici del motore asincrono:</b> Modello in grandezze di fase, Modello riferito ad un sistema di assi ortogonali solidali con lo statore, Modello riferito ad un sistema di assi ortogonali solidali con il campo rotante.
5	<b>Modelli dinamici del motore sincrono</b>
1	<b>Schema a blocchi e componenti di un azionamento elettrico</b>
4	<b>Caratterizzazione statica e dinamica del sistema motore - carico</b>
12	<b>Convertitori per azionamenti con motore c.c. e Azionamenti con motore c.c.</b> Convertitori ac/dc per azionamenti con motore c.c.; Analisi del comportamento degli azionamenti elettrici con motore a c. c. e convertitore ac/dc con alcuni esempi di schemi di controllo; Convertitori dc/dc per azionamenti con motore a c.c.; Analisi del comportamento degli azionamenti elettrici con motore a c. c. e convertitore dc/dc.
11	<b>Convertitori per azionamenti con motori in c.a.</b> Regolatore di tensione; Convertitori dc/ac a tensione impressa: struttura, funzionamento, vettori spaziali di tensione che possono essere generati da un inverter trifase; Tecniche di Modulazione per inverter PWM: modulazione sinusoidale analogica, sincrona e asincrona; il duty cycle nella PWM; PWM digitale; Convertitori dc/ac a corrente impressa; Inverter CRPWM.
10	<b>Azionamenti con motore asincrono</b> Regolazione della velocità del motore asincrono; Analisi del comportamento degli

	azionamenti con motore asincrono e inverter (VSI, CSI, CRVSI) con esempi di schemi di controllo scalare; Controllo vettoriale del motore asincrono.
7	<b>Azionamenti con motore sincrono</b> Regolazione della velocità del motore sincrono; Schemi di controllo scalare del motore sincrono; cenni sul controllo vettoriale del motore sincrono.
	<b>ESERCITAZIONI E LABORATORIO</b>
20	Esercitazioni numerico/pratiche sugli azionamenti in c.c. e in c.a. e sui relativi convertitori.
<b>TESTI CONSIGLIATI</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fotocopie dei trasparenti utilizzati</li> <li>• Leonhard W.: Control of Electrical Drives, Springer Verlag, 1996</li> <li>• B. K. Bose: Power Electronics and AC drives, Prentice - Hall, 1986</li> <li>• A. Bellini, G. Figalli: Il Motore asincrono negli azionamenti industriali, UNITOR 1990</li> <li>• H. Bühler: Electronique de reglage et de puissance, Ed. Georgi, 1979</li> <li>• Manuale del sistema di sviluppo dSpace</li> </ul>