



# UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PALERMO

<b>DIPARTIMENTO</b>	Ingegneria
<b>ANNO ACCADEMICO OFFERTA</b>	2020/2021
<b>ANNO ACCADEMICO EROGAZIONE</b>	2022/2023
<b>CORSO DILAUREA</b>	INGEGNERIA CIBERNETICA
<b>INSEGNAMENTO</b>	MACCHINE E AZIONAMENTI ELETTRICI
<b>TIPO DI ATTIVITA'</b>	B
<b>AMBITO</b>	50285-Ingegneria dell'automazione
<b>CODICE INSEGNAMENTO</b>	04807
<b>SETTORI SCIENTIFICO-DISCIPLINARI</b>	ING-IND/32
<b>DOCENTE RESPONSABILE</b>	DI DIO VINCENZO      Professore Associato      Univ. di PALERMO
<b>ALTRI DOCENTI</b>	
<b>CFU</b>	9
<b>NUMERO DI ORE RISERVATE ALLO STUDIO PERSONALE</b>	144
<b>NUMERO DI ORE RISERVATE ALLA DIDATTICA ASSISTITA</b>	81
<b>PROPEDEUTICITA'</b>	
<b>MUTUAZIONI</b>	
<b>ANNO DI CORSO</b>	3
<b>PERIODO DELLE LEZIONI</b>	2° semestre
<b>MODALITA' DI FREQUENZA</b>	Facoltativa
<b>TIPO DI VALUTAZIONE</b>	Voto in trentesimi
<b>ORARIO DI RICEVIMENTO DEGLI STUDENTI</b>	<b>DI DIO VINCENZO</b> Martedì    12:00    14:00    Uffici di Sala Macchine - primo piano, DEIM ed. 9 Giovedì    12:00    14:00    Uffici di Sala Macchine - primo piano, DEIM ed. 9

<b>PREREQUISITI</b>	Conoscenze di base di matematica, elettrotecnica, elettronica di potenza ed automatica.
<b>RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI</b>	<p>Conoscenza e capacita' di comprensione Lo studente al termine del corso avra' acquisito conoscenze e capacita' di comprensione dei vari aspetti legati all'uso, alla scelta e alla manutenzione delle macchine e degli azionamenti elettrici. Gli aspetti trattati nel corso, prevalentemente di tipo ingegneristico, prevedendo tuttavia anche considerazioni di tipo economico, ambientale e sociale. Per il raggiungimento di questi obiettivi il corso prevede lezioni frontali ed esercitazioni guidate.</p> <p>Capacita' di applicare conoscenza e comprensione. Lo studente al termine del corso sara' in grado di applicare le proprie conoscenze e la propria comprensione per identificare le maggiori problematiche legate alle macchine e agli azionamenti elettrici, individuando connessioni anche con argomenti trattati in altri corsi. Per il raggiungimento di questi obiettivi il corso prevede lezioni frontali, discussione di casi studio ed esercitazioni guidate.</p> <p>Autonomia di giudizio. Lo studente al termine del corso avra' acquisito la capacita' di raccogliere ed interpretare tutti i dati necessari alla individuazione ed all'analisi delle principali problematiche correlate alle macchine e agli azionamenti elettrici, essendo continuamente stimolato durante il corso alla formazione di un autonomo giudizio sulle sopra menzionate problematiche. Per il raggiungimento di questi obiettivi il corso prevede lezioni frontali e discussione di casi studio.</p> <p>Abilita' comunicative. Lo studente al termine del corso avra' acquisito la capacita' di comunicare con competenza, coerenza e proprieta' di linguaggio sulle diverse tematiche e problematiche relative alle macchine e agli azionamenti elettrici, sapendo correlarle anche con argomenti trattati in altri corsi; inoltre sara' in grado di interloquire con professionisti di altri settori dell'ingegneria, evidenziando problemi e prospettando soluzioni. Per il raggiungimento di questi obiettivi il corso prevede lezioni frontali e discussione di casi studio, ponendo l'accento in modo particolare sulle modalita' di presentazione ed esposizione degli argomenti trattati.</p> <p>Capacita' d'apprendimento. Lo studente al termine del corso avra' acquisito consapevolezza sugli aspetti legati alle tematiche specifiche di tipo tecnico-ingegneristico relative alle macchine e agli azionamenti elettrici. Avra' acquisito consapevolezza anche e soprattutto sulla necessita' di operare sempre e comunque uno studio continuo ed autonomo, a causa della costante evoluzione normativa e legislativa e del progresso tecnico e tecnologico. Sara' in grado, pertanto, di proseguire gli studi ingegneristici con maggiore autonomia, consapevolezza e discernimento, riconoscendo che l'apprendimento autonomo caratterizzera' comunque tutto l'arco della vita professionale. Per il raggiungimento di questi obiettivi il corso prevede lezioni frontali e discussione di casi studio.</p>
<b>VALUTAZIONE DELL'APPRENDIMENTO</b>	<p>Valutazione dell'apprendimento La verifica dell'apprendimento viene eseguita mediante un esame consistente in un'unica prova orale. Tale prova consiste in un colloquio durante il quale lo studente dovra' rispondere ad almeno tre domande a risposta aperta sull'intero programma del corso svolto. La prova e' finalizzata ad accertare:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>•il grado di conoscenza e comprensione dei contenuti dell'insegnamento;</li> <li>•la capacita' di applicare le conoscenze acquisite, con competenza, coerenza, efficacia ed autonomia di giudizio, alla risoluzione di problematiche o ad applicazioni inerenti all'insegnamento e/o ad esso correlate;</li> <li>•la capacita' di rielaborare le conoscenze e le competenze acquisite individuando collegamenti tra esse nell'ambito anche di tematiche interdisciplinari correlate al corso;</li> <li>•la capacita' espositiva con particolare riguardo alla chiarezza ed alla proprieta' di linguaggio.</li> </ul> <p>La valutazione, espressa in trentesimi, viene attribuita al termine della prova in funzione dei risultati complessivi raggiunti secondo lo schema sotto riportato: - 28-30/30 e lode</p> <p>Lo studente dimostra una ottima/eccellente conoscenza e padronanza dei contenuti del corso, che declina in assenza di errori e/o con autonoma correzione di talune imprecisioni; le risposte alle domande poste sono organizzate con rigore metodologico fornendo soluzioni complete e dimostrando ottima/eccellente capacita' applicative caratterizzate da un alto grado di autonomia. La capacita' comunicativa e' caratterizzata da ottime/eccellenti chiarezza e proprieta' di linguaggio e da argomentazioni articolate da cui traspare una piena capacita' di orientarsi autonomamente e formulare giudizi sia</p>

	<p>nell'ambito disciplinare stesso che in ambiti interdisciplinari. - 24-27</p> <p>Lo studente dimostra una soddisfacente/buona conoscenza e padronanza dei contenuti del corso, che declina con alcuni errori od omissioni e le cui correzioni ed integrazioni sono parzialmente guidate dal docente; le risposte alle domande poste sono sostanzialmente corrette, dimostrando una soddisfacente/buona capacita' di analisi autonoma. La capacita' comunicativa e' caratterizzata da una soddisfacente/buona coerenza nel collegare i concetti e nell'orientarsi nell'ambito disciplinare o in quelli ad esso correlati; adeguata chiarezza espositiva e sostanzialmente corretta proprieta' di linguaggio. - 18-23</p> <p>Lo studente dimostra una sufficiente/discreta conoscenza e padronanza dei contenuti del corso, che declina con errori od omissioni non gravi; le risposte alle domande poste, anche se complessivamente adeguate, sono caratterizzate da una limitata autonomia ed efficacia. La capacita' comunicativa e' caratterizzata da una accettabile coerenza nell'orientarsi e nel collegare i concetti in ambito disciplinare, sebbene in modo incerto e guidato; sufficienti chiarezza espositiva e proprieta' di linguaggio. Inferiore a 18</p> <p>Lo studente mostra di non aver raggiunto i risultati di apprendimento minimi previsti. Insufficiente conoscenza e padronanza degli argomenti, con molti errori, inesattezze o gravi lacune; insufficiente capacita' di analisi e di risoluzione accettabile dei problemi posti, mancanza di autonomia nell'approccio metodologico, incapacita' di orientarsi autonomamente o di eseguire collegamenti disciplinari ed interdisciplinari; carenti capacita' espositive e di argomentazione, scarsa chiarezza ed inadeguata proprieta' di linguaggio.</p>
<b>OBIETTIVI FORMATIVI</b>	<p>Il corso ha carattere essenzialmente applicativo ed affronta lo studio delle macchine e degli azionamenti elettrici con motori in corrente continua e alternata attualmente impiegati nel campo industriale ed in quello della trazione, privilegiando in modo particolare le problematiche connesse con il loro funzionamento.</p> <p>Dopo lo studio delle macchine elettriche e la 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 modalita' di accoppiamento motore-carico, delle equazioni del moto, delle condizioni di stabilita, della regolazione della velocita, del funzionamento sui quattro quadranti del piano coppia-velocita, della regolazione ad anello aperto e chiuso, del controllo di corrente e di coppia, di velocita' e di posizione.</p> <p>Vengono quindi trattati gli azionamenti con motori in corrente continua, gli azionamenti con motori in corrente alternata.</p> <p>Gli obiettivi formativi consistono nel fornire agli allievi capacita' adeguate:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• per scegliere ed assemblare i diversi componenti di un azionamento elettrico a c.c. e di un azionamento elettrico in c.a;</li> <li>• per collaudare e gestire gli azionamenti elettrici con motore a c.c. e con motore in c.a. per automazione industriale e per trazione.</li> </ul> <p>Ulteriore obiettivo e' quello di far acquisire la consapevolezza circa la necessita' di operare uno studio continuo ed autonomo durante tutto l'arco della futura attivita' professionale, a causa della costante evoluzione normativa e legislativa e del progresso tecnico e tecnologico.</p>
<b>ORGANIZZAZIONE DELLA DIDATTICA</b>	<p>Il corso prevede lezioni frontali, esercitazioni guidate, analisi e discussione di casi studio. Le attivita' sono sviluppate in modo da agevolare il raggiungimento degli obiettivi formativi e dei risultati di apprendimento attesi.</p> <p>Il corso, caratterizzato oltre che dai necessari contenuti teorici anche dai relativi aspetti applicativi, e' svolto in modo da stimolare la partecipazione degli allievi prevedendo lezioni frontali anche dialogate ed interattive, in cui si privilegiano i collegamenti non solo tra gli argomenti dello stesso insegnamento, ma anche quelli interdisciplinari; durante le esercitazioni e la discussione di casi studio lo studente e' stimolato ad analizzare in modo critico le problematiche proposte, sviluppando le proprie capacita' di analisi, di autonomia di giudizio, di comunicazione, di argomentazione e di proprieta' di linguaggio, essendo chiamato a confrontarsi col docente e con gli altri studenti.</p>
<b>TESTI CONSIGLIATI</b>	<p>Fotocopie dei trasparenti utilizzati</p> <p>M. Kostenko, Piotrovsky, Electrical Machines (Vol. I e II), MIR Publishers, Moscow.</p> <p>S. Crepaz, Macchine Elettriche, CLUP, Milano.</p> <p>M. Perez de Vera, Macchine elettriche (Vol. I e II), Liguori, Napoli.</p> <p>M. Andriollo, G. Martinelli, A. Morini: " I Trasformatori. Esercizi con elementi di teoria + Macchine elettriche rotanti. Teoria ed esercizi". - Libreria Cortina. Padova.</p> <p>Leonhard W.: Control of Electrical Drives, Springer Verlag, 1996</p> <p>B. K. Bose: Power Electronics and AC drives, Prentice - Hall, 1986</p> <p>A. Bellini, G. Figalli: Il Motore asincrono negli azionamenti industriali, UNITOR 1990</p> <p>H. Bühler: Electronique de reglage et de puissance, Ed. Georgi, 1979</p>

## PROGRAMMA

<b>ORE</b>	<b>Lezioni</b>
3	Presentazione corso e concetti introduttivi. Strutture delle macchine elettriche, possibili configurazioni e materiali impiegati per la loro costruzione. Nozioni elementari sui materiali magnetici, conduttori e isolanti per le macchine elettriche.
8	Il trasformatore: strutture, tipologie e principio di funzionamento. Circuito equivalente del trasformatore. Diagrammi fasoriali e messa in parallelo dei trasformatori.
9	La macchina sincrona: strutture, tipologie e principio di funzionamento. Modelli matematici in regime sinusoidale, con struttura magnetica lineare e non lineare. Il motore sincrono. Stabilità dei motori e dei generatori sincroni.
9	Il motore asincrono: strutture, tipologie e principio di funzionamento. Modello matematico in regime sinusoidale. Problematiche di avviamento e stabilità dei motori ad induzione.
5	La macchina a corrente continua: strutture, tipologie e principio di funzionamento.
1	Schema a blocchi e componenti di un azionamento elettrico.
3	Caratterizzazione statica e dinamica del sistema motore – carico.
9	Azionamenti elettrici con motore a c. c. alimentato da convertitore. Esempi di schemi di controllo.
9	Azionamenti elettrici con motore asincrono alimentato da inverter (VSI, CSI, CRVSI). Esempi di schemi di controllo scalare.
2	Cenni sul controllo vettoriale degli azionamenti elettrici con motore asincrono.
7	Azionamenti con motore sincrono e inverter (VSI, CSI). Esempi di schemi di controllo scalare.
<b>ORE</b>	<b>Esercitazioni</b>
12	Esercitazioni numerico/pratiche sulle macchine elettriche oggetto del corso.
4	Esercitazioni numerico/pratiche con esempi di simulazione di alcuni azionamenti elettrici.