



UNICUSANO

Università degli Studi Niccolò Cusano - Telematica Roma

Insegnamento	Macchine Elettriche
Livello e corso di studio	Corso di Laurea triennale in Ingegneria Industriale L-9
Settore scientifico disciplinare (SSD)	ING-IND/32
Anno di corso	2
Numero totale di crediti	6
Propedeuticità	<p>Per il corso di “Macchine Elettriche” non sono previste propedeuticità nell’ambito della Laurea in Ingegneria Industriale. Si fa presente, tuttavia, che nell’ambito della teoria di “Macchine Elettriche” si fa massiccio utilizzo dei concetti e degli strumenti contenuti nei corsi di Fisica generale II ed Elettrotecnica, per cui è vivamente consigliato aver superato almeno uno dei due esami.</p> <p>Alcuni concetti di base di Elettrotecnica sono necessari per l’adeguata comprensione del corso come la trattazione dei circuiti in regime permanente sinusoidale (vedere lezioni del corso di Elettrotecnica). Eventuali ulteriori richiami saranno effettuati nel corso delle video lezioni, laddove necessario.</p>
Docente	<p>Michele De Santis Facoltà: Ingegneria Industriale Nickname: desantis.michele Email: michele.desantis@unicusano.it Orario di ricevimento: Consultare il calendario alla pagina seguente del nostro sito verificando gli orari di Videoconferenza http://www.unicusano.it/calendario-lezioni-in-presenza/calendario-area-ingegneristica</p>
Presentazione	<p>Il corso di macchine elettriche ha lo scopo di far acquisire allo studente una buona conoscenza dei fenomeni legati all’elettromagnetismo e della loro applicazione allo studio delle macchine elettriche, quali trasformatori trifasi e monofase e motori elettrici asincroni e sincroni. Il corso propone inizialmente i concetti basilari dell’elettromagnetismo e la loro applicazione a casi pratici che vengono sfruttati nella trattazione delle macchine elettriche. Successivamente si passa allo studio della macchina trifase in generale e viene introdotto il concetto di campo magnetico rotante; a seguire viene considerato lo studio del trasformatore monofase e di quello trifase. Una volta presa dimestichezza con i concetti base si passa all’apprendimento del funzionamento della macchina elettrica, motori asincroni e sincroni. Le Etivity associate al corso sviluppano le competenze necessarie a formulare le questioni legate allo studio del funzionamento delle macchine elettriche attraverso l’uso di sistemi di calcolo.</p>
Obiettivi formativi	<p>Obiettivo generale del corso è quello di fornire allo studente le competenze necessarie per la comprensione del funzionamento delle macchine elettriche con riferimento ai principali aspetti tecnici ed economici da tenere in conto nelle fasi di esercizio e di verifica del funzionamento delle macchine stesse. Obiettivi formativi specifici sono: fornire i principi di base per la scelta e per il dimensionamento delle macchine elettriche; introdurre gli allievi ai criteri per la scelta della macchina elettrica da utilizzare per raggiungere gli obiettivi di progetto con riferimento agli aspetti tecnici ed economici.</p> <p>In sintesi i risultati di apprendimento attesi sono:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Conoscenza e capacità di comprensione (knowledge and understanding): <ul style="list-style-type: none"> - Comprensione delle grandezze fisiche usate per caratterizzare le macchine elettriche in corrente alternata trifase; - Comprensione della struttura di trasformatori, macchine asincrone e sincrone e delle caratteristiche tecniche del loro funzionamento ed utilizzo; - Conoscenza delle strutture e componenti delle macchine elettriche e dei loro diversi utilizzi; - Conoscenza delle metodologie per l’analisi di una macchina elettrica nelle condizioni di funzionamento nominale, a vuoto e di corto circuito; • Conoscenze e capacità di comprensione applicate (applying knowledge and understanding): <ul style="list-style-type: none"> - Capacità di dimensionare una macchina elettrica; - Capacità di calcolare le correnti di corto circuito di una macchina elettrica. • Autonomia di giudizio (making judgements):

	<ul style="list-style-type: none"> - Capacità di scegliere una opportuna tipologia di macchina per una specifica applicazione in funzionamento nominale; - Capacità critica di interpretare i risultati ottenuti durante lo svolgimento di un esercizio numerico sia in termini di coerenza fisica sia in termini di fattibilità ingegneristica della soluzione individuata. • Abilità comunicative (communication skills): <ul style="list-style-type: none"> - Sviluppo di un linguaggio scientifico corretto e comprensibile che permetta di esprimere in modo chiaro e privo di ambiguità le conoscenze tecniche acquisite nell'ambito delle macchine elettriche per i diversi utilizzi in ambito industriale. • Capacità di apprendere (learning skills): <ul style="list-style-type: none"> - Capacità di applicare le conoscenze acquisite per la risoluzione di problemi legati al dimensionamento di impianti elettrici o powertrain automotive o altro genere di circuiti elettrici in cui si fa utilizzo di motori sincroni in condizioni di funzionamento nominale.
Prerequisiti	<p>Conoscenza dei fondamenti dell'elettrotecnica. Conoscenza dei circuiti elettrici in corrente alternata trifase.</p> <p>A tal fine si possono utilizzare i testi per la preparazione degli esami di Fisica generale 2 e di Elettrotecnica.</p>
Risultati di apprendimento attesi	<p>Conoscenza e capacità di comprensione Lo studente al termine del Corso avrà dimostrato di conoscere gli argomenti di elettromagnetismo, campo magnetico rotante e delle macchine elettriche in generale; egli avrà acquisito la capacità di analisi degli stessi. Inoltre, lo studente acquisirà la conoscenza del funzionamento delle principali macchine quali: trasformatori monofase e trifasi, macchine trifasi asincrone e sincrone, macchine a corrente continua e macchine a magneti permanenti. Inoltre, tramite le Etivity gli studenti acquisiranno la capacità di formulare problemi sulle macchine elettriche e di risolvere gli stessi tramite l'utilizzo del software MatLab/Simulink.</p> <p>Applicazione delle conoscenze Lo studente sarà in grado di dimensionare una macchina elettrica in base alle specifiche richieste, avrà inoltre la capacità di calcolare le correnti di corto circuito di una macchina elettrica e le perdite su statore e rotore della macchina. Lo studente sarà inoltre in grado di implementare semplici applicativi di calcolo per la soluzione di casi studio applicati alle macchine elettriche. Le Etivity prevedono l'applicazione delle conoscenze teoriche a problemi pratici da risolvere con l'ausilio di software di calcolo (Matlab/Simulink). I casi studio possono interessare anche argomenti del corso di Sistemi Elettrici, valorizzando la interdisciplinarietà delle applicazioni di questa materia.</p> <p>Capacità di trarre conclusioni Lo studente sarà in grado di scegliere una opportuna tipologia di macchina per una specifica applicazione in funzionamento nominale e di individuare i modelli più appropriati per una determinata applicazione ad un sistema elettrico in esercizio. Inoltre lo studente sarà capace di interpretare i dati di targa forniti dalle case costruttrici delle macchine. Capacità critica di interpretare i risultati ottenuti durante lo svolgimento di un esercizio numerico sia in termini di coerenza fisica sia in termini di fattibilità ingegneristica della soluzione individuata.</p> <p>Abilità comunicative Sviluppo di un linguaggio scientifico corretto e comprensibile che permetta di esprimere in modo chiaro e privo di ambiguità le conoscenze tecniche acquisite nell'ambito delle macchine elettriche per i diversi utilizzi in ambito industriale. Lo studente sarà in grado di descrivere e sostenere conversazioni su tematiche di macchine elettriche, individuando correttamente le grandezze fisiche rilevanti, e adoperando una terminologia adeguata.</p> <p>Capacità di apprendere Capacità di applicare le conoscenze acquisite per la risoluzione di problemi legati al dimensionamento di impianti elettrici o powertrain automotive o altro genere di circuiti elettrici in cui si fa utilizzo di motori sincroni in condizioni di funzionamento nominale. Lo studente al termine del Corso avrà conoscenza delle nozioni fondamentali necessarie per l'analisi dei sistemi elettrici. Tutto ciò gli consentirà di proseguire gli studi ingegneristici con maggiore maturità e gli fornirà le basi per poter apprendere quanto verrà proposto nei corsi specialistici di meccanica, elettronica e gestionale.</p>
Organizzazione dell'insegnamento	<p>Il corso è sviluppato attraverso le lezioni preregistrate audio-video che compongono, insieme a slide e dispense, i materiali di studio disponibili in piattaforma.</p> <p>Sono poi proposti dei test di autovalutazione, di tipo asincrono, che corredano le lezioni preregistrate e consentono agli studenti di accertare sia la comprensione, sia il grado di conoscenza acquisita dei contenuti di ognuna delle lezioni.</p> <p>La didattica interattiva è svolta nel forum della "classe virtuale" e comprende 2 Etivity che applicano le conoscenze acquisite nelle lezioni di teoria alla soluzione, tramite codici di calcolo sviluppati in MatLab/Simulink dallo studente, di problemi tipici delle macchine elettriche.</p> <p>In particolare, il Corso di Machine Elettriche prevede 6 Crediti formativi. Il carico totale di studio per questo modulo di insegnamento è compreso tra 150 e 175 ore così suddivise in:</p>

	<p>circa 110 ore per la visualizzazione e lo studio del materiale videoregistrato (19 Ore videoregistrate di Teoria e 8 ore di esercitazioni).</p> <p>Circa 30 ore di Didattica Interattiva per l'elaborazione e la consegna di 2 Etivity</p> <p>Circa 10 ore di Didattica Interattiva per l'esecuzione dei test di autovalutazione.</p> <p>Si consiglia di distribuire lo studio della materia uniformemente in un periodo di 7 settimane dedicando tra le 20 alle 25 ore di studio a settimana.</p>
--	--

Programma esteso e materiale didattico di riferimento	
Modulo 1 - Lezione (lezione 1 – 3 ore)	Introduzione ai fenomeni di elettromagnetismo nel vuoto e nei materiali. · Materiali didattici a cura del docente
Modulo 2 - Lezione (lezione 2 – 3 ore)	Magnetismo nei materiali, curva di prima magnetizzazione, introduzione alla riluttanza magnetica. · Materiali didattici a cura del docente
Modulo 3 - Lezione (lezione 3 – 3 ore)	Introduzione ai circuiti magnetici, l'elettromagnete, la calamita, leggi dei circuiti magnetici. · Materiali didattici a cura del docente
Modulo 4 - Lezione (lezione 4 – 3 ore)	Circuiti mutuamente accoppiati, autoinduttanza, mutua induttanza, dispersioni dei flussi magnetici. · Materiali didattici a cura del docente
Modulo 5 - Lezione (lezione 5 – 3 ore)	Il trasformatore ideale, perfetto accoppiamento, legge dell'induzione elettromagnetica. · Materiali didattici a cura del docente
Modulo 6 - Lezione (lezione 6 – 3 ore)	Trasformatore ad accoppiamento non perfetto, trasformatore reale, trasformatore monofase. · Materiali didattici a cura del docente
Modulo 7 - Lezione (lezione 7 – 3 ore)	Trasformatore monofase: funzionamento a vuoto, a carico ed in cortocircuito. · Materiali didattici a cura del docente
Modulo 8 - Lezione (lezione 8 – 3 ore)	Circuito elettrico equivalente del trasformatore. · Materiali didattici a cura del docente
Modulo 9 - Lezione (lezione 9 – 3 ore)	Rendimento di un trasformatore, trasformatori trifasi. · Materiali didattici a cura del docente
Modulo 10 - Lezione (lezione 10 – 3 ore)	Configurazioni di collegamento dei trasformatori trifasi. · Materiali didattici a cura del docente
Modulo 11 - Lezione (lezione 11 – 3 ore)	Connessione in parallelo dei trasformatori, trasformatori a rapporto variabile, autotrasformatore, trasformatori di misura. · Materiali didattici a cura del docente
Modulo 12 - Lezione (lezione 12 – 3 ore)	Introduzione al concetto di campo magnetico rotante. · Materiali didattici a cura del docente
Modulo 13 - Lezione (lezione 13 – 3 ore)	Principio di funzionamento della macchina asincrona, campo magnetico a più coppie di poli. · Materiali didattici a cura del docente
Modulo 14 - Lezione (lezione 14 – 3 ore)	F.e.m. indotte da campo magnetico rotante, circuito equivalente di una fase di statore, comportamento del rotore a vuoto, funzionamento della macchina sotto carico, equazioni della macchina sotto carico. · Materiali didattici a cura del docente
Modulo 15 - Lezione (lezione 15 – 3 ore)	Diagramma circolare di un motore asincrono. · Materiali didattici a cura del docente
Modulo 16 - Lezione (lezione 16 – 3 ore)	Caratteristica meccanica di un motore asincrono, avviamento di un motore asincrono con rotore avvolto. · Materiali didattici a cura del docente
Modulo 17 - Lezione (lezione 17 – 3 ore)	Motori asincroni con rotore a gabbia di scoiattolo, avviatori manuali, avviatori automatici, regolazione della velocità per i motori asincroni, specifiche dei motori asincroni. · Materiali didattici a cura del docente
Modulo 18 - Lezione (lezione 18 – 3 ore)	Generalità sulle macchine sincrone, modalità costruttiva della macchina sincrone, schema della macchina sincrone, distribuzione del campo magnetico nel traferro, caratteristica di magnetizzazione. · Materiali didattici a cura del docente
Modulo 19 - Lezione	Funzionamento a vuoto macchina sincrone, funzionamento a carico della macchina sincrone.

(lezione 19 – 3 ore)	· Materiali didattici a cura del docente
Modulo 20 – Lezione (lezione 20 – 3 ore)	Impedenza sincrona-circuito elettrico equivalente. · Materiali didattici a cura del docente
Modulo 21 – Lezione (lezione 21 – 3 ore)	Funzionamento in parallelo delle macchine sincrone. · Materiali didattici a cura del docente
Modulo 22 – Lezione (lezione 22 – 3 ore)	Espressioni di potenza e coppia di una macchina sincrona, utilizzazione dei motori sincroni. · Materiali didattici a cura del docente
Modulo 23 - Lezione (lezione 23 – 3 ore)	Motori in corrente continua, nozioni costruttive e funzionamento a vuoto. · Materiali didattici a cura del docente
Modulo 24 – Lezione (lezione 24 – 3 ore)	Eccitazione delle macchine in corrente continua, funzionamento sotto carico, come dinamo e come motore. · Materiali didattici a cura del docente
Modulo 25 – Lezione (lezione 25 – 3 ore)	Commutazione. · Materiali didattici a cura del docente
Modulo 26 - Lezione (lezione 26 – 3 ore)	Caratteristiche di funzionamento, macchine eccitate in serie. · Materiali didattici a cura del docente
Modulo 27 – Lezione (lezione 27 – 3 ore)	Avviamento e frenatura elettrica. · Materiali didattici a cura del docente
Modulo 28 – Lezione (lezione 28 – 3 ore)	Esempi ed applicazioni dei motori sincroni ed a corrente continua. · Materiali didattici a cura del docente
Modulo 29 - Lezione (lezione 29 – 3 ore)	Un particolare motore sincrono: il motore brushless. · Materiali didattici a cura del docente
Modulo 30 – Lezione (lezione 30 – 3 ore)	Caratteristiche costruttive e teoria di funzionamento. · Materiali didattici a cura del docente
Modulo 31 – Lezione (lezione 31 – 3 ore)	Funzionamento a vuoto e sotto carico. · Materiali didattici a cura del docente
Modulo 32 – Lezione (lezione 32 – 3 ore)	Caratteristica coppia-velocità e rendimento del motore brushless. Materiali didattici a cura del docente
Modulo 33 - Lezione (lezione 33 – 3 ore)	Applicazioni del motore brushless in ambito automotive ed esempi pratici della sua utilizzazione. · Materiali didattici a cura del docente
Modulo 34 – Lezione (lezione 34 – 3 ore)	Esempi ed esercizi sui motori asincroni e sincroni. · Materiali didattici a cura del docente
Modulo 35 – Lezione (lezione 35 – 3 ore)	Applicazioni del motore sincrono in centrali per la generazione dell'energia elettrica. · Materiali didattici a cura del docente
Modulo 36 - Lezione (lezione 36 – 3 ore)	Schema equivalente di un trasformatore e generatore sincrono per sistemi elettrici per l'energia. · Materiali didattici a cura del docente
Materiali di studio	· MATERIALI DIDATTICI A CURA DEL DOCENTE Il materiale didattico presente in piattaforma è suddiviso in 36 moduli. Essi ricoprono interamente il programma e ciascuno di essi contiene dispense, slide e videolezioni in cui il docente commenta le slide. Tale materiale contiene tutti gli elementi necessari per affrontare lo studio della materia. Testi consigliati: · Iliceto F. , “ <i>Lezioni di Elettrotecnica vol.II</i> ”, Ed. Pàtron editore Bologna 1967. · Fitzgerald A.E., Kinsley C. jr., Kusko A. , “ <i>Macchine Elettriche</i> ”; Ed. Franco Angeli, 2015. · Fabricatore G. , “ <i>Elettrotecnica e applicazioni</i> ”, Liguori editore, 1994.
Modalità di verifica dell'apprendimento	L'esame consiste nello svolgimento di una prova scritta tendente ad accertare le capacità di analisi e rielaborazione dei concetti acquisiti e di una serie di attività (Etivity) svolte durante il corso nelle classi virtuali . La valutazione delle Etivity da 0 a 5 punti, è effettuata, in itinere, durante la durata del corso. L'esame di profitto è valutato per i restanti da 0 a 25 e può essere effettuato in forma scritta sia presso la sede di Roma sia presso i poli didattici previa prenotazione da parte dello studente. La prova scritta prevede 1 esercizio su macchine elettriche e la soluzione di 1 esercizio a risposta aperta sul programma del corso . L'esercizio di macchine viene valutato da un minimo di 0 ad un massimo di 15

	<p>punti e richiede una rielaborazione dei concetti di teoria per applicarli ad un semplice caso concreto. L'esercizio a risposta aperta, nel complesso viene valutata da un minimo di 0 and un massimo di 10 punti. I risultati di apprendimento attesi circa le conoscenze della materia e la capacità di applicarle sono valutate dalla prova scritta, mentre le abilità comunicative, la capacità di trarre conclusioni e la capacità di autoapprendimento sono valutate in itinere attraverso le Etivity.</p>
<p>Criteri per l'assegnazione dell'elaborato finale</p>	<p>L'assegnazione dell'elaborato finale avverrà sulla base di un colloquio con il docente in cui lo studente manifesterà i propri specifici interessi in relazione a qualche argomento che intende approfondire; non esistono preclusioni alla richiesta di assegnazione della tesi e non è prevista una media particolare per poterla richiedere.</p>