

UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI NAPOLI FEDERICO II

FACOLTA' DI INGEGNERIA

ANNO ACCADEMICO 2013/2014

GUIDA DELLO STUDENTE

CORSI DI LAUREA MAGISTRALE

(Ai sensi del D.M. n.270 del 2004,
del Regolamento didattico di Ateneo,
dei Regolamenti didattici dei Corsi di laurea)

Napoli, settembre 2013

Corso di Laurea magistrale in Ingegneria Elettrica (Classe delle lauree Magistrali in Ingegneria Elettrica – Classe LM - 28)

La formazione del laureato Magistrale in Ingegneria Elettrica è rivolta all'acquisizione di competenze in ambiti disciplinari che spaziano dalla produzione, trasmissione e distribuzione dell'energia elettrica, alla trasformazione, conversione e regolazione della stessa in sistemi anche ampiamente automatizzati, alla sua utilizzazione nel campo della produzione di beni e di servizi in ambienti industriali, civili e legati al trasporto pubblico e privato.

L'organizzazione del Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Elettrica si propone innanzitutto di consolidare la preparazione a largo spettro degli allievi, sicura garanzia per il pronto inserimento nel mondo del lavoro del laureato specialista e, quindi, di approfondire ed aggiornare la formazione nell'ambito dell'ingegneria elettrica attraverso l'acquisizione delle metodologie avanzate e specifiche di settore.

Il percorso di studi è impostato in modo da privilegiare le seguenti priorità di indirizzo di formazione:

1. integrazione, razionalizzazione e finalizzazione dei contenuti delle discipline definite come propedeutiche, necessarie per acquisire gli strumenti metodologici e di calcolo di base. Quest'area di formazione si pone l'obiettivo di rafforzare la preparazione di base e di renderla, nel contempo, più operativa anche ai fini del prosieguo degli studi successivi (Dottorato, Master);
2. razionale allargamento della formazione di carattere generale sia tecnologica sia metodologica nell'area di discipline definite "caratterizzanti" dell'Ingegneria Elettrica, attraverso il coordinamento più stretto con i contenuti delle discipline ingegneristiche affini, sempre presenti ormai nel sistema elettrico irreversibilmente orientato verso una sempre più spinta integrazione tecnologica;
3. mantenimento di una chiara valenza interdisciplinare alla formazione professionale generale capace di garantire al laureato magistrale di inserirsi nel mercato professionale innanzitutto da "Ingegnere".

La Laurea magistrale si consegue mediante l'acquisizione di 120 Crediti Formativi Universitari (CFU).

Manifesto Corso di Laurea magistrale in Ingegneria Elettrica
(Classe delle lauree Magistrali in Ingegneria Elettrica – Classe LM-28)
A.A. 2013/2014

Insegnamento o attività formativa	Modulo (ove presente)	CFU	SSD	Tip (*)	Ambito disciplinare	Propedeuticità
I Anno --- I Semestre						
Macchine e sistemi energetici		6	ING-IND/08	4	Attività formative affini/integrative	
Automatica		6	ING-INF/04	4	Attività formative affini/integrative	
Sistemi automatici di misura ed elaborazione dei segnali		9	ING-INF/07	2	Ingegneria elettrica	
I Anno --- II Semestre						
Modellistica di macchine e convertitori elettrici		9	ING-IND/32	2	Ingegneria elettrica	
Pianificazione e gestione dei sistemi elettrici		9	ING-IND/33	2	Ingegneria elettrica	
I Anno --- Annuale						
Campi e circuiti	Elementi di campi elettromagnetici e propagazione (1° sem.)	3	ING-INF/02	4	Attività formative affini/integrative	
	Circuiti e campi quasi stazionari (2° sem.)	6	ING-IND/31	2	Ingegneria elettrica	
Attività formative curriculari a scelta dalla Tabella B		6		2	Attività formative affini/integrative	
II Anno --- I Semestre						
Modellistica dei sistemi elettrici		9	ING-IND/33	2	Ingegneria elettrica	
Azionamenti elettrici		9	ING-IND/32	2	Ingegneria elettrica	
Attività formative curriculari a scelta dalla Tabella A)		6		2	Ingegneria elettrica	
II Anno --- II Semestre						
Attività formative curriculari a scelta dalla Tabella A)		9		2	Ingegneria elettrica	
Attività formative a scelta autonoma dello studente (vedi nota a)		15		3		
Ulteriori conoscenze (vedi nota b)		6		6		
Prova finale		12		5		

Note:

- a) Quali "attività formative a scelta autonoma", lo studente potrà attingere, tra l'altro, ad attività formative indicate indifferentemente in **tabella A** o in **tabella B** per 15 CFU.
- b) I 6 CFU destinati alle attività formative "Ulteriori conoscenze" possono in tutto o in parte:
- essere acquisiti mediante tirocini (esterni o *intra moenia*), eventualmente in sinergia con la preparazione della prova finale; per cominciare un tirocinio bisogna aver conseguito almeno 80 CFU del percorso di laurea magistrale;
 - essere acquisiti mediante insegnamenti selezionabili come quelli a scelta autonoma (la cui votazione concorrerà alla media base per l'esame di laurea).

(*) Legenda delle tipologie delle attività formative ai sensi del DM 270/04

Attività formativa	1	2	3	4	5	6	7
rif. DM270/04	Art. 10 comma 1, a)	Art. 10 comma 1, b)	Art. 10 comma 5, a)	Art. 10 comma 5, b)	Art. 10 comma 5, c)	Art. 10 comma 5, d)	Art. 10 comma 5, e)

**Tabella A) - Attività formative curricolari a scelta dello studente
(Ambito "Ingegneria Elettrica")**

Insegnamento o attività formativa	Modulo (ove presente)	CFU	SSD	Tipologia (*)	Ambito disciplinare	Propedeuticità
I Semestre						
Modelli numerici per i campi (0)		6	ING-IND/31	2	Ingegneria elettrica	
Plasmi e fusione termonucleare (2)		6	ING-IND/31	2	Ingegneria elettrica	
Automazione dei sistemi elettrici (1)		6	ING-IND/33	2	Ingegneria elettrica	
Power system control (1) (Engl)		6	ING-IND/33	2	Ingegneria elettrica	
Teoria dei circuiti (0)		6	ING-IND/31	2	Ingegneria elettrica	
Gestione razionale dell'energia elettrica (2)		6	ING-IND/33	2	Ingegneria elettrica	
Sistemi elettrici per i trasporti (3)		9	ING-IND/33	2	Ingegneria elettrica	
Progettazione e sicurezza elettrica (0)		9	ING-IND/33	2	Ingegneria elettrica	
II Semestre						
Propulsione dei veicoli elettrici (3)		6	ING-IND/32	2	Ingegneria elettrica	
Modellistica elettromagnetica dei materiali (1)		6	ING-IND/31	2	Ingegneria elettrica	
Misure e Collaudo su Macchine e Impianti Elettrici (2)		6	ING-INF/07	2	Ingegneria elettrica	
Progettazione elettromeccanica (2)		6	ING-IND/32	2	Ingegneria elettrica	
Design of electric machines (2) (Engl)		6	ING-IND/32	2	Ingegneria elettrica	
Impianti di produzione da fonti tradizionali e rinnovabili (2)		6	ING-IND/33	2	Ingegneria elettrica	
Elettronica industriale di potenza (1)		6	ING-IND/32	2	Ingegneria elettrica	
Illuminotecnica (2)		6	ING-IND/11	2	Ingegneria elettrica	
Affidabilità dei sistemi elettrici (0)						
Misure per la qualità (1)		9	ING-IND/33	2	Ingegneria elettrica	
Misure per la compatibilità elettromagnetica (0)		6	ING-INF/07	2	Ingegneria elettrica	
Electromagnetic compatibility measurements (0) (Engl)		6	ING-INF/07	2	Ingegneria elettrica	

Note:

- Non è possibile inserire nei piani di studio come "attività formative curricolari a scelta dello studente" più di due insegnamenti dello stesso settore scientifico-disciplinare (S.S.D.); ai fini di questa valutazione l'insegnamento del S.S.D. ING-IND/11 è considerato come appartenente al S.S.D. ING-IND/33.
- La scelta degli insegnamenti contrassegnati con (1) rende il piano di studi di automatica approvazione ed orientato all'automazione industriale.
- La scelta degli insegnamenti contrassegnati con (2) rende il piano di studi di automatica approvazione ed orientato all'energia.
- La scelta degli insegnamenti contrassegnati con (3) rende il piano di studi di automatica approvazione ed orientato ai trasporti.

- e) La scelta di un insegnamento contrassegnato con (0) insieme ad altri insegnamenti tutti contrassegnati con (1) o tutti con (2) o tutti con (3) rende il piano di studi di automatica approvazione.
- f) Gli insegnamenti contrassegnati con ^(Engl) sono tenuti in inglese (non è possibile inserire nel piano di studio un insegnamento tenuto in inglese insieme con il corrispondente insegnamento in italiano). L'insegnamento verrà tenuto in lingua inglese con lo stesso programma dell'insegnamento in lingua italiana riportato nella riga precedente della tabella. Allo studente che, previa autorizzazione ed approvazione del Piano di studi che riporti l'insegnamento in lingua inglese, ed a seguito della frequenza obbligatoria del corso (almeno 80% delle ore di lezione), superi l'esame in lingua inglese, verrà riconosciuto un numero di CFU aggiuntivi pari a quelli associati all'insegnamento. Detti crediti potranno essere impiegati dallo studente quali crediti a scelta autonoma (tipologia 3), ulteriori conoscenze (tipologia 6), ovvero in sostituzione di insegnamenti curricolari a scelta, previo parere favorevole del Consiglio di Corso di Studio. I crediti aggiuntivi saranno riconosciuti per uno solo dei corsi impartiti in lingua inglese.

Tabella B) Ulteriori attività formative curricolari a scelta dello studente (Ambito "Attività Formative Affini o Integrative")

Insegnamento o attività formativa	Modulo (ove presente)	CFU	SSD	Tipologia (*)	Ambito Disciplinare	Propedeuticità
Economia ed organizzazione aziendale		6	ING-IND/35	3	Attività formative affini/integrative	
Nozioni giuridiche fondamentali		6	IUS-01	3	Attività formative affini/integrative	
Scienza delle costruzioni		9	ICAR/08	3	Attività formative affini/integrative	
Dinamica delle macchine		6	ING-IND/13	3	Attività formative affini/integrative	

Le attività formative curricolari a scelta dello studente possono essere scelte fra i corsi erogati nel primo o nel secondo semestre o su base annuale ed essere collocati nel proprio piano di studio al primo o secondo anno, purché nel rispetto delle eventuali propedeuticità, per un totale di 21 CFU.

L'inserimento di uno qualsiasi degli insegnamenti della **tabella A** o della **tabella B** quale attività a scelta autonoma dello studente ed il rispetto delle indicazioni in calce alla **tabella A** e alla condizione che tra gli insegnamenti a scelta curricolare e quelli a scelta autonoma non si abbiano più di 18 CFU dello stesso SSD, rende il piano di studio di automatica approvazione. Negli altri casi il piano dovrà essere approvato specificamente dal Consiglio di Corso di Studio.

Gli allievi che non hanno sostenuto l'esame di "Metodi matematici per l'ingegneria", o un equivalente, nel corso di laurea di provenienza devono necessariamente inserire tale insegnamento (6 CFU) nel piano di studi

Attività formative del Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Elettrica.

Insegnamento: Automatica	
Modulo (ove presente suddivisione in moduli):	
CFU: 6	SSD: ING-INF/04
Ore di lezione: 36	Ore di esercitazione: 18
Anno di corso: I	
Obiettivi formativi: Presentare i principi della progettazione di sistemi di controllo, anche con riferimento a sistemi multivariabili con tecniche di controllo ottimo mediante l'ausilio di osservatori dello stato.	
Contenuti: a) Progettazione di reti correttrici per sistemi SISO, b) Cenni sul controllo digitale, c) Proprietà strutturali dei sistemi lineari: Controllabilità, Osservabilità e Stabilità, d) Controllo ottimo a ciclo chiuso per sistemi lineari: formulazione generale del problema e soluzione del problema LQR, Il problema della stima dello stato; osservatori. Teoria degli osservatori e Principio di Separazione.	
Docente:	
Codice:	Semestre: I
Prerequisiti / Propedeuticità: Nessuno	
Metodo didattico: Lezioni ed esercitazioni numeriche e di laboratorio	
Materiale didattico: Appunti dalle lezioni; libri di testo	
Modalità di esame: Prova scritta e accertamento orale	

Insegnamento: Sistemi automatici di misura ed elaborazione dei segnali	
CFU: 9	SSD: ING-INF/07
Ore di lezione: 54	Ore di esercitazione: 27
Anno di corso: I	
Obiettivi formativi: Mettere l'allievo in condizione di allestire e programmare stazioni automatiche di misura. Approfondire le tematiche relative alla conversione analogico-numerica e fornire i principi teorici per l'elaborazione numerica dei segnali. Esercitare le capacità dell'allievo di definire ed implementare algoritmi di misura.	
Contenuti: Interfacciamento tra strumenti di misura e unità di controllo ed elaborazione. BUS standard IEEE-488. Indirizzamento. Codifica di comandi e dati. Protocollo di <i>handshake</i> per la trasmissione di dati e comandi su BUS. L'ambiente integrato Labview per la programmazione dell'unità di controllo di un sistema automatico di misura. Controllo remoto di sistemi di acquisizione dati. Segnali numerici. Teorema del campionamento. Metodi per l'analisi spettrale. Stima dei parametri dello spettro. Dispersione spettrale. Risoluzione in frequenza ed errore di scalopp-loss. Tecniche per mitigare gli effetti della dispersione spettrale. FFT analyzer. Rumore di quantizzazione. Parametri di prestazione e metodi di caratterizzazione dei convertitori analogico-numerico. Generatori di segnale e generatori di forme d'onda arbitrarie. Convertitori digitale-analogico. Programmazione di generatori di forme d'onda arbitrarie. Realizzazione di stazioni automatiche di misura. Implementazione di algoritmi di misura per la valutazione dei parametri di sistemi, macchine e impianti elettrici.	
Docente:	
Codice:	Semestre: I
Prerequisiti / Propedeuticità: Nessuno	
Metodo didattico: Lezioni ed esercitazioni di laboratorio	
Materiale didattico: Appunti dalle lezioni; libri di testo	
Modalità di esame: Prova pratica e colloquio orale	

Insegnamento: Macchine e sistemi energetici	
Modulo (ove presente suddivisione in moduli):	
CFU: 6	SSD: ING-IND/08
Ore di lezione: 42	Ore di esercitazione/seminari: 16
Anno di corso: I	
Obiettivi formativi: Approfondire le conoscenze di base relative ai sistemi di conversione dell'energia con particolare riferimento agli impianti motori primi termici e alle macchine motrici e operatrici. Evidenziare i legami fra le caratteristiche operative delle singole macchine e quelle dell'intero sistema, pervenendo alla definizione di strategie ottimali di regolazione. Approfondire gli aspetti della gestione degli impianti per la produzione di energia elettrica e dei sistemi energetici, con l'obiettivo del perseguimento del massimo rendimento e delle minime emissioni nocive.	
Contenuti: Meccanismi di trasferimento del lavoro. Macchine volumetriche e dinamiche, operatrici e motrici. Pompe, compressori e ventilatori; caratteristiche di funzionamento e di esercizio; criteri di selezione. Impianti motori con turbina a gas, cicli di riferimento, metodi per aumentare la potenza e il rendimento. Impianti a ciclo combinato gas-vapore. Teoria della similitudine e numero di giri specifico. Descrizione e caratteristiche operative delle turbine Pelton, Francis, Kaplan. Modalità di regolazione degli impianti idroelettrici. Analisi delle caratteristiche operative di compressori e turbine, mappe di funzionamento in parametri ridotti e corretti. Analisi dei domini operativi di turbine a gas monoalbero e bialbero. Motori alternativi a combustione interna, cicli di riferimento, potenza, regolazione e caratteristiche di funzionamento. Analisi del funzionamento dei motori a combustione interna, ad accensione sia comandata sia per compressione, curve caratteristiche di coppia, potenza e consumo specifico di combustibile. Cenni sulle problematiche di controllo elettronico di un motore a combustione interna. Sistemi cogenerativi.	
Docente:	
Codice:	Semestre: I
Prerequisiti / Propedeuticità: Nessuno	
Metodo didattico: Lezioni, esercitazioni, seminario	
Materiale didattico: Appunti dalle lezioni; libri di testo	
Modalità di esame: Prova orale	

Insegnamento: Modellistica di macchine e convertitori elettrici	
Modulo (ove presente suddivisione in moduli):	
CFU: 9	SSD: ING-IND/32
Ore di lezione: 64	Ore di esercitazione: 18
Anno di corso: I	
Obiettivi formativi: Il corso si propone di integrare le conoscenze di base delle macchine elettriche e di fornire gli strumenti necessari per la determinazione delle caratteristiche di funzionamento e per l'analisi del comportamento delle macchine elettriche rotanti in condizioni di regime sia permanente sia transitorio. Il corso si propone anche di fornire agli allievi le nozioni di conversione statica dell'energia elettrica indispensabili per una completa formazione professionale	
Contenuti: Principio di funzionamento, modello matematico e caratteristiche di funzionamento delle macchine in corrente continua. Il problema della commutazione. Poli ausiliari e avvolgimento di compensazione. Classificazione dei motori in corrente continua. Regolazione di velocità. Modello matematico delle macchine elettriche rotanti ai valori istantanei. Distribuzione discreta degli avvolgimenti. Armoniche spaziali di campo al traferro delle macchine. Caratteristiche di funzionamento in presenza di alimentazioni distorte. Funzionamento della macchina asincrona da generatore su rete attiva di potenza prevalente e su rete autonoma. Problematiche della connessione in rete di macchine sincrone e del loro funzionamento al transitorio e a regime permanente - Sincroni con eccitazione statica. Sincroni con eccitazione a magneti permanenti. Analisi di stabilità.	

Dispositivi a semiconduttori: caratteristiche, prestazioni, comportamento termico, protezioni. Circuiti di snubber: turn-on, turn-off; analisi di funzionamento e criteri di dimensionamento. Trasformatori per convertitori ca-cc. Tecniche di rifasamento per i convertitori ca-cc. Conduzione limite dei convertitori ca-cc: determinazione dell'induttanza critica. Convertitori di frequenza a tensione impressa, Criteri di dimensionamento dei convertitori cc-ca. Tecniche di modulazione PWM: sovramodulazione, vettoriali, predittive. Tecniche di controllo dei convertitori di frequenza. Convertitori risonanti; zero voltage e zero current switchings, resonant d. c. link. Convertitori multilivello: tipologie utilizzate.	
Docente:	
Codice:	Semestre: II
Prerequisiti / Propedeuticità: Nessuno	
Metodo didattico: Lezioni ed esercitazioni di laboratorio	
Materiale didattico: Appunti dalle lezioni; libri di testo	
Modalità di esame: Prova orale	

Insegnamento: Pianificazione e gestione dei sistemi elettrici	
Modulo (ove presente suddivisione in moduli):	
CFU: 9	SSD: ING-IND/33
Ore di lezione: 54	Ore di esercitazione/seminari: 27
Anno di corso: I	
Obiettivi formativi: Acquisizione dei concetti relativi alle problematiche di esercizio dei sistemi elettrici in regime di libero mercato, collegati alle varie condizioni di funzionamento in regime statico e dinamico nonché in situazioni di guasto. Consolidamento dei concetti di base dell'economia applicata alla gestione dell'impianto e associati ai requisiti di qualità, prestazione, disponibilità e sicurezza del sistema e del servizio elettrico.	
Contenuti: Concetti introduttivi. Richiami sulla struttura tecnica e organizzativa del sistema elettrico e delle sue componenti (centrali, rete e linee, sistemi di distribuzione e utilizzatori). Il mercato dell'energia elettrica. Il prodotto e la qualità del servizio elettrico. Il sistema elettrico ed il processo di fornitura dell'energia elettrica. L'esercizio dei sistemi elettrici. Pianificazione dei sistemi di produzione e trasmissione. Programmazione ed esercizio dei sistemi di produzione e di trasmissione su scala nazionale. Dispacciamento, gestione delle riserve. Stabilità e sicurezza dei sistemi in fase di manovra e di guasto e dei produttori. Esercizio dei sistemi elettrici di distribuzione. Controllo di stato e riconfigurazione in condizioni di criticità e di guasto. Controllo della qualità dell'energia in entrata e in regime di fornitura. Esercizio dei sistemi elettrici di utilizzazione in presenza di autoproduzione. Strategie operative e di ottimizzazione dell'esercizio. Automazione delle funzioni di esercizio dell'impianto. Tecnologie per la supervisione e il controllo dei sistemi elettrici. Gestione integrata. Valutazione delle RAMS degli impianti elettrici, in progettazione e in esercizio. Gestione della manutenzione e dell'obsolescenza. Modelli e tecniche di manutenzione. Il sistema tariffario. Determinazione del costo del kWh nei diversi tipi di produzione, nell'autoproduzione e nella produzione combinata. Energy management. Metodologie di contenimento delle perdite di energia (Energy saving). Aspetti gestionali Richiami dei principi di economia. Valutazione del ritorno degli investimenti (singolo progetto, per alternative), metodologie di valutazione del rapporto costi/benefici, Break-even point tra alternative. S.I.A. e V.I.A. per l'impatto aziendale. Project Finance. Albero delle decisioni. Analisi multiple-criteria degli investimenti alternativi. Economia della sicurezza. Tecniche di minimizzazione dei costi di esercizio.	
Docente:	
Codice:	Semestre: II
Prerequisiti / Propedeuticità: Nessuno	
Metodo didattico: Lezioni, esercitazioni e seminari	
Materiale didattico: Appunti dalle lezioni; libri di testo	
Modalità di esame: Prova orale	

Insegnamento: Campi e circuiti	
Modulo (ove presente suddivisione in moduli): Circuiti e campi quasi stazionari	
CFU: 6	SSD: ING-IND/31
Ore di lezione: 48	Ore di esercitazione: 6
Anno di corso: I	
Obiettivi formativi: Si tratta di un corso dedicato ai modelli quasi stazionari dei campi elettromagnetici e a quello dei circuiti, che viene interpretato come modello delle interazioni tra aree in cui differenti campi quasi stazionari agiscono.	
Contenuti: Fenomeni elettromagnetici: il modello dei campi e dei circuiti. Riepilogo della teoria dei campi, Il modello del campo quasi stazionario e il suo limite di validità. Cosa significa trascurare. Grande, piccolo e trascurabile. La teoria dell'approssimazione: debolezza della consistenza apparente e genuina, formalizzazione generale, cattivo condizionamento. La ricerca di un'approssimazione migliore, il metodo perturbativo, cenni alla teoria della perturbazione singolare. Adimensionalizzazione e scaling, corretta scelta dei parametri di riferimento, parametri adimensionali, teorema di Buckingham. Esempi di applicazione del metodo dei parametri adimensionali: collisione coulombiana, potenziale di Yukawa, momento di dipolo elettrico e magnetico. Esempi di applicazione del metodo perturbativo. Il passaggio dai campi ai circuiti introdotto utilizzando adimensionalizzazione, scaling e perturbazione. I bipoli fondamentali in regime dinamico e loro interpretazione. Teorema di Poynting, la propagazione. Propagazione lungo linee, il modello a parametri concentrati. Le linee come doppi bipoli.	
Docente:	
Codice:	Semestre: II
Prerequisiti / Propedeuticità: Nessuno	
Metodo didattico: Lezioni ed esercitazioni	
Materiale didattico: Appunti dalle lezioni; libri di testo	
Modalità di esame: Tesina e Prova orale	

Insegnamento: Campi e circuiti	
Modulo (ove presente suddivisione in moduli): Elementi di campi elettromagnetici e propagazione	
CFU: 3	SSD: ING-INF/02
Ore di lezione: 27	Ore di esercitazione:
Anno di corso: I	
Obiettivi formativi: Fornire allo studente i fondamenti fisico-matematici necessari alla comprensione delle proprietà fondamentali dei campi elettromagnetici e all'impostazione dei problemi di elettromagnetismo, con particolare riguardo alla irradiazione e alla diffusione.	
Contenuti: Interazioni elettromagnetiche e concetto di campo. Richiami di algebra ad analisi vettoriale. Equazioni di Maxwell. Condizioni d'interfaccia. Equazioni di Maxwell nel dominio della frequenza e dei fasori. Relazioni costitutive. Mezzi lineari: risposta impulsiva. Mezzi normali. Teoremi energetici e di unicità. Potenziali elettromagnetici. Equazioni dei potenziali e loro soluzione. Campo irradiato da una sorgente elementare e da una sorgente piccola rispetto alla lunghezza d'onda: dipolo elettrico. Irradiazione in presenza di disomogeneità: campo incidente e campo diffuso. Equazione integrale della diffusione. Propagazione guidata: principali tipi di strutture guidanti. Strutture guidanti metalliche: separazione delle componenti trasverse. Soluzioni TEM: linee di trasmissione. Tensione e corrente su una linea. Equazioni delle linee. Soluzione progressiva e stazionaria: coefficiente di riflessione, impedenza, ROS. Alimentazione, interconnessione e terminazione delle linee. Adattamento. Perdite nelle linee: linee con piccole perdite.	
Docente:	
Codice:	Semestre: I
Prerequisiti / Propedeuticità: Nessuno	
Metodo didattico: Lezioni	
Materiale didattico: Appunti dalle lezioni; libri di testo	
Modalità di esame: Prova orale	

Insegnamento: Modellistica dei sistemi elettrici	
Modulo (ove presente suddivisione in moduli):	
CFU: 9	SSD: ING-IND/33
Ore di lezione: 54	Ore di esercitazione: 27
Anno di corso: II	
Obiettivi formativi: Il corso si pone come obiettivo quello di fornire allo studente le conoscenze relative alle condizioni di funzionamento, normali e anormali, di un sistema elettrico ed alle metodologie di analisi di tali condizioni. Un ulteriore obiettivo è quello di consentire allo studente di implementare in ambienti simulativi i principali algoritmi per la risoluzione dei modelli matematici dei sistemi elettrici.	
Contenuti: Aspetti tecnologici e principi di funzionamento dei principali componenti degli impianti elettrici in alta tensione (Apparecchi di manovra, relé, sistemi di protezione contro le sovracorrenti e contro le sovratensioni). Definizioni relative alle condizioni di funzionamento normali ed anormali di un impianto elettrico in alta tensione. Parametri elettrici di una linea trifase: Resistenza, Induttanza, Capacità e Conduttanza. Analisi di un sistema elettrico in condizioni di funzionamento normale: modello matematico del sistema e sue applicazioni. Analisi di un sistema elettrico in condizioni di funzionamento anormale: a) modello matematico per il calcolo delle correnti di corto circuito e sue applicazioni; b) modello matematico per il calcolo delle sovratensioni e sue applicazioni; c) modello matematico per lo studio dei disturbi della qualità della tensione e sue applicazioni; d) modello matematico per lo studio dei transitori elettromeccanici e sue applicazioni. Algoritmi per la soluzione di sistemi di equazioni non lineari. Algoritmi per la soluzione di sistemi di equazioni differenziali non lineari. Algoritmi per la soluzione di sistemi di equazioni algebrico-differenziali. Metodi numerici per i sistemi elettrici per l'energia. Codici di calcolo in ambiente Matlab per l'analisi dei sistemi elettrici per l'energia in condizioni di funzionamento a regime sinusoidale permanente per il calcolo delle correnti di corto circuito e per il calcolo della stabilità elettromeccanica.	
Docente:	
Codice:	Semestre: I
Prerequisiti / Propedeuticità: Nessuno	
Metodo didattico: Lezioni ed esercitazioni numeriche	
Materiale didattico: Appunti dalle lezioni; libri di testo	
Modalità di esame: Prova orale	

Insegnamento: Azionamenti elettrici	
Modulo (ove presente suddivisione in moduli):	
CFU: 9	SSD: ING-IND/32
Ore di lezione: 54	Ore di esercitazione: 27
Anno di corso: II	
Obiettivi formativi: Acquisizione delle metodologie di analisi e di sintesi necessarie alla scelta e al dimensionamento degli azionamenti elettrici controllati in catena aperta e in catena chiusa e al loro corretto impiego anche all'interno di sistemi industriali complessi.	
Contenuti: Classificazione. Meccanica degli azionamenti elettrici. Standardizzazioni e riferimenti normativi. Riscaldamento delle macchine elettriche: servizi di funzionamento. Cenni su trasduttori di corrente e velocità. Comportamento dei motori elettrici alimentati da convertitori statici di energia elettrica. Avviamento, regolazione di velocità e frenatura elettrica di motori in corrente continua e di motori asincroni. Controllo in catena aperta ed in catena chiusa. Controllo in cascata. Controllo di stato. Controllo digitale. Azionamenti con motori in corrente continua ad eccitazione indipendente e a magneti permanenti alimentati tramite raddrizzatori controllati e/o chopper. Strategie di controllo in catena aperta e in catena chiusa. Azionamenti a 1, 2 e 4 quadranti. Controllo di coppia, di velocità, di posizione. Schemi circuitali di controllo. Azionamenti con motori asincroni alimentati tramite convertitori statici a tensione e a corrente impressa. Funzionamento a frequenza variabile. Controllo in catena aperta. Controllo in catena chiusa scalare. Controllo	

<p>vettoriale ad orientamento di campo. Frenatura dinamica. Schemi circuitali per azionamenti a 1, 2 e 4 quadranti. Azionamenti sincroni a controllo vettoriale. “AC e DC brushless” con motori a magneti permanenti. Azionamenti sincroni a riluttanza variabile. Azionamenti a riluttanza commutata. Riflessi sulla rete di alimentazione. Impiego di raddrizzatori attivi come primo stadio dei convertitori statici. Esercitazioni numerico-simulative con impiego di Matlab-Simulink. Laboratorio con azionamenti a controllo digitale.</p>	
Docente:	
Codice:	Semestre: I
Prerequisiti / Propedeuticità: Nessuno	
Metodo didattico: Lezioni ed esercitazioni numeriche e di laboratorio	
Materiale didattico: Appunti dalle lezioni; libri di testo	
Modalità di esame: Prova orale. Eventuale tesina.	

Insegnamento: Plasmi e fusione termonucleare	
Modulo (ove presente suddivisione in moduli):	
CFU: 6	SSD: ING-IND/31
Ore di lezione: 54	Ore di esercitazione:
Anno di corso: II	
Obiettivi formativi: Si tratta di un corso specialistico focalizzato sugli aspetti elettromagnetici delle macchine per la fusione controllata ed in particolare sul controllo di forma, posizione e corrente del plasma in un tokamak.	
Contenuti: 1. Introduzione: Obiettivi della fusione termonucleare controllata. 2. Il modello MHD: Richiami di Elettromagnetismo, Termodinamica e Fluidodinamica. Moto di una particella carica. Il modello MHD ideale: condizioni al contorno, leggi di conservazione locali e globali, conservazione del flusso. Equilibrio: il teorema del viriale. Configurazioni monodimensionali e bidimensionali; il caso toroidale: l'equazione di Grad-Shafranov. Stabilità: le condizioni di stabilità: il principio dell'energia; classificazione delle instabilità. 3. Fusione termonucleare controllata: Principali reazioni di fusione nucleare. Bilancio energetico di un plasma termonucleare: il criterio di Lawson. Principio di funzionamento delle principali macchine a confinamento magnetico. Macchine a struttura lineare e toroidale. Classificazione delle macchine toroidali: il Tokamak, l'RFP. Prospettive della fusione nel quadro del problema energetico. 4. Problemi inversi e ottimizzazione: Formulazione del problema di ottimizzazione. Problemi di ottimizzazione vincolata. Progettazione di controllori SISO con tecniche di ottimizzazione parametrica. 5. Il Tokamak: I componenti fondamentali: prima parete; limiter; sistema elettromagnetico toroidale e poloidale; sistemi di riscaldamento addizionale; sistemi di diagnostica, acquisizione dati, identificazione, stabilizzazione e controllo. Esperimenti in corso e in via di progetto. Il progetto del sistema elettromagnetico. Il progetto del sistema di controllo.	
Docente:	
Codice:	Semestre: I
Prerequisiti / Propedeuticità: Nessuno	
Metodo didattico: Lezioni	
Materiale didattico: Appunti dalle lezioni; libri di testo	
Modalità di esame: Prova orale	

Insegnamento: Modelli numerici per i campi	
Modulo (ove presente suddivisione in moduli):	
CFU: 6	SSD: ING-IND/31
Ore di lezione: 36	Ore di esercitazione: 24
Anno di corso: II	

Obiettivi formativi: L'obiettivo del corso è duplice: fare conoscere i principi del calcolo scientifico; fornire gli strumenti per la risoluzione con il calcolatore di alcune classi di problemi di campo. Nel laboratorio numerico è utilizzato il linguaggio di programmazione MATLAB®.	
Contenuti: Soluzione di sistemi di equazioni algebriche lineari. Metodi diretti: sistemi triangolari, metodo di Gauss, la decomposizione LU, il problema del condizionamento, analisi degli errori. Metodi iterativi: metodi di Jacobi, Gauss-Seidel e rilassamento, il problema della convergenza. Metodi del gradiente, metodo del gradiente coniugato, preconditionamento. Metodi rapidi. Decomposizione SVD. Soluzione di sistemi di equazioni algebriche non lineari: iterazione di punto fisso, metodo di Newton-Raphson, convergenza. Soluzione di sistemi di equazioni differenziali ordinarie: il metodo di Eulero, il metodo di Crank-Nicolson, metodi espliciti e impliciti; consistenza, stabilità e convergenza. Formulazioni differenziali di alcune classi di problemi di campo. Il problema delle condizioni al contorno. Metodo delle differenze finite. Formulazioni deboli. Metodo dei residui pesati: metodo della collocazione e metodo di Galerkin. Approssimazione in uno spazio a dimensione finita. Metodo degli elementi finiti. Formulazioni integrali di alcune classi di problemi di campo. Laboratorio numerico.	
Docente:	
Codice:	Semestre: I
Prerequisiti / Propedeuticità: Nessuno	
Metodo didattico: Lezioni ed esercitazioni numerico-simulative	
Materiale didattico: Appunti dalle lezioni; libri di testo	
Modalità di esame: Prova orale con discussione di un problema risolto numericamente al calcolatore	

Insegnamento: Modellistica elettromagnetica dei materiali	
Modulo (ove presente suddivisione in moduli):	
CFU: 6	SSD: ING-IND/31
Ore di lezione: 30	Ore di esercitazione: 27
Anno di corso: II	
Obiettivi formativi: Il corso si propone di analizzare il comportamento elettrico e magnetico dei materiali in relazione a campi di applicazioni tradizionali e avanzate e di definire le problematiche connesse con la progettazione dei componenti.	
Contenuti: Campi elettrici e magnetici in mezzi materiali. Formulazione delle equazioni di campo in termini di potenziali. Calcolo dei campi per via analitica e numerica. Determinazione delle forze elettromagnetiche in mezzi materiali. Esercitazioni numeriche. Materiali conduttori. Modelli di conduzione. Progetto di resistori. Esercitazioni in laboratorio. Materiali dielettrici. Polarizzazione. Dielettrici gassosi, liquidi, solidi. Processi di scarica nei dielettrici. Invecchiamento dei dielettrici. Piezoelettricità e ferroelettricità. Sensori. Esercitazioni in laboratorio. Materiali magnetici. Magnetizzazione. Materiali ferromagnetici. Sensori magnetici. Esercitazioni in laboratorio	
Docente: LUPO' Giovanni	
Codice:	Semestre: II
Prerequisiti / Propedeuticità: Nessuno	
Metodo didattico: Lezioni, esercitazioni numeriche e di laboratorio	
Materiale didattico: Appunti dalle lezioni; libri di testo	
Modalità di esame: Prova orale	

Insegnamento: Elettronica industriale di potenza	
Modulo (ove presente suddivisione in moduli):	
CFU: 6	SSD: ING-IND/32
Ore di lezione: 32	Ore di esercitazione: 27
Anno di corso: II	

Obiettivi formativi:	
Il corso è orientato a un approfondimento e a un ampliamento delle tematiche riguardanti l'elettronica industriale di potenza. Nel corso vengono anche forniti i criteri per la progettazione esecutiva e il controllo dei convertitori di maggior impiego.	
Contenuti:	
Parte I: 1. Tecnologie elettroniche. 2. Analisi e progetto di Drivers per strutture di conversione: Drivers per pilotaggio e isolamento di strutture raddrizzatrici a controllo di fase; Drivers per pilotaggio ed isolamento di strutture dc-dc ; Drivers per pilotaggio e isolamento di inverters. 3. Filtri in ingresso e in uscita per strutture ac-dc-, dc-dc, dc,ac. 4. Circuiti Snubbers.	
Parte II	
1. Analisi e progetto di Convertitori Quasi Risonanti. 2. Analisi e progetto di Switching DC Power Supplies. 3. Convertitori multilivello.	
Parte III	
1. Tecniche di analisi di reti lineari periodicamente tempovarianti. 2. Microprocessori nel controllo dell'elettronica industriale di potenza e degli azionamenti: programmazione con PLC; confronto tra tecnologie analogiche e tecnologie digitali nel controllo degli azionamenti e dell'elettronica industriale di potenza; controllo real-time usando microprocessori; Microcontrollori: Architetture Intel, Motorola e Texas Instruments. 3. Compatibilità elettromagnetica ed elettronica industriale di potenza. Definizione di alcuni parametri caratterizzanti i disturbi elettromagnetici; Disturbi condotti e irradiati da strutture di elettronica di potenza, spettri; Modellizzazione di alcuni casi concreti. Interventi: filtraggi, schermaggi, messa a terra. Cenni su alcuni metodi di misura: camere riverberanti, camere schermate, celle TEM.	
Docente:	
Codice:	Semestre: II
Prerequisiti / Propedeuticità: Nessuno	
Metodo didattico: Lezioni, esercitazioni numeriche e di laboratorio	
Materiale didattico: Appunti dalle lezioni; libri di testo	
Modalità di esame: Prova orale	

Insegnamento: Progettazione elettromeccanica	
Modulo (ove presente suddivisione in moduli):	
CFU: 6	SSD: ING-IND/32
Ore di lezione: 30	Ore di esercitazione: 30
Anno di corso: II	
Obiettivi formativi:	
Acquisizione delle metodologie di dimensionamento di macchine elettriche rotanti con particolare riguardo ai trasformatori ed alle macchine asincrone destinate ad applicazioni industriali	
Contenuti:	
<u>Trasformatore trifase</u>	
Aspetti costruttivi e realizzativi del circuito magnetico e degli avvolgimenti. Criteri di dimensionamento di trasformatori di distribuzione. Dimensionamento assistito da calcolatore. Calcolo dei parametri. Verifiche.	
<u>Macchina asincrona trifase</u>	
Aspetti costruttivi e realizzativi del circuito magnetico e degli avvolgimenti. Criteri di dimensionamento di macchine asincrone per impieghi industriali. Dimensionamento assistito da calcolatore. Influenza della distorsione delle tensioni di alimentazione, della saturazione dei circuiti magnetici, della disuniforme distribuzione della corrente nei conduttori massicci. Perdite e riscaldamento. Determinazione dei parametri elettrici equivalenti. Rumore e vibrazioni.	
Docente:	
Codice:	Semestre: II
Prerequisiti / Propedeuticità: Nessuno	
Metodo didattico: Lezioni, esercitazioni numeriche, progetto	
Materiale didattico: Appunti dalle lezioni; libri di testo	
Modalità di esame: Prova orale e discussione del progetto	

Course: Design of electrical machines	
Module (only if the course is divided in modules):	
Credits: 6+6	SSD: ING-IND/32
Lectures: 30 hours	Practice and Lab: 30 hours
Year: II	
Objectives: The module has the aim to give the basic elements for the design of three-phase transformers and of rotating electrical machines, with special regards to the induction machines for industrial applications.	
Contents: <u>Three-phase transformer</u> Magnetic circuit and windings. Sizing criteria for three-phase distribution transformers. Computer-aided dimensioning procedures. Calculus of electrical parameters. Verification procedures. <u>Three-phase induction machine</u> Magnetic circuit and windings: materials, shapes, sizing. Sizing criteria of induction machines for industrial applications. Computer aided design. Influence of distorted supply voltages, saturation of magnetic circuits, non-uniform current distribution in the conductors of stator and rotor slots (skin effect). Losses and heating problems. Evaluation of equivalent electrical parameters. Noise and vibrations.	
Teacher:	
Code:	Semester: II
Prerequisites: No one	
Methodology: Class lectures, project work	
Materials: Notes from lectures; books	
Final assessment: Oral examination	

Insegnamento: Propulsione dei veicoli elettrici	
Modulo (ove presente suddivisione in moduli):	
CFU: 6	SSD: ING-IND/32
Ore di lezione: 42	Ore di esercitazione/stages: 12
Anno di corso: II	
Obiettivi formativi: Acquisizione delle conoscenze fondamentali per scelta, dimensionamento e determinazione delle caratteristiche di funzionamento dei sistemi di propulsione dei veicoli su gomma per trasporto stradale e movimentazione industriale, e dei veicoli per trasporto ferroviario e a guida vincolata in genere.	
Contenuti: Cicli operativi e diagrammi di marcia. Definizione delle specifiche di dimensionamento degli azionamenti per trazione. Specificità dei motori e dei convertitori destinati alla trazione elettrica su ferro e su gomma. Azionamenti in continua (a eccitazione indipendente, serie, ad immagine serie) e in alternata asincroni e sincroni a elevata densità di potenza. Propulsione di sistemi di trasporto su rotaia: tram, treni metropolitani e a lunga percorrenza. Alimentazione da linea in continua o in alternata monofase a media tensione. Azionamenti policorrente. Azionamenti con generazione a bordo. Azionamenti a potenza distribuita. Sistemi di avviamento, frenatura e controllo della velocità in catena chiusa. Coordinamento di azionamenti plurimotore. Utilizzazione di convertitori a più stadi e/o a più livelli. Trasformatore monofase di trazione, raddrizzatori attivi e sistemi di filtraggio. Sistemi di propulsione per veicoli destinati al trasporto pubblico su gomma (filobus). Azionamenti senza riduttori meccanici: motoruote. Propulsione dei veicoli stradali: azionamenti elettrici puri e ibridi (serie, parallelo e misti). Sistemi di accumulo dell'energia a bordo. Impiego di celle a combustibile. Gestione dei flussi energetici in presenza di batterie, celle a combustibile e supercondensatori. Generatori elettrici ad elevatissimo numero di giri. Cenni sugli azionamenti per veicoli a due ruote.	
Docente:	

Codice:	Semestre: I
Prerequisiti / Propedeuticità: Nessuno	
Metodo didattico: Lezioni, esercitazioni, seminario, visite tecniche	
Materiale didattico: Appunti dalle lezioni; libri di testo	
Modalità di esame: Prova orale	

Insegnamento: Sistemi elettrici per i trasporti	
Modulo (ove presente suddivisione in moduli):	
CFU: 9	SSD: ING-IND/33
Ore di lezione: 54	Ore di esercitazione: 27
Anno di corso: II	
Obiettivi formativi: Acquisizione di competenze generali e specialistiche sulla tecnica ferroviaria. Conoscenza del funzionamento e delle tecnologie di base del sistema di trasporto elettrificato. Principi di progettazione di sistema dei sistemi di trasporto ferroviari ed urbani elettrificati e a guida vincolata.	
Contenuti: <i>Generalità sui sistemi di trasporto elettrificati.</i> Sistemi di trasporto elettrificati ferroviari metropolitani: sistemi su ferro, sistemi su gomma, veicoli ibridi ed elettrici. Prestazioni di trasporto dei sistemi. Tipologie di reti ferroviarie, linee, stazioni.. Capacità di trasporto nei limiti di potenzialità dei mezzi di trazione, delle stazioni e delle linee. Ottimizzazione dei parametri di offerta. Prestazioni tecniche e di sicurezza dei sistemi ferroviari. Organizzazione ed economia dell'esercizio. Principi di tecnica di circolazione ferroviaria. Sistemi di controllo marcia treni. <i>Sottosistemi di alimentazione.</i> Sistemi ferroviari in c.c.e.c.a.. Sistemi di alimentazione primaria. Reti primarie Linee dedicate A.T. delle F.S. e interconnessioni con reti ENEL. Sottostazioni (SSE). SSE ambulanti. SSE a recupero di energia. Apparat di conversione. Filtri. Impianti di terra. Linee di Contatto. Sistemi di sospensioni e caratteristiche costruttive. Circuiti di ritorno. Circuiti di terra e di protezione. Gruppi di sezionamento. Telecomando TE. <i>Il materiale rotabile.</i> Composizioni. Prestazioni, caratteristiche tecniche e di servizio. Regolazione e controllo dei veicoli ferroviari. Impianti di bordo. <i>Sistemi di controllo e sicurezza della circolazione.</i> Sistemi di controllo marcia treni. Controllo del traffico in stazione. Apparat centrali in tecnica elettromeccanica ed elettronica. Sistemi di distanziamento in linea. Sistemi di telecomunicazione terra-treno. Telecomando IS, sistemi di telecontrollo centralizzato del movimento treni. Telecomunicazioni di servizio. <i>Impianti generali di stazione e di linea</i> <i>Affidabilità e sicurezza dei sistemi ferroviari.</i> Analisi RAMS in progettazione ed esercizio. Diagnostica di bordo e di terra.	
Docente:	
Codice:	Semestre: I
Prerequisiti / Propedeuticità: Nessuno	
Metodo didattico: Lezioni, esercitazioni numeriche, seminario	
Materiale didattico: Appunti dalle lezioni; libri di testo	
Modalità di esame: Prova orale e discussione del progetto	

Insegnamento: Automazione dei sistemi elettrici	
Modulo (ove presente suddivisione in moduli):	
CFU: 6	SSD: ING-IND/33
Ore di lezione: 40	Ore di esercitazioni: 15
Anno di corso: II	
Obiettivi formativi: Il modulo ha come obiettivo formativo quello di fornire allo studente le nozioni fondamentali dei principi di regolazione e controllo dei sistemi elettrici di potenza e dei sistemi elettrici industriali.	

Contenuti: Regolazione della frequenza e delle potenze attive. Regolazione della frequenza e delle potenze attive in un sistema di reti interconnesse. Criteri di autonomia. Regolazione della tensione. Controllo dei sistemi di eccitazione. Variatori sotto carico. Tecniche di controllo per il miglioramento della stabilità elettromeccanica. Convertitori per il miglioramento del comportamento dinamico dei sistemi elettrici di potenza. Automazione dei sistemi elettrici industriali. SCADA per sistemi elettrici industriali. Applicazioni di tecniche di controllo a tempo discreto. Controllo ottimo a tempo discreto. Distacco carichi. Realizzazione e riconoscimento di isole. Sistemi di controllo per la sincronizzazione con la rete di alimentazione. Algoritmi di controllo del carico assorbito. Sistemi automatici di rifasamento. Sistemi di controllo di gruppi statici di continuità. Tecniche di diagnostica real-time. o numero di giri. Cenni sugli azionamenti per veicoli a due ruote.	
Docente:	
Codice:	Semestre: I
Prerequisiti / Propedeuticità: Nessuno	
Metodo didattico: Lezioni ed esercitazioni	
Materiale didattico: Appunti dalle lezioni; libri di testo	
Modalità di esame: Prova orale	

Course: Power system control	
Module (only if the course is divided in modules):	
Credits: 6+6	SSD: ING-IND/33
Lectures: 40 hours	Practice and Lab: 15 hours
Year: II	
Objectives: The module has the aim to give the basic principles for the control of power electrical systems and of industrial electrical systems	
Contents: Frequency and active-power control. Frequency and power control in interlinked grids. Criteria of autonomy. Voltage control. Control of exciting systems. Techniques for improvement of electromechanical stability. Converters for improvement of dynamic operations of power electrical systems. Automation of industrial electrical systems. Applications of discrete-time control techniques. Loads disconnection. Setting up and identification of "islands". Control system for the synchronization with supply line. Algorithm for load control. Automatic systems for control of reactive power. UPS control system. Real-time diagnostic techniques.	
Teacher:	
Code:	Semester: I
Prerequisites: No one	
Methodology: Class lectures	
Materials: Notes from lectures; books	
Final assessment: Oral examination	

Insegnamento: Misure per la qualità	
Modulo (ove presente suddivisione in moduli): Misure per il controllo della qualità	
CFU: 6	SSD: ING-INF/07
Ore di lezione: 40	Ore di esercitazione: 12
Anno di corso: II	
Obiettivi formativi: Accrescere la capacità di acquisire ed elaborare dati per studio, gestione e ottimizzazione dei processi sia industriali sia di erogazione di servizi.	

Contenuti:	
La misura della qualità. Qualità nella produzione industriale e nei servizi. Il ruolo del comparto metrologico. Il servizio di taratura nazionale: tracciabilità e riferibilità delle misure. La certificazione dei laboratori di prova. Assetti normativi. Approccio globale e sistemi di gestione.	
Aspetti operativi. Strumenti per la raccolta e la valutazione dei dati di misura. Richiami sulla distribuzioni di probabilità continue e discrete. Campionamento da una distribuzione normale. Distribuzioni campionarie chi-quadro, t di Student, distribuzione di Fisher. Stimatori. Test delle ipotesi. Test del chi-quadro. Rischio α e β . Analisi della varianza a una via. Carte di controllo per variabili e attributi. Cause comuni e cause speciali, OCAP. Process capability.	
Indicatori di qualità per prodotti industriali. Durata di vita di componenti e sistemi. Modelli di deterioramento. Danno specifico e danno cumulato. Prove di vita accelerata.	
Assicurazione della qualità di un processo industriale. Caratterizzazione dei processi e identificazione di modelli. Piano sperimentale fattoriale. Piano fattoriale per k fattori a due livelli. Esperimenti fattoriali frazionati. Risoluzione di un piano sperimentale. Rilevanza dei fattori tramite ANOVA ad N vie. Tecniche di regressione. Tecniche di ottimizzazione.	
Docente:	
Codice:	Semestre: II
Prerequisiti / Propedeuticità: Nessuno	
Metodo didattico: Lezioni ed esercitazioni	
Materiale didattico: Appunti dalle lezioni; libri di testo	
Modalità di esame: Prova orale	

Insegnamento: Misure per la Compatibilità Elettromagnetica	
Modulo (ove presente suddivisione in moduli):	
CFU: 6	SSD: ING-INF/07
Ore di lezione: 40	Ore di esercitazione: 20
Anno di corso: II	
Obiettivi formativi:	
Il Corso si propone di fornire allo studente gli strumenti teorici e tecnici per la comprensione dei fenomeni di compatibilità elettromagnetica e delle metodologie di misura mediante lo studio dei principi di funzionamento della strumentazione, dei setup e delle norme tecniche. Durante il corso gli studenti approfondiranno le conoscenze acquisite mediante lo sviluppo di un progetto finalizzato alla verifica sperimentale delle caratteristiche di compatibilità di strumentazione elettronica.	
Contenuti:	
La direttiva per la Compatibilità Elettromagnetica; Enti preposti alla verifica dei requisiti di Compatibilità; Enti di Normazione e Norme Armonizzate. Il decibel e il suo impiego nella compatibilità elettromagnetica. Ricevitore di picco, quasi-picco, media e valore efficace; Rete per la Stabilizzazione di Impedenza (LISN); Reti di Accoppiamento/Disaccoppiamento (CDN); Sonde di Corrente e di Tensione; Disturbi di modo Differenziale e modo Comune. Norme di immunità e emissione, radiata e condotta. La normativa di esposizione ai campi elettromagnetici ambientali; Sonde, Antenne per la misurazione di campi elettromagnetici. Esecuzione di prove di conformità presso il laboratorio di Compatibilità elettromagnetica; esecuzione di misurazioni di campo elettromagnetico ambientale.	
Docente:	
Codice:	Semestre: II
Prerequisiti / Propedeuticità: Nessuno	
Metodo didattico: Lezioni ed esercitazioni di laboratorio	
Materiale didattico: Appunti dalle lezioni; libri di testo	
Modalità di esame: Prova orale	

Course: Electromagnetic compatibility measurements	
Module (only if the course is divided in modules):	
Credits: 6+6	SSD: ING-INF/07
Lectures: 40 hours	Practice and Lab: 20 hours
Year: II	
Objectives: The module has the aim to give theoretical basis and technical aspects to understand the different problems linked to the electromagnetic compatibility tests (in anechoic chamber too). At the end of the course, the student will be able to select the most suitable instrumentation for the different tests, to carry out the tests in an EMC lab, to correctly evaluate measurement uncertainty.	
Contents: The Directive for the Electromagnetic compatibility. Institutions devoted to verify compatibility requirements. "Standards", "Norms" and European harmonization. The decibel unity. Receiver for peak-, quasi-peak-, average- and r.m.s.- value. Line for impedance stabilization (LISN); coupling/decoupling networks (CDN); currents and voltages probes. Differential-mode and common-mode disturbs. Irradiated and conducted emission, immunity. Requirements for exposition to environmental electromagnetic fields: probes, antennas for electromagnetic fields measurements. Execution of experimental conformity tests in EMC lab; execution of experimental measure of environmental electromagnetic fields.	
Teacher:	
Code:	Semester: II
Prerequisites: No one	
Methodology: Class lectures, lab	
Materials: Notes from lectures; books	
Final assessment: Oral examination	

Insegnamento: Misure e collaudo su macchine e impianti elettrici	
Modulo (ove presente suddivisione in moduli):	
CFU: 6	SSD: ING-INF/07
Ore di lezione: 30	Ore di esercitazione: 30
Anno di corso: II	
Obiettivi formativi: Mettere l'allievo in grado di effettuare prove e collaudi su macchine ed impianti elettrici, anche mediante utilizzo di moderna strumentazione automatica.	
Contenuti: Prove di interesse generale sulle macchine elettriche: modalità per la determinazione delle temperature, della resistenza degli avvolgimenti e delle perdite; prove su azionamenti; collaudo di motori elettrici; collaudo di trasformatori; norme specifiche. Collaudo degli impianti elettrici: procedure tecniche e amministrative; norme tecniche e norme di legge; esami a vista; prove di verifica; prove su quadri elettrici; verifica TA e TV. Prove ad alta tensione: caratteristiche di un laboratorio per prove di alta tensione, generatori di impulsi; generatori di elevate tensioni alternate; generatore di elevate tensioni continue; partitori di tensione; misuratori per il rilievo delle scariche parziali; prove di corto circuito reali e sintetiche; prove su dispositivi di interruzione in b.t.. Elementi sulle modalità di prove su dispositivi e apparati per la compatibilità elettromagnetica.	
Docente:	
Codice:	Semestre: II
Prerequisiti / Propedeuticità: Nessuno	
Metodo didattico: Lezioni, esercitazioni numeriche e di laboratorio	
Materiale didattico: Appunti dalle lezioni; libri di testo	
Modalità di esame: Prova orale, prova pratica di laboratorio	

Insegnamento: Illuminotecnica	
Modulo (ove presente suddivisione in moduli):	
CFU: 6	SSD: ING-IND/11
Ore di lezione: 40	Ore di esercitazione: 20
Anno di corso: II	
Obiettivi formativi: Fornire agli allievi le conoscenze utili ad ottimizzare sul piano economico ed energetico il progetto e la gestione degli impianti di illuminazione per interni ed esterni.	
Contenuti: Visione, fotometria e colorimetria. Sorgenti luminose e loro caratteristiche energetiche e fotometriche. Apparecchi di illuminazione, tipologie, criteri di scelta. Progettazione degli impianti di pubblica illuminazione; ottimizzazione, sicurezza stradale, normative europee. Progettazione degli impianti di illuminazione per interni; ottimizzazione, igiene e sicurezza nei luoghi di lavoro, illuminazione di sicurezza, normative europee. Collaudo e gestione degli impianti di illuminazione; normative. Ammodernamento energetico degli impianti, tecniche di finanziamento. Illuminazione naturale.	
Docente:	
Codice:	Semestre: II
Prerequisiti / Propedeuticità: Nessuno	
Metodo didattico: Lezioni, esercitazioni di laboratorio	
Materiale didattico: Appunti dalle lezioni; libri di testo	
Modalità di esame: Prova orale, prova pratica di laboratorio	

Insegnamento: Economia e organizzazione aziendale	
Modulo (ove presente suddivisione in moduli):	
CFU: 6	SSD: ING-IND/35
Ore di lezione: 40	Ore di esercitazione: 16
Anno di corso: II	
Obiettivi formativi: Il corso ha la finalità di introdurre gli studenti allo studio delle problematiche economiche e organizzative delle imprese. I principali obiettivi formativi del corso sono i seguenti: - Capacità di analizzare le caratteristiche economiche e competitive del mercato nel quale opera l'impresa; - Conoscenza delle modalità di classificazione dei costi aziendali e dell'analisi della funzione di produzione; - Conoscenza delle principali tipologie di strutture organizzative e dei criteri per la loro scelta.	
Contenuti: <i>Parte I – Conoscere l'impresa</i> La modellizzazione dell'Impresa e del mercato secondo la teoria microeconomica. Criteri di classificazione delle imprese. L'impresa e l'ambiente. L'impresa e il mercato. Le funzioni di domanda e di offerta, il concetto di equilibrio di mercato, l'elasticità, la funzione di produzione e i costi. Caratteristiche strutturali e competitive delle principali tipologie di mercato: concorrenza perfetta, oligopolio e concorrenza monopolistica, monopolio. Settore, impresa e competitività: definizione di settore; analisi e valutazione dell'attrattività di un settore; ciclo di vita del settore. Differenziali competitivi. Tecniche di portafoglio. Strategie concorrenziali di base. L'analisi del posizionamento competitivo dell'impresa attraverso la SWOT analysis. <i>Parte II - Cenni di organizzazione aziendale</i> L'analisi interna dell'impresa. La catena del valore. Le funzioni aziendali. I principali modelli di struttura organizzativa. Criteri per la scelta della struttura organizzativa. L'evoluzione della struttura organizzativa nel corso della vita dell'impresa. L'impresa come sistema: il modello delle 7S. <i>Parte III – Introduzione al bilancio aziendale</i> Introduzione alla Gestione aziendale. I fondamenti della Contabilità aziendale. La costruzione del Bilancio. Riclassificazione ed analisi del bilancio. Seminari. Testimonianze aziendali, sessioni di approfondimento, studio di casi aziendali.	
Docente:	
Codice:	Semestre: I
Prerequisiti / Propedeuticità: Nessuno	

Metodo didattico: Lezioni, seminari di esperti esterni
Materiale didattico: Dispensa didattica disponibile on-line
Modalità di esame: Prova scritta e orale

Insegnamento: Nozioni giuridiche fondamentali	
Modulo (ove presente suddivisione in moduli):	
CFU: 6	SSD: IUS/01
Ore di lezione: 54	Ore di esercitazione:
Anno di corso: II	
Obiettivi formativi: Il corso propone nozioni giuridiche di base e approfondimenti sulle problematiche giuridiche attinenti al settore elettrico, con un approccio operativo, al fine di fornire, in relazione ai casi concreti che possono presentarsi nella realtà professionale, gli strumenti tecnico-giuridici indispensabili per risolverli.	
Contenuti: Parte generale: Introduzione: l'ordinamento costituzionale; le fonti del diritto; soggetti, posizioni soggettive e tutela giurisdizionale. I beni. La proprietà: contenuto ed estensione; modi di acquisto; limiti; immissioni; distanze tra costruzioni. Limiti nell'interesse pubblico: proprietà conformata e proprietà vincolata. L'espropriazione per pubblica utilità: procedimento e determinazione dell'indennità. Gli altri diritti reali: superficie; usufrutto; uso; abitazione; servitù. Comunione e condominio. Possesso ed effetti. Obbligazioni e contratti (cenni). I contratti di particolare interesse per l'ingegnere: appalto, appalto pubblico e legge Merloni. Il D.lgs. 12 aprile 2006, n. 163 (Codice dei contratti pubblici relativi a lavori, servizi, e forniture). Il professionista tecnico. Competenze ed ordinamento professionale. Figure professionali specifiche. La responsabilità professionale. Società tra professionisti e contratto di engineering. Parte speciale (diritto dell'energia): La gestione del settore elettrico. Dalla nazionalizzazione alla privatizzazione. L'autorità per l'energia elettrica ed il gas. elettrica. Il nuovo assetto del settore dopo il D.Lgs. n. 79/1999. Energia elettrica, territorio ed ambiente: localizzazione degli impianti ed interrelazioni con la tutela ambientale e la pianificazione territoriale. La valutazione di impatto ambientale. Fonti rinnovabili, risparmio energetico. Elettrodotti. Inquinamento elettromagnetico. La servitù di elettrodotto. Il GSE. I certificati verdi. L'acquirente unico.	
Docente:	
Codice: 00213	Semestre: I
Prerequisiti / Propedeuticità: Nessuno	
Metodo didattico: lezioni, seminari applicativi	
Materiale didattico: libri di testo, fotocopie.	
Modalità di esame: esame orale	

Insegnamento: Scienza delle costruzioni	
Modulo (ove presente suddivisione in moduli):	
CFU: 9	SSD: ICAR/08
Ore di lezione: 50	Ore di esercitazione: 30
Anno di corso: II	
Obiettivi formativi: Il corso si propone di trattare gli argomenti principali di Meccanica delle strutture con specifico riferimento al calcolo di strutture monodimensionali piane in campo elastico lineare e di fornire gli strumenti essenziali per le verifiche strutturali.	
Contenuti: <i>Travature piane.</i> Tipologie dei vincoli interni ed esterni. Strutture isostatiche ed iperstatiche. Determinazione delle reazioni vincolari e delle caratteristiche della sollecitazione. Equazioni differenziali dell'equilibrio interno. Diagrammi delle caratteristiche nelle travi isostatiche ad asse rettilineo. Travature ad asse non rettilineo. Metodi di statica grafica. Travature reticolari. Cinematica della trave inflessa. Legame elastico lineare per le travi. Calcolo della linea elastica.	

<i>Il modello continuo tridimensionale.</i> Definizione delle principali misure di deformazione e loro espressione in funzione del campo di spostamenti. Tensore delle tensioni; equazioni differenziali dell'equilibrio interno; simmetria; condizioni al contorno; tensioni principali e direzioni principali di tensione; cerchi di Mohr. Legame elastico lineare isotropo. Criteri di Tresca e di von Mises.	
<i>La modellazione tridimensionale della trave.</i> Geometria delle aree. Postulato di De Saint Venant. Formulazione del problema di De Saint Venant. Sforzo normale centrato. Flessione retta e deviata. Sforzo normale eccentrico. Torsione: trattazione esatta per sezioni circolari e a corona circolare; trattazione approssimata per le sezioni sottili; formule di Bredt. Il taglio: trattazione di Jourawski; sezioni sottili.	
Docente:	
Codice:	Semestre: II
Prerequisiti / Propedeuticità: Nessuno	
Metodo didattico: lezioni, esercitazioni	
Materiale didattico: libri di testo, appunti dalle lezioni.	
Modalità di esame: prova scritta e orale	

Insegnamento: Dinamica delle macchine	
Modulo (ove presente suddivisione in moduli):	
CFU: 6	SSD: ING-IND/13
Ore di lezione: 40	Ore di esercitazione: 15
Anno di corso: II	
Obiettivi formativi: Fornire agli allievi i concetti fondamentali e le conoscenze delle problematiche relative alla dinamica delle macchine.	
Contenuti: Bilanciamento di rotori rigidi. Macchine bilanciatrici. Sistemi vibranti a più gradi di libertà: modello matematico per sistemi a due gradi di libertà. Smorzatori dinamici. Velocità critiche torsionali. Cuscinetti: cuscinetti magnetici, a elementi volventi, cilindrici, radiali a pattini oscillanti. Teoria della lubrificazione: equazioni di Reynolds, rigidezze e smorzamenti equivalenti del film d'olio. Instabilità da film d'olio. Caratterizzazione della cassa e della fondazione.	
Docente:	
Codice:	Semestre: II
Prerequisiti / Propedeuticità: Nessuno	
Metodo didattico: lezioni ed esercitazioni	
Materiale didattico: libri di testo, appunti dalle lezioni.	
Modalità di esame: esame orale	

Insegnamento: Affidabilità dei sistemi elettrici	
Modulo (ove presente suddivisione in moduli):	
CFU: 9	SSD: ING-IND/33
Ore di lezione: 60	Ore di esercitazione: 21
Anno di corso: II	
Obiettivi formativi: Mettere in grado lo studente di familiarizzare con le problematiche relative alla affidabilità di componenti elettrici, e iniziarlo alle relative metodologie di calcolo. Al termine del corso, lo studente dovrebbe essere in grado di : 1) calcolare l'affidabilità di sistemi elettrici elementari, ossia riconducibili alle strutture logiche di base; 2) effettuare, sulla base di dati sperimentali e modelli fisici, una stima o almeno un'adeguata selezione del modello di affidabilità di componenti studiati nel corso.	

Contenuti: Il concetto di affidabilità; genesi ed evoluzione della teoria dell'affidabilità. Richiami su struttura fisica e modello dei sistemi elettrici. Incertezza dei carichi e altri fenomeni aleatori nei sistemi elettrici. Cenni alla Previsione della domanda Problematiche di affidabilità relative a: produzione, trasmissione e distribuzione dell'energia elettrica. Utilizzazione dell'energia elettrica: affidabilità, continuità, qualità e sicurezza. Norme di riferimento. Legame tra Affidabilità, Rischio e Sicurezza nei sistemi elettrici. Qualità, diagnostica, riparabilità, manutenibilità, disponibilità. Elementi di calcolo delle probabilità ed esercitazioni numeriche. Definizione quantitativa dell'affidabilità. Metodi di analisi di sistemi complessi: metodo della probabilità totale, spazio degli eventi, metodo degli insiemi di collegamento, metodo degli insiemi di taglio. Teorema di Bayes. Analisi statica e dinamica dell'affidabilità. Variabili aleatorie e modelli di affidabilità. Esercitazioni numeriche. Disponibilità dei sistemi riparabili. Cenni ai Processi di Markov. Cenni di inferenza statistica per la stima dei modelli di affidabilità. Modelli di affidabilità relativi dedotti da Modelli di usura meccanica e elettrica, e da esperienze di campo e laboratorio. Applicazioni numeriche. Alcuni casi studio: isolanti; interruttori; interruttori differenziali. Cenni di Simulazione Monte Carlo. Esercitazioni numeriche, manuali e in ambiente Matlab.	
Docente:	
Codice:	Semestre: II
Prerequisiti / Propedeuticità: Nessuno	
Metodo didattico: lezioni ed esercitazioni numeriche	
Materiale didattico: <i>Appunti redatti e distribuiti dal docente. Testi di consultazione:</i> 1. Ross S.M. (2003) "Probabilità e statistica per l'ingegneria e le scienze", Apogeo 2. De Nigris M. (2008), "L'affidabilità di componenti per la disponibilità del sistema elettrico" (CESI)	
Modalità di esame: Prova orale comprendente esercizi numerici assegnati al momento	

Insegnamento: Impianti di produzione da fonti tradizionali e rinnovabili	
Modulo (ove presente suddivisione in moduli):	
CFU: 6	SSD: ING-IND/33
Ore di lezione: 40	Ore di esercitazione: 12
Anno di corso: II	
Obiettivi formativi: Fornire agli studenti le nozioni fondamentali relative agli impianti elettrici presenti negli impianti di produzione dell'energia elettrica da fonti tradizionali e rinnovabili.	
Contenuti: Generalità sulla produzione dell'energia elettrica: fonti di energia primaria, tipi di impianti di produzione, la liberalizzazione del mercato elettrico e la produzione dell'energia elettrica. Impianti di produzione dell'energia elettrica connessi alla rete elettrica di III categoria: generalità sugli impianti elettrici presenti negli impianti di produzione, impianti termoelettrici con turbine a vapore di tipo tradizionale, con turbine a gas e a ciclo combinato gas-vapore, impianti geotermoelettrici, impianti idroelettrici, impianti idroelettrici di produzione e pompaggio, schemi di allacciamento alla rete elettrica. Impianti di produzione dell'energia elettrica connessi alle reti elettriche di I e II categoria: generalità, produzione distribuita da fonte rinnovabile, impianti eolici, solari, impianti idroelettrici di piccola taglia, impianti termoelettrici per l'uso della biomassa, impianti innovativi, schemi di allacciamento alla rete elettrica. Vantaggi e svantaggi connessi alla connessione degli impianti di produzione nelle reti di distribuzione. Piani economici per la valutazione della convenienza economica di un impianto da fonte rinnovabile. Impianti di produzione dell'energia elettrica e dell'energia termica: la cogenerazione: tipi di impianti e caratteristiche elettriche. Aspetti legati alla connessione degli impianti di cogenerazione alla rete elettrica. Le Smart Grid e le microreti intelligenti.	
Docente:	
Codice:	Semestre: I
Prerequisiti / Propedeuticità: Nessuno	
Metodo didattico: lezioni ed esercitazioni numeriche	
Materiale didattico: V. Mangoni, M. Russo: Impianti di produzione dell'energia elettrica, Edizioni dell'Università di Cassino, 2005. Appunti dalle lezioni.	
Modalità di esame: Prova orale	

Insegnamento: Teoria dei circuiti	
Modulo (ove presente suddivisione in moduli):	
CFU: 6	SSD: ING-IND/31
Ore di lezione: 44	Ore di esercitazione: 10
Anno di corso: II	
Obiettivi formativi: Arricchire il bagaglio di strumenti e metodologie di analisi dei circuiti, illustrare gli aspetti di base della teoria dei circuiti non lineari, sviluppare la capacità di analisi qualitativa e numerica dei circuiti, introdurre le principali fenomenologie non lineari.	
Contenuti: Una rivisitazione del modello circuitale, elementi circuitali e proprietà, soluzione analitica e numerica. Teoria dei grafi, matrici topologiche e relazioni, formulazione delle equazioni circuitali. Circuiti non lineari ad analisi qualitativa, equazioni di stato e circuito resistivo associato, unicità nel futuro della soluzione. Stabilità delle soluzioni e comportamento asintotico della dinamica dei circuiti. Biforcazioni e Caos nei circuiti, sincronizzazione di circuiti caotici. Algoritmi per la soluzione numerica delle equazioni circuitali: soluzione numerica di circuiti a-dinamici (lineari e non lineari) e di circuiti dinamici non lineari. Classificazione e valutazione dell'errore numerico e delle proprietà degli algoritmi. Fondamenti della sintesi circuitale, macro-modeling di circuiti distribuiti ed interconnessioni elettriche, identificazione circuitale e riduzione d'ordine di strutture elettromagnetiche distribuite.	
Docente:	
Codice:	Semestre: I
Prerequisiti / Propedeuticità : Conoscenze di base di elettrotecnica e di elettronica analogica	
Metodo didattico: Lezioni, esercitazioni	
Materiale didattico: M. Hasler, J. Neiryneck, Non Linear Circuits , Artech House, 1986, ISBN# 0-89006-206-208-0. L. O. Chua, C. A. Desoer, E. S. Kuh, Circuiti lineari e non lineari , Jackson 1991, ISBN #88-7056-837-7 L. O. Chua, P. M. Lin, Computer aided analysis of electronic circuits: algorithms & computational techniques , Prentice Hall, 1975, ISBN#0-13-165415-2 A. Quarteroni, R. Sacco, F. Saveri, Matematica numerica , Springer 2008, ISBN#978-88-470-0782-2 A. Vladimirescu, Spice , Mc Graw Hill, 1995 Dispense ufficiali del corso, slides ed altro materiale disponibile all'indirizzo www.elettrotecnica.unina.it	
Modalità di esame: Colloquio orale, eventuale discussione di elaborato (facoltativo)	

Insegnamento: Progettazione e sicurezza elettrica	
Modulo (ove presente suddivisione in moduli):	
CFU: 6	SSD: ING-IND/33
Ore di lezione: 40	Ore di esercitazione: 14
Anno di corso: II	
Obiettivi formativi: acquisizione di conoscenze delle metodologie di progettazione dei sistemi elettrici per l'energia e di competenze specialistiche nel settore della sicurezza elettrica	
Contenuti: <ul style="list-style-type: none"> - Progettazione di elettrodotti AT - Progettazione di stazioni e di impianti elettrici di distribuzione - Progettazione di cabine MT/BT - Sicurezza degli impianti elettrici - Protezione contro i contatti indiretti in alta tensione - Sicurezza nell'interfaccia con sistemi a tensione superiore - Progettazione ed esecuzione degli impianti di terra - 	

Docente:	
Codice:	Semestre: I
Prerequisiti / Propedeuticità: Nessuno	
Metodo didattico: Lezioni ed esercitazioni numeriche	
Materiale didattico: Appunti dalle lezioni; libri di testo	
Modalità di esame: Prova orale	

Allegato C

Requisiti curriculari minimi per l'accesso alla Laurea Magistrale in Ingegneria Elettrica (LM-28)

Lo studente in possesso del titolo di Laurea ex D.M. 509/99 o ex D.M. 270/04 potrà essere ammesso al Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Elettrica se avrà acquisito nella precedente carriera dei CFU nei settori scientifico-disciplinari di seguito riportati nella misura minima corrispondentemente indicata:

SSD	CFU minimi
MAT/03, MAT/05, MAT/07, ING-INF/05, FIS/01, CHIM/07	48
ING-IND/31, ING-IND/32, ING-IND/33, ING-INF/07 (*)	39
ING-IND/08, ING-IND/10, ING-IND/13, ING-IND/15, ING-IND/16, ICAR/08, ING-INF/01, ING-INF/04	30

Lo studente, inoltre, dovrà avere acquisito nella precedente carriera almeno 3 CFU di Lingua Inglese.

(*) *I CFU acquisiti nella precedente carriera (nei settori scientifico-disciplinari indicati nella riga) nell'ambito di percorsi "Professionalizzanti" possono non essere ritenuti validi dal Consiglio di Corso di Studio ai fini del raggiungimento dei "CFU minimi".*

Nota bene: la condizione su indicata è posta come condizione necessaria ma non sufficiente per l'iscrizione alla Laurea Magistrale in Ingegneria Elettrica.