

## **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).

**Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Elettrica**  
(Classe delle Lauree Magistrali in Ingegneria Elettrica – Classe LM-28)  
A.A. 2015/2016

Insegnamento o attività formativa	Modulo (ove presente)	CFU	SSD	Tipologia (*)	Ambito disciplinare	Propedeuticità
<b>I Anno --- I Semestre</b>						
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	
<b>I Anno --- II Semestre</b>						
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	
Campi quasi-stazionari e circuiti		9	ING-IND/31	2	Ingegneria elettrica	
<b>I Anno --- I o II Semestre</b>						
Attività formative curriculari a scelta dalla <b>Tabella B</b>		6		4	Attività formative affini/integrative	
<b>II Anno --- I Semestre</b>						
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 <b>Tabella A</b>		6		2	Ingegneria elettrica	
<b>II Anno --- II Semestre</b>						
Attività formative curriculari a scelta dalla <b>Tabella A</b>		9		2	Ingegneria elettrica	
Attività formative a scelta autonoma dello studente		15		3		
Ulteriori conoscenze ( <b>vedi nota</b> )		6		6		
Prova finale		12		5		

Nota:

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 (*nota: non* concorreranno alla “media base” per il voto 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 curriculari a scelta dello studente  
(Ambito “Ingegneria Elettrica”)**

Insegnamento o attività formativa	Modulo (ove presente)	CFU	SSD	Tipologia (*)	Ambito disciplinare	Propedeuticità
<b>I Semestre</b>						
Modelli numerici per i campi (0)		9	ING-IND/31	2	Ingegneria elettrica	
Plasmi e fusione termonucleare (2)		9	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	
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	
Affidabilità dei sistemi elettrici (0)		9	ING-IND/33	2	Ingegneria elettrica	
<b>II Semestre</b>						
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	
Misure per la qualità (1)		6	ING-INF/07	2	Ingegneria elettrica	
Misure per la compatibilità elettromagnetica (0)		9	ING-INF/07	2	Ingegneria elettrica	

**Note:**

- Non è possibile inserire nei piani di studio come “attività formative curriculari a scelta dello studente” più di due insegnamenti dello stesso settore scientifico-disciplinare (S.S.D.).
- 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.
- 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.
- Gli insegnamenti contrassegnati con <sup>(Engl)</sup> 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 addizionali pari a quelli associati

all'insegnamento e comunque non superiori a 6 CFU. Detti crediti potranno essere impiegati dallo studente quali crediti a scelta autonoma (tipologia 3) o ulteriori conoscenze (tipologia 6), previo parere favorevole della Commissione di Coordinamento Didattico del Corso di Studi. I crediti addizionali saranno riconosciuti per uno solo dei corsi impartiti in lingua inglese.

**Tabella B) Ulteriori attività formative curriculari a scelta dello studente  
(Ambito “Attività Formative Affini o Integrative”)**

Insegnamento o attività formativa	Modulo (ove presente)	CFU	SSD	Tipologia (*)	Ambito Disciplinare	Propedeuticità
<b>I Semestre</b>						
Economia ed organizzazione aziendale		6	ING-IND/35	4	Attività formative affini/integrative	
Nozioni giuridiche fondamentali		6	IUS-01	4	Attività formative affini/integrative	
<b>II Semestre</b>						
Scienza delle costruzioni		9	ICAR/08	4	Attività formative affini/integrative	
Dinamica delle macchine		6	ING-IND/13	4	Attività formative affini/integrative	

In alternativa agli insegnamenti della Tabella B lo studente può scegliere un insegnamento impartito in uno dei Corsi di Laurea Magistrale dell'area di Ingegneria dell'Ateneo Federico II e appartenente ad uno dei seguenti SSD: ICAR/01, ING-IND/09, ING-IND/10, ING-IND/16, ING-IND/17, ING-IND/22, ING-INF/01, ING-INF/04, ING-INF/05.

Le attività formative “curriculari 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.

**Tabella C: Scelte consigliate - “Attività formative a scelta autonoma dello studente”**

Quali attività formative “a scelta autonoma”, lo studente potrà attingere, tra l'altro, e per un totale di 15 CFU, ad attività formative indicate nella seguente **Tabella C**:

Insegnamento o attività formativa	Modulo (ove presente)	CFU	SSD	Propedeuticità
Un insegnamento qualsiasi dalla <b>Tabella A</b>				
Un insegnamento qualsiasi dalla <b>Tabella B</b>				
Teoria dei circuiti (1° semestre)		9	ING-IND/31	
Introduzione al Ferromagnetismo (2° Semestre)		3	ING-IND/31	
Sistemi di illuminazione	Illuminotecnica (1° sem.)	5	ING-IND/11	
	Impianti elettrici di illuminazione (1° sem.)	4	ING-IND/33	

L'inserimento di uno qualsiasi degli insegnamenti della **tabella C** 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 curriculare e quelli a scelta autonoma non si abbiano più di 15 CFU dello stesso SSD, rende il piano di studio di automatica approvazione (ai fini di questa valutazione l'insegnamento “Sistemi di illuminazione” è considerato come appartenente al S.S.D. ING-IND/33). Negli altri casi il piano dovrà essere approvato specificamente dalla Commissione di Coordinamento Didattico per il Corso di Studi.

**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.**

## SCHEDE degli INSEGNAMENTI/MODULI

<b>Insegnamento:</b> Automatica	
<b>Modulo (ove presente suddivisione in moduli):</b>	
<b>CFU:</b> 6	<b>SSD:</b> ING-INF/04
<b>Ore di lezione:</b> 36	<b>Ore di esercitazione:</b> 18
<b>Anno di corso:</b> I	
<b>Obiettivi formativi:</b> Introdurre lo studente alla progettazione di leggi di controllo per sistemi con singolo ingresso e singola uscita con retroazione dell'uscita e dello stato, anche con l'ausilio di osservatori dello stato.	
<b>Contenuti:</b> Proprietà fondamentali dei sistemi di controllo in retroazione: specifiche di un sistema di controllo nel dominio del tempo. Raggiungibilità e osservabilità. Assegnamento degli autovalori. Osservatore dello stato. Analisi di sistemi con retroazione dell'uscita: precisione a regime, risposta in transitorio. Analisi nel dominio della frequenza: criterio di Nyquist, funzioni di sensitività, analisi di robustezza. Progetto di sistemi di controllo nel dominio della frequenza. Reti correttive. Taratura di regolatori PID; schemi di anti-windup e bumpless. Cenni al controllo digitale.	
<b>Docente:</b> VILLANI Luigi	
<b>Codice:</b> 14761	<b>Semestre:</b> I
<b>Prerequisiti / Propedeuticità:</b> Nessuno	
<b>Metodo didattico:</b> Lezioni ed esercitazioni numeriche e di laboratorio	
<b>Materiale didattico:</b> P. Bolzern, R. Scattolini, N. Schiavoni, Fondamenti di Controlli Automatici, McGraw-Hill, 3/ed, 2008, note delle lezioni distribuite dal docente	
<b>Modalità di esame:</b> Prova scritta e accertamento orale	

<b>Insegnamento:</b> Sistemi automatici di misura ed elaborazione dei segnali	
<b>Modulo (ove presente suddivisione in moduli):</b>	
<b>CFU:</b> 9	<b>SSD:</b> ING-INF/07
<b>Ore di lezione:</b> 48	<b>Ore di esercitazione:</b> 24
<b>Anno di corso:</b> I	
<b>Obiettivi formativi:</b> 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.	
<b>Contenuti:</b> 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. 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. Convertitori digitale-analogico. Rumore di quantizzazione. Parametri di prestazione e metodi di caratterizzazione dei convertitori analogico-numerico. Controllo remoto di sistemi di acquisizione dati. Generatori di segnale e generatori di forme d'onda arbitrarie. 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.	
<b>Docente:</b> D'ARCO Mauro	
<b>Codice:</b>	<b>Semestre:</b> I
<b>Prerequisiti / Propedeuticità:</b> Nessuno	
<b>Metodo didattico:</b> Lezioni ed esercitazioni di laboratorio	
<b>Materiale didattico:</b> Appunti dalle lezioni; libri di testo	
<b>Modalità di esame:</b> Prova pratica e colloquio orale	

<b>Insegnamento:</b> Macchine e sistemi energetici	
<b>Modulo (ove presente suddivisione in moduli):</b>	
<b>CFU:</b> 6	<b>SSD:</b> ING-IND/08
<b>Ore di lezione:</b> 42	<b>Ore di esercitazione/seminari:</b> 16
<b>Anno di corso:</b> I	
<b>Obiettivi formativi:</b> 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.	
<b>Contenuti:</b> Meccanismi di trasferimento del lavoro. Macchine volumetriche e dinamiche, operatrici e motrici. Pompe e compressori: 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. Analisi dei domini operativi di turbine a gas monoalbero e bialbero Impianti a ciclo combinato gas-vapore. Impianti misti gas/vapore (STIG, RWI, HAT). Descrizione e caratteristiche operative delle turbine Pelton, Francis, Kaplan. Modalità di regolazione degli impianti idroelettrici. 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. Impianto solare/termodinamico. Sistemi cogenerativi.	
<b>Docente:</b> CAMERETTI Maria Cristina	
<b>Codice:</b>	<b>Semestre:</b> I
<b>Prerequisiti / Propedeuticità:</b> Nessuno	
<b>Metodo didattico:</b> Lezioni, esercitazioni, seminario	
<b>Materiale didattico:</b> Appunti dalle lezioni; libri di testo	
<b>Modalità di esame:</b> Prova orale	

<b>Insegnamento:</b> Modellistica di macchine e convertitori elettrici	
<b>Modulo (ove presente suddivisione in moduli):</b>	
<b>CFU:</b> 9	<b>SSD:</b> ING-IND/32
<b>Ore di lezione:</b> 64	<b>Ore di esercitazione:</b> 18
<b>Anno di corso:</b> I	
<b>Obiettivi formativi:</b> 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 e di rilevanza conoscitiva nell'attuale evoluzione dell'elettronica di potenza.	
<b>Contenuti:</b> <u>Macchine elettriche.</u> Classificazione degli avvolgimenti per macchine elettriche rotanti. Macchine elettriche rotanti a flusso radiale. Distribuzione spaziale di caduta di forza-magnetomotrice. Distribuzione spaziale del campo di induzione magnetica per macchine isotrope. Momento della coppia elettromagnetica. Modello matematico ai valori istantanei della macchina asincrona. Funzionamento della macchina asincrona in regime stazionario e distorto. Caratteristiche di funzionamento a regime. Distribuzione spaziale del campo di induzione magnetica per macchine anisotrope. Modello matematico ai valori istantanei della macchina sincrona. Funzionamento in regime sinusoidale e distorto: induttanze sincrone, transitorie e subtransitorie. Stabilità della macchina sincrona: gabbia di smorzamento e di avviamento. Macchine sincrone a magneti permanenti.	

<p>Principio di funzionamento, modello matematico, classificazione e caratteristiche di funzionamento delle macchine in corrente continua. Il problema della commutazione. Poli ausiliari e avvolgimento di compensazione.  Macchine elettriche speciali: macchina asincrona monofase, macchine universale, motori lineari e macchine a flusso assiale. Cenni sulle macchine elettriche a flusso trasverso.</p> <p><u>Convertitori statici.</u>  Circuiti snubbers. Filtri LC caratteristiche e dimensionamento. Trasformatori per convertitori c.a.-c.c.. Conduzione discontinua dei convertitori c.a.-c.c. e c.c.-c.c.; Tecniche di modulazione PWM. Convertitori risonanti: zero voltage e zero current switchings, resonant dc-link. Convertitori multilivello.  Tecniche di analisi di sistemi a struttura variabile.  Modelli dinamici dei convertitori ac-dc, dc-dc, dc-ac e particolarizzazione a regime periodico.  Tecniche di rifasamento per i convertitori c.a.-c.c..  Tecniche di controllo dei convertitori di frequenza.</p>	
<b>Docente:</b> DANNIER Adolfo e MEO Santolo	
<b>Codice:</b>	<b>Semestre:</b> II
<b>Prerequisiti / Propedeuticità:</b> Nessuno	
<b>Metodo didattico:</b> Lezioni, esercitazioni numeriche e di laboratorio	
<b>Materiale didattico:</b> Appunti dalle lezioni; libri di testo	
<b>Modalità di esame:</b> Prova orale	

<b>Insegnamento:</b> Pianificazione e gestione dei sistemi elettrici	
<b>Modulo (ove presente suddivisione in moduli):</b>	
<b>CFU:</b> 9	<b>SSD:</b> ING-IND/33
<b>Ore di lezione:</b> 54	<b>Ore di esercitazione:</b> 27
<b>Anno di corso:</b> I	
<b>Obiettivi formativi:</b> Fornire allo studente le metodologie di base per l'acquisizione dei principali concetti relativi alla pianificazione ed alla gestione dei sistemi elettrici, sia in regime di funzionamento normale, statico e dinamico, sia in presenza di perturbazioni o a seguito di eventi di guasto.	
<b>Contenuti:</b> Concetti introduttivi. Richiami sulla struttura tecnica e organizzativa del sistema elettrico e delle sue componenti (centrali, rete e linee, sistemi di distribuzione e utilizzatori). Richiami inerenti alle linee di trasmissione. Modello della linea di trasmissione. Circuito equivalente. Linea a vuoto. Potenza caratteristica. Espressioni notevoli delle potenze. Matrice delle ammettenze nodali. Load-flow. Metodo di Newton-Raphson. Disaccoppiamento delle potenze attive e reattive. Load-flow come strumento per l'esercizio dei sistemi elettrici. Applicazione del metodo dei moltiplicatori di Lagrange al dispacciamento delle potenze. Regolazione frequenza-potenza. Modellistica di base. Schema a blocchi per sistema con singolo generatore. Regolazione primaria della frequenza. Sintesi dei regolatori. Regolazione secondaria della frequenza. Regolazione di tensione. Collasso della tensione. Compensatori statici. La stabilità di trasmissione. Il criterio delle aree. Applicazione del criterio delle aree a casi notevoli. Smorzamento delle oscillazioni elettromeccaniche. Metodi numerici per la valutazione dei margini di stabilità transitoria. Metodi per il miglioramento della stabilità transitoria. Compensazione parallelo e serie. Pianificazione dei sistemi elettrici. Tecniche multicriteriali. Introduzione al metodo AHP. Elementi di calcolo delle probabilità. Variabili aleatorie. Distribuzioni Gaussiana ed Esponenziale. Teoria delle decisioni. Cenni di Affidabilità. Affidabilità dei sistemi elettrici in progettazione e in esercizio. Gestione della manutenzione e dell'obsolescenza. Modelli e tecniche di manutenzione. Cenni sul Rischio. Coordinamento statistico dell'isolamento.	
<b>Docente:</b> CHIODO Elio	
<b>Codice:</b>	<b>Semestre:</b> II
<b>Prerequisiti / Propedeuticità:</b> Nessuno	
<b>Metodo didattico:</b> lezioni ed esercitazioni numeriche	
<b>Materiale didattico:</b> <i>Appunti redatti dal docente. Testi consigliati:</i> F. Iliceto, <i>Impianti Elettrici</i> , Patron, Bologna; V. Cataliotti, <i>Impianti Elettrici</i> , Flaccovio Editore, Palermo; R. Marconato, <i>Sistemi Elettrici di Potenza</i> , Padova	

<b>Modalità di esame:</b> Prova orale
---------------------------------------

<b>Insegnamento:</b> Campi quasi-stazionari e circuiti	
<b>Modulo (ove presente suddivisione in moduli):</b>	
<b>CFU:</b> 9	<b>SSD:</b> ING-IND/31
<b>Ore di lezione:</b> 60	<b>Ore di esercitazione:</b> 12
<b>Anno di corso:</b> I	
<b>Obiettivi formativi:</b> Si tratta di un corso dedicato ai modelli quasi stazionari dei campi elettromagnetici e a quello dei circuiti con enfasi al problema della riduzione di modelli di campo a modelli a parametri concentrati.	
<b>Contenuti:</b> Equazioni di Maxwell e forza di Lorentz. Modelli di campo elettromagnetico stazionario e quasi stazionario e loro limiti di applicabilità (condizioni di lenta variabilità dei campi). Il modello circuitale, elementi di topologia algebrica dei grafi. Limiti di applicabilità del modello circuitale. Teoria generale delle equazioni di campo stazionario. Teorema di Tellegen. Unicità della soluzione delle equazioni di campo stazionario in forma integrale in tutto lo spazio. Decomposizione di Helmholtz in tutto lo spazio. Problemi di campo in domini non semplicemente connessi. Problemi differenziali, condizioni al contorno e condizioni di compatibilità. Decomposizione di Helmholtz in domini generici. Potenziale scalare per campi irrotazionali in domini a connessione multipla. Metodi analitici per la risoluzione dell'equazioni di Laplace e Poisson. Metodo della funzione di Green. Metodo della separazione delle variabili. Cenni sulle funzioni speciali (funzioni di Bessel, polinomi di Legendre, armoniche sferiche) e sull'uso della variabile complessa.. Applicazioni ai problemi stazionari. Elettrostatica di conduttori separati da dielettrici perfettamente isolanti. Matrice delle capacità e delle capacità ridotte. Modello a parametri concentrati. Campo di corrente stazionario in una regione alimentati con elettrodi perfettamente conduttori. Matrice delle conduttanze e riduzione a modello a parametri concentrati. Problema del campo magnetostatico in presenza di avvolgimenti, matrice delle induttanze e riduzione al modello a parametri concentrati. Calcolo del campo in strutture cilindriche di interesse per le macchine elettriche. Modello dei circuiti magnetici. Modello del rilassamento della carica (Modello EQS). Unicità della soluzione del problema dinamico. Bilancio energetico. Applicazioni al problema della conduzione quasi-stazionaria in regione conduttrici e dielettriche. Forze ed energia nel modello EQS. Modello della diffusione del campo magnetico (modello MQS). Bilancio energetico del modello ed unicità del problema dinamico. Applicazioni al problema dell'effetto pelle e delle correnti parassite. Forze ed energia nel modello MQS.	
<b>Docente:</b> SERPICO Claudio	
<b>Codice:</b>	<b>Semestre:</b> II
<b>Prerequisiti / Propedeuticità:</b> Nessuno	
<b>Metodo didattico:</b> Lezioni ed esercitazioni	
<b>Materiale didattico:</b> Appunti dalle lezioni; libri di testo	
<b>Modalità di esame:</b> Tesina e Prova orale	

<b>Insegnamento:</b> Modellistica dei sistemi elettrici	
<b>Modulo (ove presente suddivisione in moduli):</b>	
<b>CFU:</b> 9	<b>SSD:</b> ING-IND/33
<b>Ore di lezione:</b> 54	<b>Ore di esercitazione:</b> 27
<b>Anno di corso:</b> II	
<b>Obiettivi formativi:</b> Il corso si pone come obiettivo quello di fornire allo studente le conoscenze relative alla modellistica per l'analisi di un sistema elettrico. Un ulteriore obiettivo è quello di consentire allo studente di implementare in ambienti simulativi i principali algoritmi per la risoluzione dei modelli matematici studiati.	
<b>Contenuti:</b> RICHIAMI SULL'ANALISI DI UN SISTEMA ELETTRICO IN CONDIZIONI DI FUNZIONAMENTO NORMALI - Modello matematico del sistema. Metodo dei flussi di potenza (Load-flow). Load-flow disaccoppiato. Load-flow in corrente continua. Load-flow per reti di distribuzione.	

**MODELLISTICA DEL SOTTOSISTEMA DI PRODUZIONE DELL'ENERGIA ELETTRICA - *Dispacciamento Economico*:** Dispacciamento economico di tipo classico, Dispacciamento economico in presenza di domanda di carico anelastica, Dispacciamento economico in presenza di domanda di carico elastica, Dispacciamento economico in presenza di perdite di rete e dei limiti di funzionamento delle unità, Optimal power flow (Metodo dei flussi di potenza ottimale). *Unit Commitment. Modellistica per lo studio del funzionamento del mercato dell'energia elettrica:* Elementi di base, Procedure di Market-clearing (Equilibrio del mercato), Asta sul singolo periodo, Asta multi-periodo, Asta multi-periodo con vincoli di rete, Determinazione del prezzo di equilibrio. *Programmazione della produzione e strategie di partecipazione al mercato:* Il produttore price-taker, Il produttore price-maker, Strategie di offerta. *Rappresentazione dei grossisti.*

**MODELLISTICA DEL SOTTOSISTEMA DI TRASMISSIONE DELL'ENERGIA ELETTRICA - *Possibili stati di funzionamento del sistema di trasmissione. Valutazione del livello di sicurezza:*** Analisi delle contingenze basata sui fattori di distribuzione e sull'analisi di load-flow. *Il load-flow ottimale per la soluzione dei problemi di gestione ottimale ed in sicurezza del sottosistema di trasmissione. Obiettivi ed azioni di controllo da attuare per la gestione ottimale del sistema:* Stato di emergenza, Stato di allarme, Stato sicuro. *Rete di trasmissione ad accesso libero:* Gestione delle contingenze, Meccanismi di gestione delle congestioni, Nodal Spot-Pricing, Modello basato sui contratti bilaterali. *Calcolo delle perdite nelle reti di trasmissione e distribuzione dei costi delle perdite. Servizi ancillari. Stima dello stato di un sistema elettrico:* Richiami sul Metodo dei minimi quadrati. Statistiche, errori e stime, Test per le misure grossolanamente errate, Modello per la stima dello stato, Struttura e composizione della matrice Jacobiana.

**ANALISI DI UN SISTEMA ELETTRICO IN CONDIZIONI DI FUNZIONAMENTO ANORMALE -** Modello matematico per il calcolo delle correnti di corto circuito e sue applicazioni. Modello matematico per il calcolo delle sovratensioni e sue applicazioni. Modello matematico per lo studio dei disturbi della qualità della tensione e sue applicazioni.

**Docente:** CARPINELLI Guido

**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 e campi di impiego degli azionamenti elettrici. Meccanica degli azionamenti elettrici. Standardizzazioni e riferimenti normativi. Riscaldamento delle macchine elettriche: servizi di funzionamento. Cenni su trasduttori di corrente, tensione 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 vettoriale ad orientamento di campo. Frenatura dinamica. Schemi circuitali per azionamenti a 1, 2 e 4 quadranti. Controllo diretto di coppia.

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.	
<b>Docente:</b> DEL PIZZO Andrea	
<b>Codice:</b>	<b>Semestre:</b> I
<b>Prerequisiti / Propedeuticità:</b> Nessuno	
<b>Metodo didattico:</b> Lezioni ed esercitazioni numeriche e di laboratorio	
<b>Materiale didattico:</b> Libri di testo (A. Del Pizzo et al: "Azionamenti Elettrici" I e II vol, "Azionamenti AC e DC Brushless con motori a magneti permanenti"; "I magneti permanenti nelle macchine elettriche")	
<b>Modalità di esame:</b> Prova orale con discussione di un progetto di gruppo assegnato durante il corso.	

<b>Insegnamento:</b> Plasmi e fusione termonucleare	
<b>Modulo (ove presente suddivisione in moduli):</b>	
<b>CFU:</b> 9	<b>SSD:</b> ING-IND/31
<b>Ore di lezione:</b> 72	<b>Ore di esercitazione:</b> 0
<b>Anno di corso:</b> II	
<b>Obiettivi formativi:</b> Si tratta di un corso specialistico focalizzato sugli elementi di base della fisica dei plasmi e sugli aspetti elettromagnetici delle macchine per la fusione controllata ed in particolare sul controllo di forma, posizione e corrente del plasma in un tokamak.	
<b>Contenuti:</b>	
<u>Parte A</u>	
La fisica dei plasmi (gas ionizzati) è fondamentale nella ricerca in laboratorio sulla fusione termonucleare controllata e in molti settori dell'astrofisica e della fisica dello spazio. L'obiettivo di questo modulo è fornire gli elementi di base della fisica dei plasmi.	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Il plasma: quarto stato della materia. Proprietà dei plasmi: Debye screening; il parametro di plasma; quasi-neutralità dei plasmi; oscillazioni di plasma; collisioni delle particelle nel plasma.</li> <li>2. Moto di particelle in un campo elettromagnetico: moto balistico, modello di Drude, frequenza di ciclotrone, raggio di Larmor, teoria delle orbite.</li> <li>3. Modello classico di un plasma: equazioni di Maxwell-Lorentz, spazio delle fasi, equazione di Klimontovich-Dupree.</li> <li>4. Descrizione cinetica: equazione di Vlasov-Boltzmann, teoria dei momenti.</li> <li>5. Modello a più fluidi: grandezze fisiche macroscopiche, equazioni di bilancio.</li> <li>6. Modello a un fluido: equazioni della magnetoidrodinamica.</li> <li>7. Propagazione di onde elettromagnetiche in un plasma.</li> </ol>	
<u>Parte B</u>	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Introduzione: Obiettivi della fusione termonucleare controllata.</li> <li>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.</li> <li>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.</li> <li>4. Problemi inversi e ottimizzazione: Formulazione del problema di ottimizzazione. Problemi di ottimizzazione vincolata. Progettazione di controllori SISO con tecniche di ottimizzazione parametrica.</li> <li>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.</li> </ol>	
<b>Docente:</b> ALBANESE Raffaele e MIANO Giovanni	
<b>Codice:</b> 27984	<b>Semestre:</b> I
<b>Prerequisiti/Propedeuticità:</b> Sono prerequisiti i contenuti principali degli insegnamenti di Principi di ingegneria elettrica I e II, Fisica Matematica, Automatica, Circuiti e campi quasi stazionari. Utili le nozioni di Modelli numerici per i campi.	
<b>Metodo didattico:</b> Lezioni	

<b>Materiale didattico:</b> Appunti dalle lezioni; libri di testo: F.F.Chen, <i>Introduction to Plasma Physics and Controlled Fusion</i> , Plenum Press, New York, 2nd ed., 1984, vol.1.; J. Wesson, <i>Tokamaks</i> , Clarendon Press - Oxford, 3rd ed., 2004; J.P. Freidberg, <i>Plasma Physics and Fusion Energy</i> , Cambridge University Press, 2007	
<b>Modalità di esame:</b> Prova orale	

<b>Insegnamento:</b> Modelli numerici per i campi	
<b>Modulo (ove presente suddivisione in moduli):</b>	
<b>CFU:</b> 9	<b>SSD:</b> ING-IND/31
<b>Ore di lezione:</b> 48	<b>Ore di esercitazione:</b> 32
<b>Anno di corso:</b> II	
<b>Obiettivi formativi:</b> 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®.	
<b>Contenuti:</b> 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.	
<b>Docente:</b> MIANO Giovanni	
<b>Codice:</b>	<b>Semestre:</b> I
<b>Prerequisiti / Propedeuticità:</b> Nessuno	
<b>Metodo didattico:</b> Lezioni ed esercitazioni numerico-simulative	
<b>Materiale didattico:</b> Appunti dalle lezioni; libri di testo	
<b>Modalità di esame:</b> Prova orale con discussione di un problema risolto numericamente al calcolatore	

<b>Insegnamento:</b> Automazione dei sistemi elettrici	
<b>Modulo (ove presente suddivisione in moduli):</b>	
<b>CFU:</b> 6	<b>SSD:</b> ING-IND/33
<b>Ore di lezione:</b> 40	<b>Ore di esercitazione:</b> 15
<b>Anno di corso:</b> II	
<b>Obiettivi formativi:</b> 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.	
<b>Contenuti:</b> 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.	
<b>Docente:</b> VILLACCI Domenico	
<b>Codice:</b>	<b>Semestre:</b> I
<b>Prerequisiti / Propedeuticità:</b> Nessuno	
<b>Metodo didattico:</b> Lezioni ed esercitazioni	
<b>Materiale didattico:</b> Appunti dalle lezioni; libri di testo	
<b>Modalità di esame:</b> Prova orale	

<b>Course:</b> Power system control	
<b>Module (only if the course is divided in modules):</b>	
<b>Credits:</b> 6+6	<b>SSD:</b> ING-IND/33
<b>Lectures:</b> 40 hours	<b>Practice and Lab:</b> 15 hours
<b>Year:</b> II	
<b>Objectives:</b> The module has the aim to give the basic principles for the control of power electrical systems and industrial electrical systems	
<b>Contents:</b> 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.	
<b>Teacher:</b> GALDI Vincenzo	
<b>Code:</b>	<b>Semester:</b> I
<b>Prerequisites:</b> No one	
<b>Methodology:</b> Class lectures	
<b>Materials:</b> Notes from lectures; books	
<b>Final assessment:</b> Oral examination	

<b>Insegnamento:</b> Gestione razionale dell'energia elettrica	
<b>Modulo (ove presente suddivisione in moduli):</b>	
<b>CFU:</b> 6	<b>SSD:</b> ING-IND/33
<b>Ore di lezione:</b> 40	<b>Ore di esercitazione:</b> 14
<b>Anno di corso:</b> II	
<b>Obiettivi formativi:</b> Il corso si pone come obiettivo quello di fornire agli studenti: il quadro legislativo ed concetti di base sui sistemi elettrici nei mercati liberalizzati e la normativa sul risparmio energetico, la descrizione dei principali interventi finalizzati al risparmio energetico nelle reti di distribuzione, ed, infine, gli strumenti necessari per l'analisi delle problematiche relative alla gestione ottimale delle risorse disponibili nelle reti intelligenti del futuro (Smart Grids).	
<b>Contenuti:</b> <i>Il Mercato liberalizzato dell'energia elettrica:</i> Il libero mercato in Italia. Operatori del Mercato: i Produttori, i Distributori, il gestore della rete, i Clienti Idonei e i Clienti Vincolati, l'Acquirente Unico, il Gestore del Mercato. Il modello di mercato in Italia. Il Mercato del giorno prima ed il Mercato zonale. Il Mercato Infragiornaliero ed il Mercato dei Servizi per il Dispacciamento. La tariffa elettrica. I Mercati per l'ambiente. <i>Il risparmio energetico nelle reti di distribuzione:</i> Il risparmio energetico in ambito civile. Rifasamento; dimensionamento e gestione di un impianto di rifasamento in	

<p>ambito civile. Interventi di efficienza energetica. Domotica.  Il risparmio energetico in ambito industriale. Dimensionamento e gestione di un impianto di rifasamento in ambito industriale. Interventi di efficienza energetica in ambito industriale. Razionalizzazione dei consumi energetici. Tecnologie ad alta efficienza.  <i>Le reti intelligenti del futuro (Smart Grids):</i>  Definizioni e classificazione delle reti intelligenti.  Cenni sui sistemi di Information and Communication Technology applicati ai sistemi elettrici.  La generazione distribuita.  I sistemi di accumulo ed i veicoli elettrici.  I carichi controllabili.  Gestione ottimale dell'accumulo, della generazione distribuita e dei carichi nelle reti intelligenti.</p>	
<b>Docente:</b> BRACALE Antonio	
<b>Codice:</b>	<b>Semestre:</b> I
<b>Prerequisiti / Propedeuticità:</b> Nessuna	
<b>Metodo didattico:</b> Lezioni ed esercitazioni numeriche	
<b>Materiale didattico:</b> Appunti dalle lezioni; libri di testo	
<b>Modalità di esame:</b> Prova orale	

<b>Insegnamento:</b> Sistemi elettrici per i trasporti	
<b>Modulo (ove presente suddivisione in moduli):</b>	
<b>CFU:</b> 9	<b>SSD:</b> ING-IND/33
<b>Ore di lezione:</b> 54	<b>Ore di esercitazione:</b> 27
<b>Anno di corso:</b> II	
<b>Obiettivi formativi:</b> 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.	
<b>Contenuti:</b> <u>Generalità sui sistemi di trasporto elettrificati.</u> 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. <u>Sottosistemi di alimentazione.</u> 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. <u>Il materiale rotabile.</u> Composizioni. Prestazioni, caratteristiche tecniche e di servizio. Regolazione e controllo dei veicoli ferroviari. Impianti di bordo. <u>Sistemi di controllo e sicurezza della circolazione.</u> 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. <u>Impianti generali di stazione e di linea</u> <u>Affidabilità e sicurezza dei sistemi ferroviari.</u> Analisi RAMS in progettazione ed esercizio. Diagnostica di bordo e di terra.	
<b>Docente:</b> BATTISTELLI Luigi	
<b>Codice:</b>	<b>Semestre:</b> I
<b>Prerequisiti / Propedeuticità:</b> Nessuno	
<b>Metodo didattico:</b> Lezioni, esercitazioni numeriche, seminario	
<b>Materiale didattico:</b> Appunti dalle lezioni; libri di testo	
<b>Modalità di esame:</b> Prova orale e discussione del progetto	

<b>Insegnamento:</b> Progettazione e sicurezza elettrica	
<b>Modulo (ove presente suddivisione in moduli):</b>	
<b>CFU:</b> 9	<b>SSD:</b> ING-IND/33
<b>Ore di lezione:</b> 60	<b>Ore di esercitazione:</b> 15
<b>Anno di corso:</b> II	
<b>Obiettivi formativi:</b> Acquisizione di conoscenze delle metodologie di progettazione dei sistemi elettrici per l'energia e di competenze specialistiche nel settore della sicurezza elettrica	
<b>Contenuti:</b> Resistenza di terra di un impianto. Modello dell'impianto di terra. Dispensori in parallelo. Corrente convenzionale di terra. Circuiti di ritorno. Criteri per la progettazione degli impianti di terra. Esecuzione dell'impianto di terra. Esempi applicativi. Sistemi TT. Interruttori differenziali. Selettività interruttori differenziali. Equipotenzialità sistemi TT. Sistemi TN. Collegamenti equipotenziali. Interruttori differenziali. Sistemi IT. Sovratensioni nei sistemi IT. Protezioni contro i contatti indiretti senza l'interruzione automatica dell'alimentazione. Protezione contro i contatti indiretti in alta tensione. Sicurezza nell'interfaccia con sistemi a tensione superiore. Protezione contro i contatti diretti. Interruttori differenziali e protezione contro i contatti diretti. Sistemi a bassissima tensione. Sezionamento, comando d'emergenza e comando funzionale. Verifiche di sicurezza. Riequilibratura dei carichi. Rifasamento. Esempio di progettazione di un rifasamento misto. Gestione di un impianto di rifasamento. Resistenze di scarica. Correnti di inserzione. Progettazione di impianti di rifasamento in presenza di inquinamento armonico. Calcoli economici. Cabina MT/BT. Calcoli fondamentali. Contributo dei motori asincroni alle correnti di cortocircuito. Dimensionamento dei cavi in regime di durata limitata ed intermittente. Quadro MT. Quadro generale BT. Protezioni contro le sovracorrenti. Protezione generale. Taratura dei relè. Protezione cavi. Protezione trasformatore. Selettività sistemi di protezione. Selettività per un cortocircuito sulla bassa tensione. Selettività per un cortocircuito sulla media tensione. Protezioni. TA e TV di protezione. Impianto di terra. Ventilazione. Gruppi elettrogeni. Criteri di dimensionamento. Calcolo delle correnti di cortocircuito. Gruppo elettrogeno nei sistemi TN. Calcolo della corrente di cortocircuito minima e verifiche di sicurezza.	
<b>Docente:</b> LAURIA Davide	
<b>Codice:</b>	<b>Semestre:</b> I
<b>Prerequisiti / Propedeuticità:</b> Pianificazione e Gestione dei Sistemi Elettrici	
<b>Metodo didattico:</b> Lezioni ed esercitazioni numeriche	
<b>Materiale didattico:</b> Appunti dalle lezioni	
<b>Modalità di esame:</b> Prova orale	

<b>Insegnamento:</b> Affidabilità dei sistemi elettrici	
<b>Modulo (ove presente suddivisione in moduli):</b>	
<b>CFU:</b> 9	<b>SSD:</b> ING-IND/33
<b>Ore di lezione:</b> 60	<b>Ore di esercitazione:</b> 21
<b>Anno di corso:</b> II	
<b>Obiettivi formativi:</b> 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.	
<b>Contenuti:</b> Il concetto di affidabilità; genesi ed evoluzione della teoria dell'affidabilità. Richiami su struttura fisica e modello dei	

<p>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.</p> <p>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.</p>	
<b>Docente:</b> CHIODO Elio	
<b>Codice:</b>	<b>Semestre:</b> I
<b>Prerequisiti / Propedeuticità:</b> Nessuno	
<b>Metodo didattico:</b> lezioni ed esercitazioni numeriche	
<p><b>Materiale didattico:</b> <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</p> <p>2. De Nigris M. (2008), "L'affidabilità di componenti per la disponibilità del sistema elettrico" (CESI)</p>	
<b>Modalità di esame:</b> Prova orale comprendente esercizi numerici assegnati al momento	

<b>Insegnamento:</b> Propulsione dei veicoli elettrici	
<b>Modulo (ove presente suddivisione in moduli):</b>	
<b>CFU:</b> 6	<b>SSD:</b> ING-IND/32
<b>Ore di lezione:</b> 42	<b>Ore di esercitazione/stages:</b> 12
<b>Anno di corso:</b> II	
<p><b>Obiettivi formativi:</b>          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.</p>	
<p><b>Contenuti:</b>          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 (ad eccitazione indipendente, serie, ad immagine serie) e in alternata asincroni e sincroni ad 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. Cenni sugli azionamenti per veicoli a due ruote: il caso della bicicletta a pedalata assistita.</p>	
<b>Docente:</b> IANNUZZI Diego	
<b>Codice:</b>	<b>Semestre:</b> II
<b>Prerequisiti / Propedeuticità:</b> Nessuno	
<b>Metodo didattico:</b> Lezioni, esercitazioni, seminario, visite tecniche	

<b>Materiale didattico:</b> Appunti dalle lezioni; libri di testo
<b>Modalità di esame:</b> Prova orale

<b>Insegnamento:</b> Modellistica elettromagnetica dei materiali	
<b>Modulo (ove presente suddivisione in moduli):</b>	
<b>CFU:</b> 6	<b>SSD:</b> ING-IND/31
<b>Ore di lezione:</b> 30	<b>Ore di esercitazione:</b> 27
<b>Anno di corso:</b> II	
<b>Obiettivi formativi:</b> Presentare metodologie di indagine e modellazione a breve e lungo termine dei materiali impiegati nelle applicazioni elettriche e sottoposti a sollecitazioni permanenti/transitorie di tipo elettrico o combinato	
<b>Contenuti:</b> a) Valutazione analitica/numerica della sollecitazione elettrica e magnetica (stress) b) Proprietà elettriche limiti (strength) per materiali gassosi, liquidi, solidi, compositi/multifase c) Prove e diagnostiche su materiali e dispositivi di interesse dell'ingegnere elettrico d) Invecchiamento e contaminazione	
<b>Docente:</b> LUPO' Giovanni	
<b>Codice:</b>	<b>Semestre:</b> II
<b>Prerequisiti / Propedeuticità:</b> Nessuno	
<b>Metodo didattico:</b> Lezioni ed esercitazioni in laboratorio Alta tensione	
<b>Materiale didattico:</b> Appunti dalle lezioni	
<b>Modalità di esame:</b> Colloquio; discussione sulle prove in laboratorio	

<b>Insegnamento:</b> Misure e collaudo su macchine e impianti	
<b>Modulo (ove presente suddivisione in moduli):</b>	
<b>CFU:</b> 6	<b>SSD:</b> ING-INF/07
<b>Ore di lezione:</b> 30	<b>Ore di esercitazione:</b> 30
<b>Anno di corso:</b> II	
<b>Obiettivi formativi:</b> Mettere l'allievo in grado di effettuare prove e collaudi su macchine ed impianti elettrici, anche mediante utilizzo di moderna strumentazione automatica.	
<b>Contenuti:</b> 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..	
<b>Docente:</b> D'APUZZO Massimo	
<b>Codice:</b>	<b>Semestre:</b> II
<b>Prerequisiti / Propedeuticità:</b> Sistemi automatici di misure ed elaborazione dei segnali	
<b>Metodo didattico:</b> Lezioni, esercitazioni numeriche e di laboratorio	
<b>Materiale didattico:</b> Appunti dalle lezioni; libri di testo	
<b>Modalità di esame:</b> Prova orale, prova pratica di laboratorio	

<b>Insegnamento:</b> Progettazione elettromeccanica	
<b>Modulo (ove presente suddivisione in moduli):</b>	
<b>CFU:</b> 6	<b>SSD:</b> ING-IND/32
<b>Ore di lezione:</b> 30	<b>Ore di esercitazione:</b> 30
<b>Anno di corso:</b> II	
<b>Obiettivi formativi:</b> Acquisizione delle metodologie di dimensionamento di macchine elettriche rotanti con particolare riguardo ai trasformatori ed alle macchine asincrone destinate ad applicazioni industriali	
<b>Contenuti:</b> <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.	
<b>Docente:</b> RIZZO Renato	
<b>Codice:</b>	<b>Semestre:</b> II
<b>Prerequisiti / Propedeuticità:</b> Nessuno	
<b>Metodo didattico:</b> Lezioni, esercitazioni numeriche, progetto	
<b>Materiale didattico:</b> Appunti dalle lezioni; libri di testo	
<b>Modalità di esame:</b> Prova orale e discussione del progetto	

<b>Course:</b> Design of electrical machines	
<b>Module (only if the course is divided in modules):</b>	
<b>Credits:</b> 6+6	<b>SSD:</b> ING-IND/32
<b>Lectures:</b> 30 hours	<b>Practice and Lab:</b> 30 hours
<b>Year:</b> II	
<b>Objectives:</b> 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.	
<b>Contents:</b> <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.	
<b>Teacher:</b> RIZZO Renato	
<b>Code:</b>	<b>Semester:</b> II
<b>Prerequisites:</b> No one	
<b>Methodology:</b> Class lectures, project work	
<b>Materials:</b> Notes from lectures; books	
<b>Final assessment:</b> Oral examination	

<b>Insegnamento:</b> Impianti di produzione da fonti tradizionali e rinnovabili	
<b>Modulo (ove presente suddivisione in moduli):</b>	
<b>CFU:</b> 6	<b>SSD:</b> ING-IND/33
<b>Ore di lezione:</b> 40	<b>Ore di esercitazione:</b> 12
<b>Anno di corso:</b> II	
<b>Obiettivi formativi:</b> Fornire agli studenti le nozioni fondamentali relative agli impianti elettrici presenti negli impianti di produzione dell'energia elettrica da fonti tradizionali e rinnovabili.	
<b>Contenuti:</b> <i>Generalità sulla produzione dell'energia elettrica:</i> fonti di energia primaria, tipi di impianti di produzione, la liberalizzazione del mercato elettrico e la produzione dell'energia elettrica. <i>Impianti di produzione dell'energia elettrica connessi alla rete elettrica di III categoria:</i> Nozioni di base (Schemi elettrici, Regolazione di frequenza e di frequenza/potenza, Regolazione della tensione, Schemi di allacciamento alla rete elettrica, Servizi ausiliari di sistema, Meccanismi di partecipazione degli impianti al mercato dell'energia elettrica). 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. <i>Impianti di produzione dell'energia elettrica connessi alle reti elettriche di I e II categoria:</i> 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 per la valutazione della convenienza economica di un impianto da fonte rinnovabile. <i>Impianti di produzione dell'energia elettrica e dell'energia termica:</i> tipi di impianti e caratteristiche elettriche. Aspetti legati alla connessione degli impianti di cogenerazione alla rete elettrica. <i>Gli impianti di produzione nelle microreti intelligenti.</i>	
<b>Docente:</b> CARPINELLI Guido	
<b>Codice:</b>	<b>Semestre:</b> II
<b>Prerequisiti / Propedeuticità:</b> Nessuno	
<b>Metodo didattico:</b> lezioni ed esercitazioni numeriche	
<b>Materiale didattico:</b> V. Mangoni, M. Russo: "Impianti di produzione dell'energia elettrica", Edizioni dell'Università di Cassino, 2005. Appunti dalle lezioni.	
<b>Modalità di esame:</b> Prova orale	

<b>Insegnamento:</b> Elettronica industriale di potenza	
<b>Modulo (ove presente suddivisione in moduli):</b>	
<b>CFU:</b> 6	<b>SSD:</b> ING-IND/32
<b>Ore di lezione:</b> 39	<b>Ore di esercitazione:</b> 20
<b>Anno di corso:</b> II	
<b>Obiettivi formativi:</b> Il corso è orientato a un approfondimento e a un ampliamento delle tematiche riguardanti l'elettronica industriale di potenza. Nel corso vengono forniti i criteri per la progettazione esecutiva e il controllo dei convertitori di maggior impiego.	
<b>Contenuti:</b> <i>Parte I:</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: circuiti non polarizzati; circuiti polarizzati per il turn-off, per il turn on e cumulativi. 5. Circuiti di raffreddamento per strutture di conversione statica dell'energia elettrica. 6. Progetto dello stadio di potenza di strutture di conversione. <i>Parte II:</i> 1. Tecniche di analisi di reti periodicamente tempovarianti. 2. Modelli dinamici di convertitori ac-dc. 3. Modelli dinamici di convertitori dc-dc. 4. Modelli dinamici di convertitori dc-ac. <i>Parte III:</i> 1. Schemi di controllo per convertitori ac-dc. 2. Schemi di controllo per convertitori dc-dc. 3. Schemi di	

controllo per convertitori dc-ac. 4. Microprocessori nel controllo dell'elettronica industriale di potenza: programmazione con PLC; confronto tra tecnologie analogiche e tecnologie digitali nel controllo dell'elettronica industriale di potenza; controllo real-time usando microprocessori; Microcontrollori: Architetture Intel, Motorola e Texas Instruments. 5. Progetto dello stadio di regolazione e di isolamento di strutture di conversione statica dell'energia elettrica.	
<b>Docente:</b> MEO Santolo	
<b>Codice:</b>	<b>Semestre:</b> II
<b>Prerequisiti / Propedeuticità:</b> Nessuno	
<b>Metodo didattico:</b> Lezioni, esercitazioni numeriche e di laboratorio	
<b>Materiale didattico:</b> Appunti dalle lezioni	
<b>Modalità di esame:</b> Progetto di una struttura di conversione e prova orale	

<b>Insegnamento:</b> Misure per la qualità	
<b>Modulo (ove presente suddivisione in moduli):</b> Misure per il controllo della qualità	
<b>CFU:</b> 6	<b>SSD:</b> ING-INF/07
<b>Ore di lezione:</b> 40	<b>Ore di esercitazione:</b> 8
<b>Anno di corso:</b> II	
<b>Obiettivi formativi:</b> Il Corso si propone di fornire allo studente la conoscenza delle metodologie per l'analisi statistica dei dati di misura e per il monitoraggio degli indicatori di qualità, finalizzate al miglioramento della qualità dei prodotti e dei processi. In particolare, verranno illustrati i test delle ipotesi e le carte di controllo, con esempi applicativi per una migliore comprensione della teoria.	
<b>Contenuti:</b> Definizione di Qualità: Qualità interna ed esterna, qualità nei processi industriali e nei servizi. Introduzione agli strumenti per la qualità: controllo statistico dei processi; progettazione degli esperimenti; collaudo campionario. Raccolta dati. Distribuzioni di probabilità: dall'istogramma alla distribuzione, media e varianza; stimatore della media e della varianza. Teorema del Limite Centrale. Statistiche campionarie.  Il test delle ipotesi e definizione del rischio alfa e beta. Test delle ipotesi su: media di una distribuzione con varianza nota e non nota; varianza di una distribuzione; differenza fra le medie di due distribuzioni con varianze note, non note ed uguali, non note e diverse; rapporto fra le varianze fra due distribuzioni. Intervalli di confidenza associati ai parametri di interesse: media, varianza, differenza fra le medie, rapporto fra le varianze. Definizione ed uso del p-value. Errore beta, curve di caratteristica operativa. Analisi della Varianza ad 1 via.  Carte di controllo: ambito di applicazione e finalità, definizione dei limiti di controllo, definizione della fase I e II dell'uso della carta. Considerazioni sulla numerosità del campione e sulla frequenza di campionamento. Out-of-control action plan; limiti di specifica e variabilità naturale del processo.  Carte per variabili: carta $\bar{x}$ -R e $\bar{x}$ -s. Carte per attributi: carta per <i>frazione di non conformi p</i> ; carte per <i>numero totale di non conformità (difetti) c</i> ; carte per <i>numero medio di non conformità u</i> . Probabilità di mancata rivelazione e indicatori ARL, ATS, I con carte associate. Criteri di scelta della numerosità del campione e del campionamento. Confronto fra carte per variabili e per attributi.	
<b>Docente:</b> PASQUINO Nicola	
<b>Codice:</b>	<b>Semestre:</b> II
<b>Prerequisiti / Propedeuticità:</b> Nessuno	
<b>Metodo didattico:</b> Lezioni in aula	
<b>Materiale didattico:</b> Appunti dalle lezioni; libri di testo	
<b>Modalità di esame:</b> Prova scritta ed esame orale	

<b>Insegnamento:</b> Misure per la Compatibilità Elettromagnetica
---

<b>Modulo (ove presente suddivisione in moduli):</b>	
<b>CFU:</b> 9	<b>SSD:</b> ING-INF/07
<b>Ore di lezione:</b> 55	<b>Ore di esercitazione:</b> 35
<b>Anno di corso:</b> II	
<b>Obiettivi formativi:</b> Il Corso si propone di fornire allo studente la conoscenza delle metodologie per lo studio teorico e sperimentale dei fenomeni di compatibilità elettromagnetica. Costituiranno parte integrante dell'insegnamento lo studio dei principi di funzionamento della strumentazione, delle configurazioni di prova e delle norme tecniche impiegate nel settore. Le conoscenze teoriche acquisite durante l'attività d'aula saranno poi approfondite mediante lo sviluppo di un progetto sperimentale finalizzato alla verifica della compatibilità di dispositivi elettrici ed elettronici.	
<b>Contenuti:</b> Principi base della Compatibilità Elettromagnetica: sorgenti e vittime dei fenomeni di compatibilità, fenomeni radiati e condotti, immunità ed emissione. Il decibel e il suo impiego nella compatibilità elettromagnetica. Strumentazione di misura: ricevitore di interferenza e rivelatore di picco, quasi-picco, media; rete per la stabilizzazione dell'impedenza di linea (LISN); reti di accoppiamento e disaccoppiamento (CDN); sonde di corrente e di tensione. Modello a due fili per l'emissione di disturbi radiati: disturbi di modo differenziale e modo comune. Ambienti per la verifica della compatibilità elettromagnetica: open area test site, camera schermata, camera semianecoica e norme per la verifica delle prestazioni (EN 55016-1-4). Configurazione di prova e modalità esecutive per la verifica dell'immunità e emissione, radiata e condotta: EN 55022, EN 61000-4-3, EN 61000-4-6. La normativa di esposizione ai campi elettromagnetici ambientali: D.Lgs. 8/7/2003 e D.Lgs. 81/08; norme per la misura dell'esposizione della popolazione e dei lavoratori. Sonde e antenne per la misurazione di campi elettromagnetici ambientali. Esecuzione di prove di conformità presso il laboratorio di Compatibilità elettromagnetica; esecuzione di misurazioni di campo elettromagnetico ambientale.	
<b>Docente:</b> PASQUINO Nicola	
<b>Codice:</b>	<b>Semestre:</b> II
<b>Prerequisiti / Propedeuticità:</b> Nessuno	
<b>Metodo didattico:</b> Lezioni in aula ed attività sperimentale in laboratorio	
<b>Materiale didattico:</b> Appunti dalle lezioni; libri di testo	
<b>Modalità di esame:</b> Discussione del progetto di laboratorio e prova orale	

<b>Insegnamento:</b> Economia e organizzazione aziendale	
<b>Modulo (ove presente suddivisione in moduli):</b>	
<b>CFU:</b> 6	<b>SSD:</b> ING-IND/35
<b>Ore di lezione:</b> 40	<b>Ore di esercitazione:</b> 16
<b>Anno di corso:</b> I	
<b>Obiettivi formativi:</b> 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.	
<b>Contenuti:</b> Parte I – <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	

<p>posizionamento competitivo dell'impresa attraverso la SWOT analysis.          Parte II - <i>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.          Parte III – <i>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.</p>	
<b>Docente:</b> non definito	
<b>Codice:</b>	<b>Semestre:</b> I
<b>Prerequisiti / Propedeuticità:</b> Nessuno	
<b>Metodo didattico:</b> Lezioni, seminari di esperti esterni	
<b>Materiale didattico:</b> Dispensa didattica disponibile on-line	
<b>Modalità di esame:</b> Prova scritta e orale	

<b>Insegnamento:</b> Nozioni giuridiche fondamentali	
<b>Modulo (ove presente suddivisione in moduli):</b>	
<b>CFU:</b> 6	<b>SSD:</b> IUS/01
<b>Ore di lezione:</b> 54	<b>Ore di esercitazione:</b> 0
<b>Anno di corso:</b> I	
<b>Obiettivi formativi:</b> 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.	
<b>Contenuti:</b> 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.	
<b>Docente:</b> ALEOTTI Umberto	
<b>Codice:</b> 00213	<b>Semestre:</b> I
<b>Prerequisiti / Propedeuticità:</b> Nessuno	
<b>Metodo didattico:</b> Lezioni, seminari applicativi	
<b>Materiale didattico:</b> Libri di testo, dispense.	
<b>Modalità di esame:</b> Esame orale	

<b>Insegnamento:</b> Scienza delle costruzioni
<b>Modulo (ove presente suddivisione in moduli):</b>

<b>CFU:</b> 9	<b>SSD:</b> ICAR/08
<b>Ore di lezione:</b> 50	<b>Ore di esercitazione:</b> 30
<b>Anno di corso:</b> II	
<b>Obiettivi formativi:</b> 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. Sono forniti i fondamenti di meccanica dei solidi tridimensionali, di teoria dell'elasticità, dei metodi energetici, dei criteri di resistenza e dell'instabilità.	
<b>Contenuti:</b> <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. Travi isostatiche ad asse rettilineo e travature piane. Metodi di statica grafica. Travature reticolari. Cinematica della trave inflessa. La trave inflessa di Eulero-Bernoulli e legame elastico lineare per le travi. Spostamenti degli schemi fondamentali di travi. Il metodo delle forze per la risoluzione di strutture iperstatiche. L'equazione dei tre momenti per la trave continua. Cenno al principio dei lavori virtuali (PLV) per la trave inflessa come ricerca di spostamenti e iperstatiche. Cenno al metodo degli spostamenti. <i>Il modello continuo tridimensionale.</i> Elementi di deformazione dei solidi. Tensore di deformazione infinitesima e principali misure della deformazione: dilatazione lineare, scorrimento, coefficiente di variazione volumetrica. Direzioni principali di deformazione. Forze superficiali e di volume. Vettore tensione. Componenti normale e tangenziali della tensione. Teorema di Cauchy: il tensore della tensione. Equazioni indefinite di equilibrio interno, equilibrio ai limiti. Simmetria delle tensioni tangenziali. Le direzioni principali di tensione. Stato piano di tensione. Il PLV per il continuo deformabile. Equazioni di Hooke dell'elasticità lineare isotropa. Moduli di elasticità: di Young, di Poisson, Tangenziale, Volumetrico. Principio di sovrapposizione degli effetti. Principio di Kirchhoff. Teorema di Maxwell-Betti. Materiali iso ed eteroresistenti. Materiali duttili e fragili. Criteri di resistenza di Tresca-de Saint-Venant 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. Carico critico euleriano, snellezza e iperbole di Eulero. Verifica di stabilità al carico di punta con il metodo omega. Cenno al metodo degli elementi finiti e ai codici di calcolo.	
<b>Docente:</b> non definito	
<b>Codice:</b>	<b>Semestre:</b> II
<b>Prerequisiti / Propedeuticità:</b> Nessuno	
<b>Metodo didattico:</b> lezioni, esercitazioni	
<b>Materiale didattico:</b> Gambarotta, Nunziante, Tralli "Scienza delle Costruzioni", Mc-Graw-Hill, 2011 Appunti dalle lezioni.	
<b>Modalità di esame:</b> Prova scritta e orale	

<b>Insegnamento:</b> Dinamica delle macchine	
<b>Modulo (ove presente suddivisione in moduli):</b>	
<b>CFU:</b> 6	<b>SSD:</b> ING-IND/13
<b>Ore di lezione:</b> 42	<b>Ore di esercitazione:</b> 12
<b>Anno di corso:</b> II	
<b>Obiettivi formativi:</b> Fornire agli allievi i concetti fondamentali e le conoscenze delle problematiche relative alla dinamica delle macchine.	
<b>Contenuti:</b> Sistemi vibranti a più gradi di libertà: modello matematico per sistemi a due gradi di libertà. Smorzatori dinamici. Teoria della lubrificazione: equazioni di Reynolds, rigidzze e smorzamenti equivalenti del film d'olio. Instabilità da film d'olio. Cuscinetti: cuscinetti magnetici, a elementi volventi, cilindrici, radiali a pattini oscillanti. Dinamica dei rotori: velocità critiche torsionali e flessionali. Meccanismi articolati: analisi statica, cinematica e dinamica. Trasmissione del moto rotatorio: ruote di frizione, trasmissione a cinghia piana, rotismi ordinari ed epicicloidali.	

<b>Docente:</b> RUSSO Riccardo	
<b>Codice:</b>	<b>Semestre:</b> II
<b>Prerequisiti / Propedeuticità:</b> Nessuno	
<b>Metodo didattico:</b> Lezioni ed esercitazioni	
<b>Materiale didattico:</b> Libri di testo, appunti dalle lezioni.	
<b>Modalità di esame:</b> Esame orale	

<b>Insegnamento:</b> Introduzione al Ferromagnetismo	
<b>Modulo (ove presente suddivisione in moduli):</b>	
<b>CFU:</b> 3	<b>SSD:</b> ING-IND/31
<b>Ore di lezione:</b> 24	<b>Ore di esercitazione:</b>
<b>Anno di corso:</b> II	
<b>Obiettivi formativi:</b> Fornire gli elementi fondamentali per la comprensione del comportamento dei materiali ferromagnetici in riferimento alle applicazioni nell'ingegneria elettrica.	
<b>Contenuti:</b>	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Fenomenologia del processo di magnetizzazione nei materiali ferromagnetici. Ciclo di isteresi, magnetizzazione residua e campo coercitivo. Classificazione dei materiali ferromagnetici (dolci, duri)</li> <li>2. Meccanismi fisici alla base del ferromagnetismo. Interazione di scambio, anisotropia, magnetostatica. Magnetizzazione spontanea e domini magnetici. Spiegazione del processo di magnetizzazione in base alla teoria dei domini.</li> <li>3. Teoria elettromagnetica dei materiali ferromagnetici come mezzi continui. Accoppiamento delle equazioni di Maxwell quasistazionarie con la termodinamica del mezzo in condizioni isoterme. Formulazione del problema di campo in termini di minimizzazione dell'energia libera del sistema campo e materia. Teoria micromagnetica statica ed equazioni di Brown. Origine dell'isteresi.</li> <li>4. Equazioni dinamiche dei ferromagneti. Precessione di Larmor, equazione di Landau-Lifshitz della dinamica della magnetizzazione e compatibilità con le equazioni di Brown.</li> <li>5. Teoria della particella ferromagnetica uniformemente magnetizzata. Modello di Stoner-Wohlfarth per la particella sferoidale. Implicazioni per i magneti permanenti. Fenomeni dinamici non lineari nelle particelle uniformemente magnetizzate. Switching dinamico della magnetizzazione. Implicazioni nel campo della registrazione magnetica</li> <li>6. Discussione dei fenomeni di magnetizzazione in ferromagneti non uniformemente magnetizzati. Il fenomeno della nucleazione. La risonanza ferromagnetica. I fenomeni di moto delle pareti di dominio.</li> </ol>	
<b>Docente:</b> SERPICO Claudio	
<b>Codice:</b>	<b>Semestre:</b> II
<b>Prerequisiti / Propedeuticità:</b> nessuno	
<b>Metodo didattico:</b> Lezioni	
<b>Materiale didattico:</b> Appunti dalle lezioni; libri di testo	
<b>Modalità di esame:</b> Prova orale	

<b>Insegnamento:</b> Sistemi di illuminazione	
<b>Modulo (ove presente suddivisione in moduli):</b> Illuminotecnica	
<b>CFU:</b> 5	<b>SSD:</b> ING-IND/11
<b>Ore di lezione:</b> 30	<b>Ore di esercitazione:</b> 15
<b>Anno di corso:</b> II	
<b>Obiettivi formativi:</b> Fornire agli allievi le conoscenze fondamentali per la progettazione e la gestione di sistemi di illuminazione	
<b>Contenuti:</b> Natura della luce, grandezze fotometriche, interazioni luce-materia, la misura della luce: fotometria, spettrofotometria, colorimetria, il sistema visivo, la luce naturale, le sorgenti di luce artificiale e le loro caratteristiche, i calcoli	

illuminotecnici. Cenni sull'illuminazione di ambienti interni ed esterni in ottemperanza alle vigenti norme. Strategie per il conseguimento di risparmi energetici mediante integrazione luce naturale-artificiale. Cenni sugli effetti non visivi della luce sull'uomo.	
<b>Docente:</b> BELLIA Laura	
<b>Codice:</b>	<b>Semestre:</b> I
<b>Prerequisiti / Propedeuticità:</b> Nessuno	
<b>Metodo didattico:</b> Lezioni, esercitazioni, esercitazioni di laboratorio	
<b>Materiale didattico:</b> Appunti dalle lezioni, dispense, supporto web su <a href="http://www.federica.unina.it/corsi/fisica-tecnica-ambientale-illuminotecnica/">http://www.federica.unina.it/corsi/fisica-tecnica-ambientale-illuminotecnica/</a>	
<b>Modalità di esame:</b> Prova scritta ed orale	

<b>Insegnamento:</b> Sistemi di illuminazione	
<b>Modulo (ove presente suddivisione in moduli):</b> Impianti elettrici di illuminazione	
<b>CFU:</b> 4	<b>SSD:</b> ING-IND/33
<b>Ore di lezione:</b> 28	<b>Ore di esercitazione:</b> 7
<b>Anno di corso:</b> II	
<b>Obiettivi formativi:</b> Fornire agli allievi le conoscenze fondamentali per la progettazione e la gestione di sistemi di illuminazione	
<b>Contenuti:</b> Sorgenti luminose e loro caratteristiche energetiche: lampade alogene e a scarica nei gas, LED. Alimentazione elettrica degli impianti di illuminazione per interni: schemi tipici, esempi di dimensionamento, tecniche di regolazione e controllo Alimentazione elettrica degli impianti di illuminazione per esterni: schemi tipici, esempi di dimensionamento, tecniche di regolazione e controllo Collaudo elettrico degli impianti di illuminazione.	
<b>Docente:</b> FANTAUZZI Maurizio	
<b>Codice:</b>	<b>Semestre:</b> I
<b>Prerequisiti / Propedeuticità:</b> Nessuno	
<b>Metodo didattico:</b> Lezioni, esercitazioni di laboratorio	
<b>Materiale didattico:</b> Appunti dalle lezioni; libri di testo	
<b>Modalità di esame:</b> Prova orale	

<b>Insegnamento:</b> Teoria dei circuiti	
<b>Modulo (ove presente suddivisione in moduli):</b>	
<b>CFU:</b> 6	<b>SSD:</b> ING-IND/31
<b>Ore di lezione:</b> 44	<b>Ore di esercitazione:</b> 10
<b>Anno di corso:</b> II	
<b>Obiettivi formativi:</b> 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	
<b>Contenuti:</b> 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 ed 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:** DE MAGISTRIS Massimiliano

**Codice:** 30031

**Semestre:** I

**Prerequisiti / Propedeuticità:** Principi di ingegneria elettrica I, Elettronica generale

**Metodo didattico:** Lezioni, esercitazioni

**Materiale didattico:** M. Hasler, J. Neiryck, **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](http://www.elettrotecnica.unina.it)

**Modalità di esame:** Colloquio orale, eventuale discussione di elaborato (facoltativo)