

N.	Insegnamento	Settore SSD	Obiettivi formativi specifici	Propedeuticità obbligatorie
1.	Advanced digital control systems for electrical energy conversion	ING-IND/32	<p>Conoscenze da acquisire nel corso:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- sistemi elettronici avanzati per la conversione dell'energia elettrica per i settori della mecatronica, la robotica, la produzione e la distribuzione dell'energia e la mobilità elettrica;</li> <li>- strumenti per la simulazione di convertitori elettronici di potenza e azionamenti elettrici; architettura dei modelli di simulazione che comprendano anche i vincoli imposti dalla reale implementazione; metodologie di simulazione;</li> <li>- architettura e soluzioni hardware e firmware per l'implementazione di sistemi di controllo digitale per convertitori elettronici di potenza e azionamenti elettrici (basate su microcontrollori dedicati, FPGA, SoC);</li> <li>- soluzioni e tecnologie per la realizzazione di schede elettroniche di segnale e di potenza, strumenti avanzati per la loro progettazione;</li> <li>- topologie, architetture e controllo di sistemi di conversione avanzati: convertitori multilivello, a matrice e modulari;</li> <li>- requisiti, caratteristiche, architetture, controllo e vincoli progettuali dei sistemi di conversione per alcune applicazioni moderne: a) produzione dell'energia da fonti rinnovabili (sistemi fotovoltaici, eolici, co-generazione) e relativa distribuzione; b) mobilità elettrica/ibrida; c) propulsione elettrica per il settore navale e avionico.</li> </ul> <p>Capacità e competenze acquisite relative alla disciplina:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- comprendere e approfondire i requisiti di un'applicazione di conversione dell'energia elettrica (in particolare, ma non limitatamente ai settori della mecatronica, della robotica, della produzione e distribuzione dell'energia, della mobilità elettrica e della propulsione navale e avionica);</li> <li>- saper valutare le diverse soluzioni tecniche di motore, azionamento, convertitore, sistema di controllo e algoritmo di controllo e scegliere la soluzione ottimale, anche in relazione ai vincoli del sistema (hardware, sensori, intervalli di funzionamento, dinamica, precisione, etc.), al tipo di applicazione, al costo, ai requisiti di sicurezza, etc.;</li> <li>- saper progettare l'elettronica di controllo e implementare gli algoritmi di controllo per convertitori elettronici di potenza e azionamenti elettrici;</li> <li>- saper valutare il comportamento e le prestazioni di sistema di conversione dell'energia in una determinata applicazione;</li> <li>- leggere ed interpretare i dati tecnici ed i cataloghi per la scelta di macchine elettriche, dispositivi di potenza, sensori, dispositivi di calcolo finalizzati all'implementazione di moderni sistemi di conversione dell'energia elettrica;</li> <li>- utilizzare programmi per la simulazione del</li> </ul>	

			<p>comportamento dinamico di macchine, convertitori e azionamenti elettrici;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- utilizzare programmi per la progettazione avanzata dei sistemi elettronici per la conversione dell'energia elettrica.</li> </ul> <p>Capacità trasversali:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- comprendere i requisiti e l'interazione tra sistemi ingegneristici diversi (elettronica, elettrotecnica, controllo, elettromeccanica) integrando le conoscenze specifiche fornite nel corso con quelle di altre discipline;</li> <li>- sviluppare autonomia di giudizio e confronto su prestazioni e caratteristiche di sistemi di azionamento complessi;</li> <li>- acquisire un linguaggio tecnico specifico per illustrare il funzionamento dei sistemi dei convertitori, delle macchine e degli azionamenti elettrici;</li> <li>- utilizzare programmi per la progettazione e la simulazione del comportamento dinamico di macchine, convertitori e azionamenti elettrici;</li> <li>- valutare l'applicabilità, nel settore della conversione dell'energia elettrica, di tecnologie elettroniche mutate da altre applicazioni e campi di utilizzo.</li> </ul>	
2.	Advanced Scheduling Systems	ING-INF/05	<p>Conoscenza e comprensione</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Problemi di ottimizzazione nell'ambito della schedulazione.</li> <li>- Tecniche algoritmiche.</li> <li>- Aspetti pratici dell'implementazione di algoritmi.</li> <li>- Ingegneria del software applicata a problemi di schedulazione.</li> </ul> <p>Capacità di applicare conoscenza e comprensione</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Sviluppo di applicazioni software di grande dimensione per l'ottimizzazione di problemi di schedulazione utilizzando diverse tecniche.</li> </ul>	
3.	Analisi e progettazione del software	ING-INF/05	<p>Conoscenza e comprensione:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Principi dell'ingegneria del software</li> <li>- Principi dell'orientazione agli oggetti</li> <li>- Linguaggio di programmazione C++</li> <li>- Linguaggio di analisi UML</li> </ul> <p>Capacità di applicare conoscenza e comprensione:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Sviluppo completo e verifica di applicazioni software di grandi dimensioni.</li> </ul>	
4.	Applicazioni industriali elettriche	ING-IND/31	<p>Il corso fornisce una conoscenza delle principali applicazioni dell'ingegneria elettrica ed è rivolto allo specialista in settori non elettrici dell'ingegneria, trasmettendogli la conoscenza di alcune macchine elettriche e dei loro azionamenti, dando inoltre nozioni di impianti elettrici e di sicurezza negli impianti elettrici. Infine viene presentata una panoramica delle applicazioni industriali elettriche più innovative.</p> <p>Competenze acquisite</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Capacità di analizzare il comportamento di alcune macchine e componenti elettrici come componenti di un impianto elettrico ed industriale.</li> <li>- Acquisisce nozioni di base sulla conversione statica dell'energia.</li> <li>- Acquisisce competenze di base sulla gestione dei sistemi elettrici di media e grande potenza e tensione.</li> </ul>	

5.	Applicazioni web	ING-INF/05	<p>Conoscenze da acquisire nel corso:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- architetture delle applicazioni web (full-stack)</li> <li>- linguaggi di markup (HTML, XML) e fogli di stile (CSS)</li> <li>- elementi di programmazione web lato client (Javascript)</li> <li>- elementi di programmazione web lato server</li> <li>- framework per lo sviluppo di applicazioni</li> <li>- mashup e interazioni con sorgenti di dati</li> </ul> <p>Capacità e competenze acquisite relative alla disciplina:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- conoscere le componenti e comprendere il funzionamento di un'applicazione web</li> <li>- saper realizzare delle semplici applicazioni web integrando assieme più tecnologie</li> </ul> <p>Capacità trasversali:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- acquisire un linguaggio tecnico specifico comprendente la terminologia delle applicazioni web</li> <li>- capacità di lavorare in gruppo e esporre i concetti appresi durante il corso</li> </ul>	
6.	Architetture parallele	ING-INF/01	<p>L'insegnamento di Architetture Parallele si prefigge di fornire agli studenti le competenze necessarie per comprendere il ruolo e la struttura di un moderno sistema di calcolo ad alte prestazioni. Durante il corso vengono impartite nozioni relative alla prospettiva storica delle architetture di calcolo parallele e sulla convergenza tecnologica che, di recente, sta conducendo alla definizione operativa di una architettura standard anche nel dominio del calcolo parallelo. Il corso illustra anche le criticità e le metodologie generali per la specifica di algoritmi paralleli efficienti ed è corredato da una ampia sessione di laboratorio nel corso della quale gli studenti apprendono le tecniche di codifica di applicazioni per architetture data parallel che possono essere implementate su di un server GPU a disposizione degli studenti. Infine, vengono forniti elementi di calcolo parallelo non algoritmico, in particolare su Reti Neurali Artificiali, Automi Cellulari e Computer Quantistici.</p> <p>Competenze Acquisite:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Conoscenza dei principali paradigmi di calcolo distribuiti.</li> <li>- Conoscenza dei criteri di progetto di una applicazione parallela.</li> <li>- Elementi di computazione non algoritmica</li> <li>- Programmazione multi-thread CUDA e OpenCL.</li> </ul>	

7.	Azionamenti elettrici per applicazioni moderne	ING-IND/32	<p>Conoscenze da acquisire nel corso:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- conversione elettromeccanica di energia attraverso macchine elettriche rotanti ad alte prestazioni, in particolare finalizzate alle applicazioni più moderne (meccatronica, robotica, energia, mobilità elettrica e propulsione navale e avionica);</li> <li>- modelli analitici dinamici di macchine in corrente alternata (sincrone a magneti permanenti, a riluttanza e asincrone);</li> <li>- algoritmi di controllo ad alte prestazioni;</li> <li>- regioni di funzionamento, stima/misurazione dei parametri, prestazioni ottenibili;</li> <li>- controllo sensorless;</li> <li>- analisi della struttura elettromagnetica della macchina e relazioni con le caratteristiche funzionali, il modello analitico e il relativo controllo;</li> <li>- campi di applicazione: applicazioni innovative (energie rinnovabili, trazione elettrica/ibrida, propulsione navale e avionica).</li> </ul> <p>Capacità e competenze acquisite relative alla disciplina:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- comprendere e approfondire i requisiti di un'applicazione di movimentazione di un carico meccanico;</li> <li>- scegliere e prevedere il funzionamento e le prestazioni di un azionamento in una determinata applicazione;</li> <li>- analizzare l'interazione dell'azionamento con il sistema meccanico;</li> <li>- saper valutare le diverse soluzioni tecniche di motore, azionamento, convertitore e algoritmo di controllo e scegliere la soluzione ottimale, anche in relazione ai vincoli del sistema (hardware, sensori, intervalli di funzionamento, dinamica, precisione, etc.);</li> <li>- comprendere la terminologia e i parametri che descrivono gli azionamenti elettrici;</li> <li>- leggere ed interpretare i dati tecnici ed i cataloghi per la scelta delle macchine e degli azionamenti elettrici;</li> <li>- utilizzare programmi per la simulazione del comportamento dinamico di macchine, convertitori e azionamenti elettrici;</li> <li>- analizzare i requisiti di implementazione di un algoritmo di controllo per azionamenti elettrici innovativi.</li> </ul> <p>Capacità trasversali:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- comprendere i requisiti e l'interazione tra sistemi ingegneristici diversi (elettronica, elettrotecnica, controllo, elettromeccanica) integrando le conoscenze specifiche fornite nel corso con quelle di altre discipline;</li> <li>- sviluppare autonomia di giudizio e confronto su prestazioni e caratteristiche di sistemi di azionamento complessi;</li> <li>- acquisire un linguaggio tecnico specifico per illustrare il funzionamento dei sistemi dei convertitori, delle macchine e degli azionamenti elettrici;</li> <li>- utilizzare programmi per la simulazione del comportamento dinamico di macchine, convertitori e azionamenti elettrici.</li> </ul>	
----	--	------------	--	--

8.	Basi di dati	ING-INF/01	<p>Conoscenza e comprensione</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Modelli dei dati concettuali e logici</li> <li>- Il modello relazionale e il modello ER</li> <li>- Il linguaggio di interrogazione</li> </ul> <p>Capacità di applicare conoscenza e comprensione</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Progetto di basi di dati relazionale</li> <li>- Amministrazione di basi di dati relazionali</li> <li>- Utilizzo di un DBMS (<i>database management system</i>) relazionale.</li> </ul>	
9.	Calcolatori elettronici e sistemi operativi	ING-INF/05	<p>Capacità relative alle discipline:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Conoscenza delle metodologie di progetto di dispositivi digitali.</li> <li>- Capacità di comprensione delle specifiche di un progetto di un dispositivo digitale.</li> <li>- Capacità di comprensione delle architetture avanzate di microprocessori.</li> <li>- Capacità di comprensione del linguaggio assembly di architetture RISC.</li> <li>- Conoscenza delle architetture dei sistemi di elaborazione.</li> <li>- Conoscenza della struttura dei sistemi operativi.</li> <li>- Conoscenza dei componenti principali che costituiscono un sistema operativo.</li> <li>- Capacità di comprensione delle problematiche HW e SW relative alla sincronizzazione e alla comunicazione in architetture multiprocessore.</li> <li>- Capacità di comprensione dell'interazione HW/SW in un sistema digitale programmabile.</li> <li>- Conoscenza delle metodologie di sviluppo di driver di periferica e di altro codice a livello kernel.</li> </ul>	
10.	Compatibilità, normativa e sicurezza degli apparati elettronici	ING-IND/31	<p>Il corso intende fornire agli allievi gli strumenti teorici per affrontare le problematiche di compatibilità elettromagnetica (EMC) negli apparati elettronici, sia di natura esterna (emissioni e suscettività), sia di natura interna (diafonia). Si illustrano inoltre i metodi e gli strumenti per misure di compatibilità elettromagnetica (EMC) e la normativa vigente in materia di compatibilità elettromagnetica e di sicurezza elettrica. A conclusione del ciclo di lezioni teoriche, seguiranno le esercitazioni di laboratorio.</p> <p>Abilità da acquisire</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Conoscere la normativa vigente riguardo i problemi di EMC e sicurezza elettrica.</li> <li>- Comprendere i meccanismi di emissione, accoppiamento e ricezione di disturbi elettromagnetici.</li> <li>- Utilizzare semplici modelli analitici per l'analisi di problemi EMC nel dominio del tempo e della frequenza.</li> <li>- Conoscere le linee guida per il progetto secondo criteri EMC.</li> </ul> <p>Al termine del corso, lo studente avrà conseguito:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Acquisizione di conoscenze basilari e caratterizzanti il dominio culturale specifico attraverso lezioni teoriche ed autoapprendimento.</li> <li>- Applicazione delle conoscenze teoriche acquisite attraverso esercitazioni analitiche ed esperienze di laboratorio</li> <li>- Capacità di trattamento dei dati in ingresso e analisi critica dei risultati nella risoluzione di problemi numerici e nelle esperienze di laboratorio.</li> <li>- Capacità di comunicare le proprie conoscenze in</li> </ul>	

			<p>occasione delle prove d'esame.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Partecipazione alle lezioni e preparazione alle prove di verifica ed esame.</li> </ul>	
11.	Comunicazioni wireless	ING-INF/03	<p>Il corso si propone di illustrare gli aspetti fondamentali relativi ai sistemi di telecomunicazione radio mobili. Fornisce gli strumenti analitici per lo studio e progettazione dell'architettura di sistema e delle tecniche di trasmissione. Copre aspetti di sistema quali la filosofia cellulare, i protocolli di accesso al mezzo radio, aspetti relativi alla modellazione del canale radio mobile, ed aspetti relativi agli algoritmi di trasmissione in canali radio e alla analisi delle loro prestazioni. Vengono presentate le varie tecniche di ricezione, di equalizzazione e di diversità e vengono forniti gli strumenti per la progettazione dei ricevitori. Si propone inoltre di illustrare i principali standard wireless, ad es. GSM, UMTS, WLAN, Bluetooth etc., mettendone in evidenza le scelte progettuali in funzione del servizio erogato.</p> <p>Dallo/dalla studente/studentessa verranno acquisiti i principi relativi alle tecniche di trasmissione alla base dei sistemi wireless, nonché gli strumenti teorici per la modellazione e la valutazione delle prestazioni nei sistemi wireless.</p>	
12.	Data Analytics	ING-INF/05	<p>Il corso fornisce degli strumenti concettuali e pratici nell'ambito della Data Analytics, ovvero lo sfruttamento dei dati per il supporto delle decisioni in una varietà di domini e di problemi applicativi. L'argomento verrà trattato da tre prospettive diverse:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Descriptive Analytics, ossia l'estrazione di informazione dai dati attraverso l'aggregazione e gli strumenti di visualizzazione;</li> <li>2) Predictive Analytics, ossia la previsione di eventi futuri sulla base di dati storici;</li> <li>3) Prescriptive Analytics, ovvero il suggerimento di azioni per il supporto alle decisioni basati sull'evidenza dei dati e su modelli di ottimizzazione.</li> </ol> <p>La parte metodologica sarà accompagnata dall'introduzione del linguaggio di programmazione Python e di un certo numero di librerie per l'analisi dei dati.</p>	
13.	Design of Electric Machines for Modern Drives	ING-IND/32	<p>Si tratta di un corso di progettazione di macchine elettriche (principalmente sincrone a magneti permanenti e a riluttanza) per applicazioni moderne ed emergenti (es. applicazioni industriali ad alte prestazioni e applicazioni nei settori automotive, aeronautico, di propulsione navale, di immagazzinamento e conversione di energia, etc.), ma anche orientato al controllo della macchina.</p> <p>Quindi dimensionamento della macchina, progettazione (con software agli elementi finiti liberi o commerciali (es. FEMM o Ansys, che abbiamo recentemente acquistato) e valutazione/ottimizzazione delle prestazioni della macchina in funzione dei requisiti di controllo (caratteristica coppia/velocità, intervallo di deflussaggio, perdite/rendimento, ripple di coppia, coppia di cogging, caratteristiche del convertitore di alimentazione, anisotropia orientata al controllo sensorless, etc.).</p> <p>Conoscenze da acquisire nel corso:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- leggi fondamentali e metodi di analisi nella progettazione delle macchine elettriche multifase per</li> </ul>	

- azionamenti moderni ed emergenti;
  - materiali magnetici utilizzati nelle macchine elettriche per azionamenti ad alte prestazioni e criteri di scelta e di progettazione: caratteristiche, perdite, punti di funzionamento;
  - progettazione di circuiti magnetici: traferro, lunghezza equivalente del percorso magnetico, tensione magnetica, curva a vuoto, traferro equivalente, corrente di magnetizzazione;
  - avvolgimenti per macchine elettriche multifase per azionamenti ad alte prestazioni: tipologie, progettazione, isolamento, perdite;
  - parti di una macchina elettrica (rotante e lineare), tecniche e tecnologie costruttive e di assemblaggio;
  - dimensionamento di una macchina elettrica multifase: carico meccanico, carico elettrico, carico magnetico, traferro, dimensionamento per omotetia;
  - progettazione di macchine elettriche sincrone a magneti permanenti e a riluttanza: criteri di dimensionamento preliminare e parametri fondamentali in funzione delle prestazioni desiderate, con esempi di calcolo;
  - trasmissione del calore: perdite, rimozione delle perdite, reti termiche equivalenti;
  - analisi con software di soluzione elettromagnetica agli elementi finiti (FEA, finite element analysis) di macchine elettriche multifase per azionamenti ad alte prestazioni: calcolo delle prestazioni e calcolo dei parametri di funzionamento della macchina, anche in correlazione alla tipologia di controllo che verrà utilizzata nell'azionamento (es. controllo sensorless basato su iniezione ad alta frequenza);
  - valutazione/ottimizzazione delle prestazioni della macchina in funzione dei requisiti di controllo (caratteristica coppia/velocità, intervallo di deflussaggio, perdite/rendimento, ripple di coppia, coppia di cogging, caratteristiche del convertitore di alimentazione, anisotropia orientata al controllo sensorless, etc.);
  - tecniche di ottimizzazione del progetto della macchina con algoritmi automatici: funzione obiettivo, vincoli, variabili indipendenti, tecniche combinate con analisi agli elementi finiti.
- Capacità e competenze acquisite relative alla disciplina:
- comprendere e approfondire i requisiti di una macchina elettrica multifase (in particolare sincrone a magneti permanenti e/o a riluttanza) per azionamenti elettrici utilizzati nelle moderne ed emergenti applicazioni, cioè applicazioni industriali ad alte prestazioni e applicazioni nei settori automotive, aeronautico, di propulsione navale, di immagazzinamento e conversione di energia, etc.;
  - saper valutare i principali parametri di progetto di una macchina elettrica multifase e il loro impatto sulle prestazioni della macchina, anche in relazione alla tipologia di controllo che verrà adottato per quella macchina;
  - saper effettuare un dimensionamento di massima di

			<p>una macchina elettrica multifase sincrona a magneti permanenti e a riluttanza;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- saper utilizzare e interpretare i risultati ottenuti attraverso software di analisi agli elementi finiti di una macchina elettrica multifase;</li> <li>- capacità di ottimizzare il progetto di macchine elettriche multifase in funzione dei requisiti dell'applicazione;</li> <li>- capacità di progettare algoritmi di ottimizzazione automatici del progetto di macchine elettriche multifase e valutarne le prestazioni;</li> <li>- capacità di orientare il progetto della macchina elettrica in funzione dei requisiti e degli algoritmi di controllo dell'azionamento da cui sarà alimentata.</li> </ul> <p>Capacità trasversali:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- comprendere i requisiti e l'interazione tra sistemi ingegneristici diversi (elettronica, elettrotecnica, controllo, elettromeccanica) integrando le conoscenze specifiche fornite nel corso con quelle di altre discipline;</li> <li>- sviluppare autonomia di giudizio e confronto su prestazioni e caratteristiche di macchine elettriche e dei relativi requisiti di progetto, anche in funzione di quelli dell'azionamento;</li> <li>- acquisire un linguaggio tecnico specifico per illustrare la progettazione e l'analisi delle prestazioni e delle caratteristiche di macchine elettriche multifase;</li> <li>- utilizzare programmi di simulazione per l'analisi e l'ottimizzazione del progetto di macchine elettriche multifase.</li> </ul>	
14.	Digital Systems Electronics	ING-INF/01	<p>Il Corso di propone di fornire all'allievo le competenze teoriche e metodologiche necessarie per la comprensione e il progetto di un sistema a microprocessore.</p> <p>Competenze acquisite:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Conoscenza degli aspetti della valutazione delle performance di un sistema di calcolo.</li> <li>- Conoscenza delle principali architetture a microprocessore.</li> <li>- Conoscenza quantitativa di una moderna architettura RISC e delle sue componenti.</li> <li>- Saper progettare un semplice sistema a microprocessore.</li> </ul>	
15.	Dispositivi optoelettronici	ING-INF/02	<p>Conoscenza e comprensione</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Conoscenza dei principali dispositivi optoelettronici.</li> <li>- Conoscenza degli aspetti della valutazione delle performance di un dispositivo optoelettronico.</li> <li>- Tecniche di progetto di dispositivi optoelettronici.</li> </ul> <p>Competenze acquisite</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Capacità di analizzare il comportamento di dispositivi optoelettronici.</li> <li>- Acquisisce nozioni di base sui dispositivi optoelettronici.</li> <li>- Acquisisce nozioni sulla progettazione ed il funzionamento di dispositivi optoelettronici.</li> </ul>	



16.	Elaborazione delle immagini: visione	ING-INF/05	<p>Il corso mira a fornire allo studente gli strumenti teorici e pratici per affrontare il problema del recupero della struttura tridimensionale di una scena a partire dalle sue proiezioni bidimensionali: le immagini. Si tratta del problema inverso risolto invece dalla la Grafica computazionale, che genera immagini a partire da una descrizione geometrica della scena.</p> <p>Verrà affrontato lo studio del modello stenopeico di fotocamera e delle relazioni geometriche che sussistono tra molteplici immagini di una medesima scena.</p> <p>Competenze acquisite</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Comprensione del processo di formazione dell'immagine.</li> <li>- Metodi geometrici per il recupero della forma tridimensionale da immagini.</li> <li>- Metodi geometrici per l'analisi e la elaborazione delle immagini.</li> <li>- Metodi geometrici per l'orientazione della telecamera.</li> <li>- Estrazione ed accoppiamento di punti salienti nelle immagini.</li> </ul>	
17.	Electrical and Electronic Measurements	ING-INF/07	<p>Il corso si prefigge di fornire le seguenti conoscenze</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Multimetro numerico per misure in AC e DC</li> <li>- Contatori per misure di frequenza e periodo.</li> <li>- Metodi di misura di impedenze: sostituzione, volt-amperometrico, a ponte. Ponti impedenzimetrici in DC e AC, ponti LCR a bilanciamento automatico.</li> <li>- Interfacciamento di strumenti a calcolatori tramite IEEE 488.</li> <li>- Caratterizzazione di componenti elettronici: misura delle non idealità di OPAMP, A/D, D/A.</li> </ul> <p>Le capacità acquisite sono:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Utilizzare strumentazione elettronica di base.</li> <li>- Realizzare misurazioni di grandezze elettriche ed elettroniche.</li> </ul>	
18.	Electronic Circuits for High Frequencies	ING-INF/01	<p>Il corso fornirà allo studente le seguenti conoscenze ed abilità:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Saper comprendere la struttura dei principali blocchi circuitali usati nei sistemi per telecomunicazioni: amplificatori a basso rumore, amplificatori di potenza, oscillatori ad alta frequenza, mixer, maglie ad aggancio di fase.</li> <li>- Conoscere le metodologie per l'analisi ed il dimensionamento di tali blocchi.</li> <li>- Conoscere i principali strumenti CAD disponibili per l'analisi ed il progetto di circuiti ad alta frequenza.</li> <li>- Conoscere le principali metodologie e gli strumenti di misura per la determinazione sperimentale delle prestazioni dei circuiti ad alte frequenze.</li> </ul>	
19.	Electronic Devices and Components	ING-INF/01	<p>Lo scopo di questo corso è quello di illustrare i principi di funzionamento, le metodologie di progetto e le prestazioni di circuiti a bassissime tensioni ed energia di funzionamento, necessari per sistemi energeticamente autonomi e per applicazioni di tipo Internet of Things.</p> <p>Specifiche competenze acquisite riguardano:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- comprendere il ruolo delle correnti statiche (leakage) in circuiti CMOS nanometrici e relative tecniche di progetto;</li> <li>- capire i modelli di transistori MOS in circuiti funzionanti a bassissime tensioni;</li> <li>- acquisire tecniche di progetto per circuiti logici e static RAM a bassissime tensioni di funzionamento;</li> <li>- capire i modelli mesoscopici di trasporto elettronico per</li> </ul>	

			<p>transistori tri-dimensionali su scala nanometrica;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- comprenderne il principio fisico, funzionamento, semplici modelli e indicazioni di progetto per transistori con ridotta pendenza inversa di sottosoglia basati sull'effetto tunnel (Tunnel FETs);</li> <li>- comprenderne il principio fisico, funzionamento, semplici modelli e indicazioni di progetto per transistori con ridotta pendenza inversa di sottosoglia basati sul concetto di capacità differenziale negativa ottenuta con dielettrici di tipo ferroelettrico.</li> </ul>	
20.	Electronic Instrumentation and Sensors	ING-INF/07	<p>Il corso si prefigge di fornire le seguenti conoscenze:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Misure nel dominio della frequenza e analisi armonica dei segnali mediante l'uso della trasformata di Fourier discreta.</li> <li>- Principio di funzionamento dei principali strumenti di misura operanti nel dominio della frequenza.</li> <li>- Principio di funzionamento dei sensori per la misura delle principali grandezze fisiche Le capacità acquisite sono</li> <li>- Scegliere le impostazioni della strumentazione per realizzare in maniera corretta l'analisi armonica dei segnali.</li> <li>- Comprendere i datasheet di strumenti complessi quali analizzatori di spettro e network analysers.</li> <li>- Conoscere il funzionamento dei sensori per la misura delle principali grandezze fisiche e scelta del sensore opportuno in base alle esigenze di progetto.</li> <li>- Progettare circuiti di condizionamento e interfacciare sensori a sistemi di acquisizione digitale.</li> </ul>	
21.	Elettronica industriale	ING-INF/01	<p>Conoscenza e comprensione degli schemi circuitali utilizzati per la conversione energetica utilizzati dagli apparati di automazione industriale ai sistemi portatili.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Analisi termica dei sistemi elettronici.</li> <li>- Analisi dei circuiti di conversione DC-DC, AC-DC e AC-AC.</li> <li>- Conoscenza sulle tecniche di controllo dei circuiti a commutazione.</li> </ul> <p>Capacità e competenze acquisite</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Comprensione di problematiche di tipo applicativo industriale che richiedono nozioni multidisciplinari.</li> <li>- Competenza sui i sistemi di gestione dell'energia elettrica utilizzati nei sistemi elettronici e nell'automazione industriale.</li> </ul>	
22.	Elettronica di potenza	ING-INF/01	<p>Conoscenza e comprensione delle strategie di progettazione di tutti i sistemi elettrici ed elettronici di conversione energetica.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Criteri di scelta dei componenti per la progettazione di un sistema elettronico di potenza.</li> <li>- Progettazione di componenti magnetici.</li> <li>- Progettazione dei sistemi di controllo analogici e digitali per i sistemi elettronici di potenza.</li> </ul> <p>Capacità e competenze acquisite</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Conoscenza di un flusso di progettazione di un sistema elettronico per la conversione energetica.</li> <li>- Capacità di selezione dei componenti attivi appropriati ad una applicazione.</li> <li>- Capacità di distinguere criteri di dimensionamento dei componenti passivi.</li> <li>- Capacità di analisi di circuiti a per la conversione energetica tramite l'utilizzo di software circuitali.</li> </ul>	

23.	Ingegneria computazionale per le scienze elettriche	ING-IND/31	<p>La simulazione al computer è diventata un importante pilastro del progresso scientifico e tecnologico. La simulazione numerica, infatti, consente di affrontare problemi troppo costosi o addirittura impossibili da affrontare sperimentalmente. In particolare, l'ingegneria computazionale è un moderno campo di ricerca interdisciplinare che si occupa della modellazione, analisi e progettazione ingegneristica assistita al computer. Questi sviluppi hanno creato un grande bisogno di esperti che uniscano le competenze di base di ingegneria elettrica alle discipline rilevanti della matematica ed informatica. L'obiettivo di questo corso è quello di preparare gli studenti a risolvere problemi elettromagnetici al computer mediante metodi numerici allo stato dell'arte.</p> <p>Abilità da acquisire:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Decidere il problema elettromagnetico da risolvere (elettrostatica, magnetostatica, magneto-quasistatica, elettro-quasistatica, propagazione elettromagnetica) in base all'applicazione.</li> <li>- Conoscere i metodi e software per la discretizzazione del dominio di calcolo in una griglia.</li> <li>- Conoscere i modelli numerici allo stato dell'arte per la soluzione di problemi elettromagnetici.</li> <li>- Implementare in modo efficiente varie tecniche numeriche per la soluzione di problemi elettromagnetici in linguaggio Matlab, C++ o Fortran 90.</li> <li>- Implementare i metodi di stima dell'errore "a posteriori" ed adattività della griglia di calcolo.</li> </ul> <p>Al termine del corso, lo studente avrà conseguito l'abilità di:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Utilizzare software commerciali per risolvere i problemi elettromagnetici che nascono nell'ambito dell'ingegneria elettrica ed analizzare criticamente i risultati che forniscono.</li> <li>- Capacità di scrivere software di simulazione elettromagnetica su misura per esigenze specifiche.</li> <li>- Sfruttare la teoria sulla stima dell'errore "a posteriori" per valutare l'accuratezza della simulazione.</li> </ul>	
24.	Laboratorio didattico di ingegneria dell'informazione	ING-INF/03	<p>Allo studente viene chiesto di sviluppare un progetto autonomo.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Conoscenza e comprensione: deve imparare a capire le specifiche di progetto.</li> <li>- Capacità di applicare conoscenza e comprensione: necessarie per sviluppare il progetto.</li> <li>- Autonomia di giudizio: necessaria perché sviluppa il progetto in modo indipendente.</li> <li>- Abilità comunicative: necessarie per preparare la relazione finale.</li> <li>- Capacità di apprendimento: necessaria per imparare nuove tecniche necessarie allo sviluppo del progetto.</li> </ul>	
25.	Meccanica degli azionamenti per la robotica	ING-IND/13	<p>Il corso fornisce le conoscenze necessarie a comprendere i principi fondamentali della meccanica degli azionamenti, in particolare: principi di tribologia, principi di accoppiamento motore-utilizzatore meccanico, proprietà e caratteristiche di organi e componenti delle macchine. Al termine del corso, lo studente saprà applicare le conoscenze acquisite per finalità di progettazione di un sistema meccanico in generale, e robotico in particolare.</p>	

			<p>Egli acquisirà la capacità di selezionare autonomamente il motore da accoppiare a un utilizzatore meccanico, nonché la trasmissione e gli altri componenti del sistema.</p> <p>Lo studente sarà inoltre in grado di comunicare con argomentazioni adeguate le motivazioni delle scelte effettuate, e apprenderà un metodo per la risoluzione di problematiche inerenti alla progettazione delle macchine e dei sistemi robotici.</p>	
26.	Meccatronica e robotica	ING-IND/13	<p>Il corso fornisce le conoscenze necessarie a comprendere i principi di funzionamento dei sistemi meccatronici (in particolare dei robot), le tecniche di modellazione di meccanismi tridimensionali, nonché le competenze utili all'analisi del comportamento di un sistema meccatronico dal punto di vista della parte elettrica e alla sua progettazione.</p> <p>Lo studente sarà in grado di costruire modelli cinematici di meccanismi spaziali e di utilizzarli per effettuare l'analisi cinematica diretta e inversa di robot e di sistemi meccatronici in genere, nonché la pianificazione di traiettorie degli stessi. Sarà inoltre in grado di costruire un modello dinamico del sistema meccatronico a partire dalla modellazione dinamica di ciascun componente e progettarne gli schemi di regolazione.</p> <p>Egli acquisirà inoltre la capacità di scegliere autonomamente la tecnica più adeguata per lo svolgimento delle suddette attività, e di comunicare con argomentazioni opportune le motivazioni di tale scelta.</p> <p>Lo studente svilupperà anche la capacità di individuare in autonomia la componentistica necessaria (motore, azionamento, controllore, etc.) a seconda dello specifico campo di utilizzo richiesto. Tale scelta verrà motivata sulla base di criteri di efficienza e economicità, criteri che lo studente sarà in grado di sintetizzare ed esporre in fase di stesura di un progetto.</p> <p>Lo studente, infine, apprenderà un metodo che potrà utilizzare per l'analisi quantitativa di problematiche relative ai sistemi meccatronici, e in particolare ai robot, di cui potrà servirsi per finalità progettuali. Apprenderà inoltre i principi del controllo dei sistemi meccatronici, ovvero strumenti per la soluzione di diversi problemi sia in campo specificamente ingegneristico che in altri campi.</p>	
27.	Microonde	ING-INF/02	<p>Il corso si propone di fornire le metodologie per lo studio ed il progetto di circuiti e dispositivi alle microonde.</p> <p>Competenze acquisite:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- conoscenza della terminologia, dei parametri e delle principali metodologie di studio dei circuiti a microonde;</li> <li>- comprensione delle problematiche relative allo studio e dimensionamento di dispositivi quali risonatori metallici e dielettrici, filtri, divisori ed accoppiatori direzionali.</li> </ul>	
28.	Modellistica e controllo di macchine e azionamenti elettrici	ING-IND/32	<p>Conoscenze da acquisire nel corso:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- conversione elettromeccanica di energia attraverso macchine elettriche rotanti;</li> <li>- principi di produzione della coppia;</li> <li>- modelli analitici dinamici di macchine in corrente continua, a passo, sincrone a magneti permanenti, asincrone;</li> <li>- algoritmi di controllo;</li> </ul>	

			<ul style="list-style-type: none"> <li>- regioni di funzionamento;</li> <li>- prestazioni ottenibili;</li> <li>- campi di applicazione.</li> </ul> <p>Capacità e competenze acquisite relative alla disciplina:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- comprendere e approfondire i requisiti di un'applicazione di movimentazione di un carico meccanico;</li> <li>- scegliere e prevedere il funzionamento e le prestazioni di un azionamento in una determinata applicazione;</li> <li>- analizzare l'interazione dell'azionamento con il sistema meccanico;</li> <li>- saper valutare le diverse soluzioni tecniche di motore, azionamento, convertitore e algoritmo di controllo e scegliere la soluzione ottimale;</li> <li>- comprendere la terminologia e i parametri che descrivono gli azionamenti elettrici;</li> <li>- leggere ed interpretare i dati tecnici ed i cataloghi per la scelta delle macchine e degli azionamenti elettrici;</li> <li>- utilizzare programmi per la simulazione del comportamento dinamico di macchine, convertitori e azionamenti elettrici;</li> <li>- saper impostare il progetto di semplici controlli di velocità e corrente per azionamenti in corrente continua ed in alternata.</li> </ul> <p>Capacità trasversali:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- comprendere i requisiti e l'interazione tra sistemi ingegneristici diversi (elettronica, elettrotecnica, controllo, elettromeccanica) integrando le conoscenze specifiche fornite nel corso con quelle di altre discipline;</li> <li>- sviluppare autonomia di giudizio e confronto su prestazioni e caratteristiche di sistemi di azionamento complessi;</li> <li>- acquisire un linguaggio tecnico specifico per illustrare il funzionamento dei sistemi dei convertitori, delle macchine e degli azionamenti elettrici;</li> <li>- utilizzare programmi per la simulazione del comportamento dinamico di macchine, convertitori e azionamenti elettrici.</li> </ul>	
29.	Modellistica e simulazione dei sistemi meccanici	ING-IND/13	<p>Il corso fornisce le conoscenze necessarie a comprendere i principi basilari della meccanica applicata, in particolare le modalità di costruzione di modelli di meccanismi piani e le tecniche di analisi e di simulazione degli stessi.</p> <p>Lo studente acquisirà la capacità di costruire modelli cinematici e dinamici, e sarà in grado di utilizzarli per svolgere l'analisi cinematica, statica e dinamica di meccanismi piani.</p> <p>Egli acquisirà inoltre la capacità di scegliere autonomamente la tecnica più adeguata per lo svolgimento delle suddette analisi, e a comunicare con argomentazioni opportune le motivazioni di tale scelta.</p> <p>Lo studente, infine, apprenderà un metodo che potrà utilizzare per l'analisi quantitativa di problematiche relative a una vasta tipologia di sistemi meccanici, e di cui potrà servirsi per finalità progettuali, in particolare per la simulazione del loro comportamento.</p>	

30.	Nanoelectronic Devices and Circuits with High Energy Efficiency for IoT Applications	ING-INF/01	<p>Nell'ambito delle applicazioni di elettronica pervasiva e di Internet-of-Things (IoT) l'efficienza energetica nell'elaborazione dell'informazione è fattore abilitante e figura di merito di primaria importanza. Il corso fornirà conoscenze di tipo fondamentale, pratico e di progetto relative a dispositivi e circuiti capaci di aumentare l'efficienza energetica dei sistemi elettronici:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Aspetti fondamentale, pratici ed ingegneristici relativi alla minima tensione di alimentazione.</li> <li>- Tecniche di transistor stacking e body-biasing per ridurre correnti statiche: energia minima per operazione svolta e corrente di sottosoglia dei transistori.</li> <li>- Memorie SRAM per funzionamento a tensioni di alimentazioni ultra-basse.</li> <li>- Transistori su scala nanometrica: approccio di Landauer al trasporto di carica, modo di trasmissione, quantizzazione della conduttanza.</li> <li>- Limiti del modello di Landauer e legame con modelli macroscopici di tipo deriva-diffusione (drift-diffusion).</li> <li>- Calcolo di trasmissione e corrente in transistori nanometrici: elementi di trasporto quantistico, metodi approssimati e metodi semi-classici.</li> <li>- Corrente di sottosoglia in transistori MOSFET: limite fondamentale dei 60mV/dec.</li> <li>- Transistori innovativi per superare il limite dei 60mV/dec: a) transistori ad effetto tunnel; b) transistori ferroelettrici con capacità differenziale negativa.</li> </ul> <p>Lo studente acquisirà capacità specifiche relative a:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Risoluzione analitica o numerica di semplici problemi di trasporto in transistori nanometrici.</li> <li>- Valutazione mista di tipo dispositivo-circuito dell'efficienza energetica di circuiti elementari che utilizzano transistori di nuova concezione.</li> </ul>	
31.	Ottimizzazione	ING-INF/04	<p>Il corso introduce la teoria dell'ottimizzazione in spazi a dimensione finita e i principali algoritmi per la ricerca dei minimi. Saranno trattati sia algoritmi esatti che algoritmi approssimati. Il corso si propone di estendere le conoscenze apprese dai corsi di analisi matematica e di algebra lineare applicandole ai problemi di ottimizzazione. Alla fine del corso lo studente dovrebbe essere in grado di interpretare un'ampia classe di problemi di ottimizzazione sia dal punto di vista analitico, ricavando il modello matematico del problema, sia proponendo, per ogni problema, un algoritmo di risoluzione adeguato.</p>	
32.	Progettazione di antenne	ING-INF/02	<p>Il corso si propone di fornire concetti avanzati utili alla comprensione del funzionamento e al progetto di antenne filiformi, antenne stampate e antenne di volume. L'approccio teorico verrà integrato con l'utilizzo di software dedicati allo studio delle antenne ad alta frequenza, e con la realizzazione e caratterizzazione sperimentale di antenne in laboratorio.</p> <p>Competenze acquisite:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- comprensione della terminologia in uno nello studio delle antenne;</li> <li>- capacità di dimensionamento di antenne filiformi, yagi e log-periodiche;</li> <li>- capacità di utilizzo di software dedicati alla progettazione di antenne stampate e di volume;</li> </ul>	

			<ul style="list-style-type: none"> <li>- capacità di realizzazione pratica di antenne filiformi, yagi, log-periodiche stampate e di volume.</li> </ul>	
33.	Progetto di sistemi elettronici	ING-INF/01	<p>Il Corso si propone di consentire agli studenti di mettere in pratica le competenze metodologiche acquisite nel corso di studi nella realizzazione di un progetto di significativa complessità nel campo del calcolo parallelo e distribuito.</p> <p>Competenze acquisite:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Saper analizzare un problema complesso.</li> <li>- Saper definire le specifiche di progetto.</li> <li>- Conoscere gli strumenti di versioning per progetti complessi.</li> <li>- Saper progettare e realizzare in team una applicazione complessa.</li> </ul>	
34.	Sicurezza informatica	ING-INF/05	<p>Il corso si propone di approfondire temi avanzati sulla progettazione e sulla gestione delle reti di calcolatori e dei relativi servizi.</p> <p>Gli obiettivi formativi sono:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- conoscere i fondamenti sulla sicurezza delle reti e i relativi protocolli e architetture;</li> <li>- comprendere i problemi organizzativi e gestionali relativi alla sicurezza informatica in ambito aziendale;</li> <li>- comprendere i principi e conoscere le principali tecniche per la realizzazione delle infrastrutture di reti metropolitane e geografiche.</li> </ul>	
35.	Sistemi di telecomunicazione	ING-INF/03	<p>Il corso fornisce alcuni strumenti avanzati per l'analisi e il dimensionamento dei sistemi di telecomunicazione. In particolare, viene introdotto lo strumento della rappresentazione di segnali determinati e aleatori nello spazio generato da funzioni ortogonali. Per lo studio dei segnali in banda passante (radio), si introduce il sistema equivalente in banda base. Si considerano le tecniche di codifica di sorgente e di canale e si inquadrano nell'ambito della teoria dell'informazione. Viene descritta la teoria del ricevitore ottimo, la decodifica di sequenze a massima verosimiglianza, l'equalizzazione lineare in presenza di interferenza di intersimbolo. Il corso prevede esercitazioni Matlab relative alla simulazione e al dimensionamento di un sistema di trasmissione.</p> <p>Competenze acquisite:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Capacità di comprendere gli elementi avanzati di un sistema di trasmissione e di valutarne le prestazioni.</li> <li>- Acquisizione di competenze relative alla teoria e agli aspetti pratici relative all'elaborazione e trasmissione dell'informazione.</li> <li>- Acquisizione di competenze avanzate sulla modellizzazione dei segnali nei sistemi di trasmissione.</li> <li>- Capacità di esporre un argomento teorico in forma logica e autoconsistente, inquadrandolo nel contesto.</li> <li>- Capacità di studiare nuovi argomenti tecnici in forma logica e autoconsistente e in modo autonomo.</li> <li>- Capacità di risolvere nuovi problemi, relative agli argomenti del corso, sulla base delle conoscenze acquisite nell'intero corso di studi.</li> </ul>	

36.	Sistemi elettronici per le alte frequenze	ING-INF/01	<p>Il corso si prefigge di fornire le seguenti conoscenze:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- funzionamento dei sistemi per telecomunicazione a radio-frequenza sia dal punto di vista della loro struttura che degli standard impiegati;</li> <li>- identificazione dei principali fattori di merito dei sistemi a radio-frequenza;</li> <li>- principio di funzionamento di sistemi RFID e comunicazioni tramite link seriale.</li> </ul> <p>Lo studente dovrebbe acquisire le seguenti capacità:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- calcolo delle figure di merito di un sistema RF partendo dai parametri dei singoli blocchi che lo compongono;</li> <li>- progetto a livello di schema a blocchi di un rice-trasmittitore RF;</li> <li>- comprensione dei data-sheet di componenti integrati per sistemi RF.</li> </ul>	
37.	Teoria dei sistemi e del controllo	ING-INF/04	<p>Conoscenze richieste:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Principi base dei sistemi dinamici.</li> <li>- Analisi e sintesi di sistemi dinamici.</li> </ul> <p>Capacità acquisite:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Costruzione e analisi di modelli matematici.</li> <li>- Progetto di sistemi di controllo.</li> <li>- Implementazione di algoritmi di controllo.</li> </ul>	