

UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI NAPOLI FEDERICO II

FACOLTA' DI INGEGNERIA

ANNO ACCADEMICO 2012/2013

GUIDA DELLO STUDENTE

CORSI DI LAUREA MAGISTRALE

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

Napoli, settembre 2012

Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Elettronica (Classe delle Lauree magistrali in Ingegneria Elettronica, Classe LM-29)

Il Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Elettronica si propone di ampliare la formazione impartita nel primo ciclo di studi fornendo gli strumenti conoscitivi necessari per ideare e sviluppare soluzioni tecniche innovative. Questo risultato viene ottenuto anche attraverso un approfondimento degli aspetti teorico-scientifici della matematica, della fisica chimica e delle altre scienze di base, coniugata con la capacità di collegare tali conoscenze con quelle impartite nelle discipline tipiche dell'ingegneria elettronica e delle discipline caratterizzanti l'Information Communication and Technology. In tal modo il laureato magistrale sarà messo in grado di interpretare e descrivere problemi dell'ingegneria complessi, che richiedono un elevato approccio interdisciplinare.

La conoscenza approfondita degli aspetti teorico-scientifici dell'ingegneria, con particolare riguardo a quelli dell'ingegneria elettronica, rende l'ingegnere Magistrale capace di identificare, formulare e risolvere, in modo innovativo, problemi complessi sia nell'area dell'ingegneria dell'informazione e della comunicazione (ICT) sia in altre aree ad alta tecnologia dell'industria, nelle quali la sempre maggiore presenza di sistemi e sottosistemi elettronici rende sempre più rilevante il ruolo ivi svolto dall'ingegnere elettronico.

Oltre alla formazione scientifico - tecnica, il laureato magistrale in Ingegneria Elettronica sarà inoltre dotato di conoscenze di contesto e di capacità trasversali; sarà in grado di utilizzare fluentemente, in forma scritta e orale, almeno una lingua dell'Unione Europea oltre l'italiano.

Gli ambiti professionali tipici per i laureati magistrali della classe sono quelli dell'innovazione e dello sviluppo della produzione, della progettazione avanzata, della pianificazione e della programmazione, della gestione di sistemi complessi, sia nella libera professione sia nelle imprese manifatturiere o di servizi che nelle amministrazioni pubbliche. La pervasività dell'elettronica, sempre più presente in modo significativo in moltissime categorie di prodotti e impianti, fa sì che le competenze dell'ingegnere elettronico siano richieste praticamente in ogni tipo e settore di produzione, in particolare: Imprese di progettazione e produzione di componenti, apparati e sistemi elettronici e optoelettronici per le telecomunicazioni e l'informatica; industrie manifatturiere di ogni tipo per il controllo elettronico di apparati, macchine, processi industriali e per la qualificazione e controllo della qualità dei prodotti; settori delle amministrazioni pubbliche e imprese di servizi, che applicano tecnologie e infrastrutture elettroniche per il trattamento e la trasmissione di segnali in ambito civile, industriale e dell'informazione.

Manifesto Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Elettronica
Classe delle Lauree magistrali in Ingegneria Elettronica, Classe LM-29 - A.A. 2012/2013
Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Elettronica Classe - LM-29.

Insegnamento o attività formativa	Modulo (ove presente)	CFU	SSD	Tipologia (*)	Ambito
I Anno					
Primo Semestre					
Insegnamento (Tab A)		6 o 9		4	Affini/Integrative
Microelettronica		9	ING-INF/01	2	Ingegneria Elettronica
Misure Elettroniche		9	ING-INF/07	2	Ingegneria Elettronica
Secondo Semestre					
Architettura dei Sistemi Integrati		9	ING-INF/01	2	Ingegneria Elettronica
Metodi ed Applicazioni per le Iperfrequenze e l'Ottica		9	ING-INF/02	2	Ingegneria Elettronica
Insegnamento (Tab C1)		9		2	Ingegneria Elettronica
II Anno					
Primo Semestre					
Circuiti Integrati Analogici		9	ING-INF/01	2	Ingegneria Elettronica
Insegnamento ING-INF/01 (Tab. B)		9	ING-INF/01	2	Ingegneria Elettronica
Insegnamento ING-INF/01 (Tab. B)		9	ING-INF/01	2	Ingegneria Elettronica
Insegnamento (Tab C2)		6 o 9		4	Affini/Integrative
Secondo Semestre					
Insegnamento (Tab A o C2) Solo se nelle precedenti scelte sono stati indicati 2 insegnamenti da 6 CFU in luogo di 2 insegnamenti da 9 CFU		6		4	Affini/Integrative
Attività formative per Ulteriori Conoscenze		9		6	
Attività formative a scelta autonoma dello studente		9		3	
Prova finale		12		5	

(*) 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)
	Base	Caratterizzante	Autonome	Affini	Prova finale	Ulteriori Conoscenze	Tirocini

Tabella A Attività formative del Corso di Laurea Magistrale Ingegneria Elettronica in Ambito Affini/Integrative.

Insegnamento	Modulo (ove presente)	Sem	CFU	SSD	Tip (*)	Propedeuticità	Ambito
Chimica		1	6 o 9	CHIM/07	4		Affini/Integrative
Elementi di Analisi Funzionale e Applicazioni		1	6 o 9	MAT/05	4		Affini/Integrative
Fisica dello Stato Solido		1	9	FIS/03	4		Affini/Integrative
Geometria ed Algebra II		1	6	MAT/03	4		Affini/Integrative
Trasmissione del Calore		1	9	ING-IND/10	4		Affini/Integrative

Tabella B Attività formative del Corso di Laurea Magistrale Ingegneria Elettronica in Ambito Ingegneria Elettronica.

Insegnamento	Modulo (ove presente)	Sem	CFU	SSD	Tip (*)	Propedeuticità	Ambito
Circuiti Integrati Optoelettronici (Integrated Photonics)		1	9	ING-INF/01	2		Ingegneria Elettronica
Circuiti per DSP		1	9	ING-INF/01	2		Ingegneria Elettronica
Circuiti Attivi a Microonde e RadioFrequenza		1	9	ING-INF/01	2		Ingegneria Elettronica
Dispositivi e circuiti di potenza (Power Devices and Circuits)		1	9	ING-INF/01	2		Ingegneria Elettronica
Dispositivi e Sistemi Fotovoltaici		1	9	ING-INF/01	2		Ingegneria Elettronica

Tabella C1 Attività formative del Corso di Laurea Magistrale Ingegneria Elettronica in Ambito Ingegneria Elettronica.

Insegnamento	Modulo (ove presente)	Sem	CFU	SSD	Tip (*)	Propedeuticità	Ambito
Componenti e circuiti ottici		2	9	ING-INF/02	2		Ingegneria Elettronica
Misure a Microonde ed Onde Millimetriche		2	9	ING-INF/02	2		Ingegneria Elettronica
Misure per la compatibilità elettromagnetica		2	6	ING-INF/07	2		Ingegneria Elettronica
Sensori e Trasduttori di Misura (**)		2	9	ING-INF/07	2	Misure Elettroniche	Ingegneria Elettronica
Sistemi di misura in Tempo reale (**)		2	9	ING-INF/07	2	Misure Elettroniche	Ingegneria Elettronica
Progetto di Sistemi di Telerilevamento		1	9	ING-INF/02	2		Ingegneria Elettronica

Tabella C2 Attività formative del Corso di Laurea Magistrale Ingegneria Elettronica in Ambito Affini/Integrative.

Insegnamento	Modulo (ove presente)	Sem	CFU	SSD	Tip (*)	Propedeuticità	Ambito
Affidabilità e Qualità		2	9	SECS-S/02	4		Affini/Integrative
Calcolatori Elettronici II		2	6	ING-INF/05	4		Affini/Integrative
Computer Network II		1	6	ING-INF/05	4		Affini/Integrative
Controlli Automatici		1	9	ING-INF/04	4		Affini/Integrative
Elaborazione di Segnali Multimediali		2	9	ING-INF/03	4		Affini/Integrative
Elaborazione numerica dei Segnali		1	6	ING-INF/03	4		Affini/Integrative
Modelli Numerici per i Campi		1	6	ING-IND/31	4		Affini/Integrative
Plasmi e Fusione Termoneucleare Controllata		1	6	ING-IND/31	4		Affini/Integrative
Sistemi Elettrici Industriali		2	6	ING-IND/33	4		Affini/Integrative
Statistica per l'innovazione		1	6	SECS-S/02	4		Affini/Integrative
Teoria dei Circuiti		1	9	ING-IND/31	4		Affini/Integrative
Tecnologie dei Sistemi di Automazione e Controllo		2	9	ING-INF/04	4	Controlli Automatici	Affini/Integrative
Trasmissione Numerica		2	9	ING-INF/03	4		Affini/Integrative

Attività formative del Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Biomedica.

Insegnamento: Affidabilità e Qualità	
Modulo (ove presente suddivisione in moduli):	
CFU: 9	SSD: SECS-S/02
Ore di lezione: 60	Ore di esercitazione: 18
Anno di corso: III	
Obiettivi formativi: Capacità di valutare i rischi di guasto di unità e sistemi tecnologici sia in fase di progetto che di gestione degli stessi. Verifiche di affidabilità e collaudi di durata. Scelta della politica di manutenzione e valutazione del costo per ciclo di vita di unità tecnologiche. Capacità d'impiegare i metodi statistici per la valutazione, il controllo e il miglioramento della qualità dei processi produttivi. Capacità di collaudare la qualità di un lotto di prodotti.	
Contenuti: Fondamenti di Calcolo delle Probabilità. Variabili aleatorie. Funzione affidabilità e sue proprietà. Vita media. Tasso di guasto. Modelli di affidabilità: genesi ed approccio probabilistico. Guasti per deriva e per sollecitazione eccessiva. Modello Sollecitazione Resistenza. Trasformazioni di variabili aleatorie. Metodo dei momenti. Affidabilità di sistemi non riparabili: sistemi serie, parallelo e stand-by. Sistemi di protezione e sicurezza. Alberi dei guasti. Ripartizione dell'affidabilità. Affidabilità di unità riparabili. Disponibilità e manutenibilità. Teoria del rinnovo. Politiche di manutenzione. Studio sperimentale di variabili aleatorie e stima parametrica. Analisi sperimentale dei dati di guasto: stima dell'affidabilità di unità riparabili e non. Campioni completi e censurati Metodo della Massima Verosimiglianza. Metodi grafici: carte di probabilità. Metodi non parametrici. Affidabilità e analisi economica dei guasti. Modelli previsionali di costo per ciclo di vita. Elementi di controllo statistico di processo: carte di controllo, indici di capacità di processo e collaudo in accettazione. Seminari RAMS (Reliability, Availability, Maintainability, Safety).	

Insegnamento: Architettura dei sistemi integrati	
Modulo (ove presente suddivisione in moduli):	
CFU: 9	SSD: ING-INF 01 (Elettronica)
Ore di lezione: 60	Ore di esercitazione: 18
Anno di corso: I	
Obiettivi formativi: Capacità di progettare ed analizzare a livello architeturale, circuitale e fisico circuiti e sistemi digitali VLSI. Conoscenza dei linguaggi per la descrizione dell'hardware. Capacità di utilizzare sistemi di sviluppo per la progettazione assistita al calcolatore di sistemi VLSI. Conoscenza delle tecniche di testing dei sistemi digitali.	
Contenuti: Classificazione dei sistemi integrati: full-custom, basati su celle standard e programmabili. Metodologie di progetto di sistemi integrati. Tecniche di sintesi e di place and-route automatiche. Tecniche di simulazione switch-level. Livelli di interconnessione e parametri parassiti. Ritardi introdotti dalle interconnessioni. Elmore delay. Static timing analysis. Progetto di sistemi combinatori. Progetto e temporizzazione di sistemi sequenziali. Pipelining. Generazione e distribuzione del clock. PLL, DLL. Linguaggi per la descrizione dell'hardware. Il VHDL per la descrizione e la sintesi di sistemi integrati. Circuiti aritmetici: Addizionatori, Unità logico-aritmetiche, Moltiplicatori, Divisori, circuiti per il calcolo di funzioni elementari. Testing dei sistemi integrati CMOS. Tecniche di self-testing. Valutazione della dissipazione di potenza nei sistemi VLSI. Tecniche per la riduzione della dissipazione di potenza.	

Insegnamento: Calcolatori elettronici II	
Modulo (ove presente suddivisione in moduli):	
CFU: 6	SSD: ING-INF/05
Ore di lezione: 32	Ore di esercitazione: 12
Anno di corso: I	

<p>Obiettivi formativi: Il corso si propone di fornire una conoscenza approfondita delle metodologie e strumenti tecnologici per la progettazione di sistemi digitali e delle principali architetture dei sistemi a microprocessore per lo sviluppo dei sistemi informatici di tipo general purpose ed embedded. Il corso fa ampio riferimento agli argomenti trattati nel corso di Calcolatori elettronici I.</p>
<p>Contenuti: Architettura e programmazione dei sistemi a microprocessore: organizzazione di un computer; processori CISC/RISC general e special purpose, in logica cablata e microprogrammata; microcontrollori; repertorio codici operativi e programmazione a basso livello (assembler, C, mista); architettura di principali famiglie di processori commerciali (ARM, Motorola, Intel). Il sistema memoria: gerarchia di memorie; tecnologie delle memorie; architetture delle memorie centrali e cache, il progetto del sistema memoria. Il sistema BUS: bus sincroni, asincroni e protocolli di handshaking; esempi di Bus commerciali. Il sistema I/O: organizzazione dell'I/O; dispositivi di I/O, funzionalità principali e modello di programmazione; driver per il controllo dei dispositivi di I/O; principali periferiche per microcomputer. Progettazione dei sistemi embedded: ciclo di sviluppo e semplice progetto di microsistema per controllo processo. Forme di parallelismo nei sistemi di calcolo: parallelismo a livello istruzione; tecniche di ottimizzazione del codice e compilatori ottimizzati; concetti base delle pipeline e dei processori superscalari; calcolatori vettoriali e sistemi multiprocessore.</p>

Insegnamento: Chimica 6 CFU	
Modulo (ove presente suddivisione in moduli):	
CFU: 6	SSD: CHIM/07
Ore di lezione: 40	Ore di esercitazione: 14
Anno di corso: I	
<p>Obiettivi formativi: Utilizzare in maniera critica alcuni concetti relativi a:</p> <ul style="list-style-type: none"> la costituzione di sistemi materiali allo scopo di mettere in relazione proprietà macroscopiche e costituzione microscopica le trasformazioni di fase allo scopo di individuare i parametri e le equazioni che li governano 	
<p>Contenuti: Le leggi fondamentali della Chimica. Esistenza e caratterizzazione del sistema atomo da evidenze sperimentali. I modelli di E.Rutherford e N.Bohr. Orbitali atomici e configurazioni elettroniche. Il sistema periodico degli elementi. Le proprietà periodiche. Interazioni tra gli atomi. Il potenziale di Lennard-Jones. Il legame covalente. Gli orbitali molecolari. L'ordine di legame. Il legame covalente polare e la geometria delle molecole. Il legame ionico. I cristalli e l'energia reticolare. Il legame metallico. Cenni al modello a bande di energia. I semiconduttori (intrinseci ed estrinseci) e i relativi meccanismi di conduzione.</p> <p>Il modello del sistema gassoso ideale. Il comportamento di miscele gassose. Il modello del sistema gassoso reale. I parametri nell'equazione di van der Waals.</p> <p>La condensazione di un sistema gassoso. La temperatura critica in relazione alle forze intermolecolari. Cenni sulle funzioni di stato termodinamiche. L'entropia: un punto di vista statistico. Approcci termodinamico e cinetico alle trasformazioni di fase e al processo di dissoluzione. Le condizioni di equilibrio. Il diagramma di fase e le sue applicazioni.</p>	

Insegnamento: Chimica 9 CFU	
Modulo (ove presente suddivisione in moduli):	
CFU: 9	SSD: CHIM/07
Ore di lezione: 60	Ore di esercitazione: 14 Ore di laboratorio: 4
Anno di corso: I	
<p>Obiettivi formativi: Utilizzare in maniera critica alcuni concetti relativi a:</p> <ul style="list-style-type: none"> la costituzione di sistemi materiali allo scopo di mettere in relazione proprietà macroscopiche e costituzione microscopica i processi che subiscono i sistemi materiali allo scopo di individuare i parametri e le equazioni che li governano 	
<p>Contenuti: Le leggi fondamentali della Chimica. Esistenza e caratterizzazione del sistema atomo da evidenze sperimentali. I modelli di E.Rutherford e N.Bohr. Orbitali atomici e configurazioni elettroniche. Il sistema periodico degli elementi. Le proprietà periodiche</p> <p>Interazioni tra gli atomi. Il potenziale di Lennard-Jones</p> <p>Il legame covalente. Gli orbitali molecolari. L'ordine di legame. Il legame covalente polare e la geometria delle molecole. Il legame ionico. I cristalli e l'energia reticolare. Il legame metallico. Cenni al modello a bande di energia. I semiconduttori (intrinseci ed estrinseci) e i relativi meccanismi di conduzione.</p> <p>Il modello del sistema gassoso ideale. Il comportamento di miscele gassose. Il modello del sistema gassoso reale. I</p>	

parametri nell'equazione di van der Waals.
 La condensazione di un sistema gassoso. La temperatura critica in relazione alle forze intermolecolari
 Cenni sulle funzioni di stato termodinamiche. L'entropia: un punto di vista statistico
 Approcci termodinamico e cinetico alle trasformazioni di fase e al processo di dissoluzione. Le condizioni di equilibrio
 La velocità di reazione e l'equazione cinetica. Ordine di reazione e molarità. Meccanismo di reazione. La condizione di equilibrio: la legge di azione di massa nel caso di equilibri omogenei ed eterogenei.
 La definizione di acido e di base e di pH. La neutralizzazione.
 Il concetto di semicoppia redox. La cella galvanica. Le reazioni redox spontanee e le celle galvaniche. Il circuito interno ed esterno in una cella galvanica. La scala dei potenziali redox. Il calcolo delle costanti di equilibrio delle reazioni redox da misure di differenza di potenziale. L'elettrolisi. Le leggi di Faraday. Le pile di uso comune. Gli accumulatori. Cenni di corrosione.

Insegnamento: Circuiti attivi a microonde e radiofrequenza	
Modulo (ove presente suddivisione in moduli):	
CFU: 9	SSD: ING-INF/01
Ore di lezione: 60	Ore di esercitazione: 20
Anno di corso: I	
Obiettivi formativi: Fondamenti di progetto degli amplificatori a radiofrequenza e microonde; descrizione del funzionamento e delle caratteristiche dei dispositivi a stato solido utilizzati in tali circuiti.	
Contenuti: Richiami sulle linee di trasmissione e rappresentazione di un doppio bipolo con parametri S. Carta di Smith. Reti di adattamento d'impedenza. Dispositivi attivi per circuiti a microonde: transistor bipolare, MESFET, HEMT. Circuiti equivalenti; reti di polarizzazione; parametri S e analisi dei <i>data sheet</i> . Progetto di amplificatori a microonde. Guadagno di potenza. Criteri di stabilità. Criteri di progetto per amplificatori unilaterali e bilaterali. Rumore negli amplificatori. Progetto di amplificatori a basso rumore. Amplificatori a larga banda. Amplificatori a singolo stadio e multistadio. Amplificatori di potenza. Classificazione degli amplificatori di potenza e studio della distorsione.	

Insegnamento: Circuiti integrati analogici	
Modulo (ove presente suddivisione in moduli):	
CFU: 9	SSD: ING-INF/01
Ore di lezione: 60	Ore di esercitazione: 30
Anno di corso: II	
Obiettivi formativi: Il corso ha come obiettivo l'analisi ed il progetto di circuiti integrati su singolo chip di silicio. Particolare enfasi viene data alle problematiche di layout sul chip dei circuiti ed allo studio delle tecniche di diagnostica avanzate per la caratterizzazione del funzionamento dei dispositivi elettronici. Parte integrante del corso sono esercitazioni numeriche svolte in laboratorio utilizzando simulatori circuitali e tool CAD. Al termine del corso lo studente è in grado di passare, da semplici specifiche di funzionamento alla riprogettazione ed al layout sul silicio di circuito elettronici analogici complessi.	
Contenuti: Richiami su Reti di polarizzazione e stadi amplificatori elementari. Modelli avanzati del transistor MOS. Amplificatore cascode. Carichi non lineari. Circuiti per la generazione di correnti di polarizzazione. Analisi e progetto di circuiti operazionali in tecnologia MOS, bipolare e mista. Stabilizzazione dei circuiti operazionali. Retroazione del modo comune. Riferimenti di tensione. Filtri analogici. Sistemi di conversione A/D e D/. Circuiti a capacità commutate. Tecniche di diagnostica avanzata dei circuiti e dispositivi: termografia, microscopia laser, tecniche elettroottiche.	

Insegnamento: Circuiti integrati optoelettronici (Integrated Photonics)	
Modulo (ove presente suddivisione in moduli):	
CFU: 9	SSD: ING-INF/01
Ore di lezione: 70%	Ore di esercitazione: 30%
Anno di corso: II	
Obiettivi formativi: l'insegnamento si pone come obiettivo di offrire una panoramica, dal punto di vista di sistema e delle applicazioni, dei più recenti progressi nell'ambito della fotonica integrata; con particolare riferimento ai dispositivi optoelettronici in materiali a semiconduttore ed in fibra ottica. Verranno analizzati i principi di funzionamento dei più comuni dispositivi della fotonica integrata, e saranno prese in considerazione applicazioni rivolte, sia alla trasmissione di informazione a portante ottica.	
Contenuti: Gli argomenti trattati saranno: richiami di trasmissione ottica guidata, richiami di fibre ottiche, guide planari in diversi materiali semiconduttori, gli emettitori di luce integrati, dispositivi optoelettronici passivi, dispositivi optoelettronici attivi, fonorivelatori, cenni di tecnologie di realizzazione.	

Insegnamento: Circuiti per DSP	
Modulo (ove presente suddivisione in moduli):	
CFU: 9	SSD: ING-INF/01
Ore di lezione: 50	Ore di esercitazione: 30
Anno di corso: II	
Obiettivi formativi: Conoscenza approfondita delle architetture dei circuiti DSP disponibili commercialmente e dell'ambiente di sviluppo per la loro programmazione. Conoscenza delle problematiche, sia teoriche che pratiche, relative alla implementazione ottimale, in tempo reale, su DSP, dei principali algoritmi di elaborazione digitale dei segnali. Realizzazione di concreti algoritmi di elaborazione dei segnali su circuiti DSP.	
Contenuti: Tecniche di calcolo avanzate in aritmetica a virgola fissa e mobile per la realizzazione di algoritmi di elaborazione dei segnali. Effetti derivanti dalla precisione finita dei segnali: quantizzazione dei coefficienti, prevenzione e gestione dell'overflow, tecniche di rounding. Studio dei circuiti programmabili per l'elaborazione dei segnali (DSP): sistemi di memoria multi-accesso, hardware per calcolo degli indirizzi (buffering circolare, indirizzamento bit-reversal), unità Single Instruction Multiple Data. Utilizzo delle tecniche di pipelining nei circuiti DSP. Hazards nei circuiti DSP. Architetture Very Long Instruction Word (VLIW). Tecniche di ottimizzazione del codice nei circuiti DSP con architetture VLIW: Loop Unrolling, Software Pipelining. Implementazione in tempo reale degli algoritmi di elaborazione nei circuiti DSP: interfacce seriali sincrone (buffered e multi-channel), elaborazione in streaming, elaborazione a blocchi, elaborazione in sistemi operativi real-time. Debugging ed analisi delle prestazioni in tempo reale dei circuiti DSP. Metodologie di in-system debugging.	

Insegnamento: Componenti e Circuiti Ottici	
Modulo (ove presente suddivisione in moduli):	
CFU: 9	SSD: ING-INF/02
Ore di lezione: 50	Ore di esercitazione: 30
Anno di corso: II	
Obiettivi formativi: Il corso si propone di offrire gli elementi per la comprensione dei principi elettromagnetici di funzionamento dei componenti e dei circuiti ottici, basati anche su effetti non lineari, e le loro applicazioni più comuni.	
Contenuti: Elementi di ottica in mezzi anisotropi: introduzione ai concetti fondamentali, agli strumenti teorici per l'analisi della propagazione della radiazione alle frequenze ottiche e descrizione dei principali effetti utili nelle applicazioni. Elementi di olografia. Componenti ottici: principi di funzionamento, descrizione delle strutture e individuazione dei parametri di progetto. Strutture dielettriche guidanti step e graded index (analisi per raggi, analisi modale e WKB), guide periodiche, polarizzatori, beam-splitter, attenuatori, accoppiatori, interferometri, faraday rotators, isolatori, circolatori, multiplexer, demultiplexer, reticoli, filtri, componenti a cristalli liquidi, dispositivi olografici e dispositivi ottici di memorizzazione, scanner.	

Ottica non lineare: relazioni costitutive non lineari e tensore di suscettività; effetti non lineari del secondo ordine: rettificazione ottica, effetto Pockels come effetto non lineare, generazione di seconda armonica, frequency mixing, oscillazione ed amplificazione parametrica; effetti non lineari del terzo ordine; cenni agli effetti non lineari di ordine superiore.

Applicazioni dell'ottica non lineare. Propagazione solitonica.

Cenni alle metodologie e alle tecnologie utilizzate nella realizzazione e caratterizzazione sperimentale di componenti ottici.

Circuiti ottici: analisi e progetto dell'interconnessione fra componenti con l'ausilio di strumenti teorici e numerici. Massima distanza del collegamento dettata dall'attenuazione e dalla dispersione.

Insegnamento: Computer Networks II	
Modulo (ove presente suddivisione in moduli):	
CFU: 6	SSD: ING-INF/05
Ore di lezione: 37	Ore di esercitazione: 22
Anno di corso: II	
Obiettivi formativi: This course aims to provide theoretical and methodological competences on the design and management of computer networks and complex telematics services. The educational objectives are: advanced concepts on quality of service in packet networks; the basic models for the simulation and analysis of computer networks; the techniques for flow and congestion control; the major network architectures for both fixed and wireless networks; the issues of internetworking across complex, multi-domain infrastructures; technologies and methodologies for Traffic Engineering on flow-switched and packet-switched networks; the problems related to the secure and reliable provisioning of communication services; the knowledge of the issues linked to the active and passive network security; the advanced topics related to multicasting.	
Contenuti: Advanced topics on quality of service for networked and multimedia services. Details on common wide area network architectures: Frame Relay, ATM, SONET, WDM, WiMax. Flow and congestion control. Scheduling in packet networks. QoS schemes in the IP architecture. IP over flow-switched networks: ATM, GMPLS. Network design and traffic engineering. Principles and techniques of network management: SNMP, RMON, Policy based management. Service Engineering: Service Level Agreement and Service Level Specification. Specification and design of network protocols. Protocols for Multimedia applications: SDR, RTP, RTSP. IP Telephony: H.323, SIP. Video and Audio Streaming. Security: major security threats. Firewall, intrusion detection and prevention.	

Insegnamento: Controlli automatici	
Modulo:	
CFU: 9	SSD: ING-INF/04
Ore di lezione: 50	Ore di esercitazione: 30
Anno di corso: 3° L3	
Obiettivi formativi: Introdurre lo studente alla progettazione di leggi di controllo in controeazione per sistemi con singolo ingresso e singola uscita e estensione al caso multivariabile. Fornire gli strumenti per la realizzazione digitale di sistemi di controllo.	
Contenuti: Proprietà fondamentali dei sistemi di controllo in controeazione: specifiche di un problema di controllo, funzioni di sensitività. Analisi di sistemi in controeazione: risposta a regime, risposta in transitorio con le carte di Nichols, analisi di robustezza. Progetto di reti correttrici. Taratura di regolatori PID. Sistemi di controllo avanzati: predittore di Smith, controllo cascata, schemi misti feedback+feedforward. Controllori di disaccoppiamento per sistemi multivariabili. Progetto di controllori digitali per discretizzazione e direttamente nel dominio a tempo-discreto. Progetto con metodi analitici. Problemi di realizzazione del controllo digitale: strutturazione dell'algoritmo di controllo, filtraggio anti-aliasing, considerazioni sulla scelta del periodo di campionamento. Discretizzazione dei PID: schemi di anti-windup e bumpless.	

Insegnamento: Dispositivi e circuiti di potenza (Power Devices and Circuits)	
Modulo (ove presente suddivisione in moduli):	
CFU: 9	SSD: ING-INF/01
Ore di lezione: 40	Ore di esercitazione: 40
Anno di corso: II	
Obiettivi formativi: Conoscenza dei principali circuiti per la conversione di potenza, e dei dispositivi a semiconduttore utilizzati nelle applicazioni di potenza – Analisi e progetto degli apparati di potenza con elevato rendimento di conversione – Comprensione e definizione dei limiti di funzionamento sicuro per i diversi dispositivi e circuiti impiegati – Valutazione delle prestazioni - Campi di applicazioni.	
Contenuti: Classi di amplificatori di potenza - La conversione di potenza – Il rendimento di conversione – Potenza dissipata statica e dinamica - circuiti per la conversione di potenza: convertitori DC/DC: Buck, Boost, Bridge – Inverters DC/AC, convertitori AC/AC – Circuiti di pilotaggio – Limiti di funzionamento - Resistenza ed impedenza termica dei dispositivi - Safe Operating Area – Dispositivi di potenza - Rettificatori: diodo PIN, Schottky - Rettificatori controllati: SCR, GTO - Dispositivi bipolari controllati: BJT – Dispositivi con controllo in tensione: MOS – IGBT – Limiti di tensione e corrente dei diversi dispositivi – Comportamento in commutazione – Ratings - Integrazione dei dispositivi di potenza - Materiali e tecnologie innovative per i dispositivi di potenza	

Insegnamento: Dispositivi e Sistemi Fotovoltaici	
Modulo (ove presente suddivisione in moduli):	
CFU: 9	SSD: Ing-Inf/01
Ore di lezione: 60	Ore di esercitazione: 18
Anno di corso: II	
Obiettivi formativi: Fornire conoscenze specialistiche in tutti i settori in cui si articola la “filiera” fotovoltaica: dalla fisica e tecnologia dei dispositivi di I, II e III generazione fino al dimensionamento degli impianti, con particolare enfasi sulle considerazioni di carattere economico e normativo.	
Contenuti: Dispositivi fotovoltaici di I generazione: richiami sulla fisica della giunzione p-n, l'effetto fotovoltaico, interazione tra lo spettro solare ed i semiconduttori, caratteristica tensione-corrente della cella solare mono-giunzione e modello circuitale equivalente.	
Dispositivi fotovoltaici di II generazione: tecnologia dei film sottili, celle monogiunzione silicio amorfo-silicio, celle p-i-n, celle CdTe, celle CIGS, celle doppia giunzione di tipo Tandem, cenni alle celle organiche.	
Dispositivi fotovoltaici di terza generazione: principio di funzionamento delle celle multi-giunzione, limiti teorici, celle triple e celle quaduple, la concentrazione solare.	
Sistemi fotovoltaici: dalle celle ai moduli, dai moduli alle stringhe, dalle stringhe al campo fotovoltaico; sistemi “grid connected” e sistemi “stand alone”.	
Gestione dell'energia prodotta: inverter per il fotovoltaico, inseguimento del punto di massima potenza.	
Normativa: evoluzione del conto energia, calcolo del ritorno economico.	

Insegnamento: Elaborazione Numerica dei Segnali	
CFU: 6	SSD: ING-INF/03
Ore di lezione: 38	Ore di esercitazione: 14
Anno di corso: secondo	
Obiettivi formativi: Acquisire gli strumenti concettuali e matematici per l'elaborazione dei segnali numerici. Saper applicare tali strumenti al progetto di algoritmi per l'elaborazione numerica dei segnali.	
Contenuti: Richiami sulla Z-trasformata. Modelli e strutture realizzative dei filtri numerici. Progetto di filtri numerici. Filtraggio statistico (filtro di Wiener). Predizione lineare. Filtraggio adattativo. Elaborazione <i>multirate</i> di segnali. Algoritmi per l'analisi spettrale numerica. Applicazione ai segnali audio e a problemi tipici delle telecomunicazioni.	

Insegnamento: Elaborazione di Segnali Multimediali	
CFU: 9	SSD: ING-INF/03
Ore di lezione: 52	Ore di esercitazione: 26
Anno di corso: secondo	
Obiettivi formativi: Acquisire gli strumenti concettuali e matematici di base per l'elaborazione di immagini digitali e di sequenze video. Saper applicare tali concetti allo sviluppo di algoritmi per l'elaborazione di segnali multimediali.	
Contenuti: Generalità sulle immagini e sulle principali elaborazioni d'interesse. Immagini a due livelli, a toni di grigio, a colori, multispettrali, a falsi colori. Elaborazioni delle immagini nel dominio spaziale: modifica degli istogrammi, operazioni geometriche, filtraggio morfologico, filtraggio lineare, clustering, segmentazione, classificazione. Trasformata di Fourier bidimensionale e filtraggio nel dominio di Fourier. Analisi a componenti principali. Codifica di segnali multimediali: richiami su quantizzazione e predizione lineare, codifica mediante trasformata, compressione di immagini e di segnali video, cenni sulla compressione di segnali audio. Principali standard (JPEG, MPEG, MP3, AVI). Analisi tempo-frequenza e trasformata wavelet, analisi multirisoluzione, banchi di filtri. Tecniche avanzate per la codifica (standard JPEG2000, codifica video basata su wavelet). Problematiche legate alla trasmissione su rete. Video 3D. Esempi di applicazioni: denoising, protezione del diritto d'autore (watermarking), rivelazione di manipolazioni, restauro (inpainting).	

Insegnamento: Elementi di Analisi Funzionale e Applicazioni	
Modulo (ove presente suddivisione in moduli):	
CFU: 6	SSD: MAT/05
Ore di lezione: 52	Ore di esercitazione: 0
Anno di corso: I	
Obiettivi formativi: Fornire alcuni concetti fondamentali dell'Analisi funzionale, per affrontare lo studio di argomenti specialistici utili per le applicazioni in un contesto avanzato, ed esporre qualche capitolo significativo.	
Contenuti: Spazi metrici, normati, dotati di prodotto interno, norme hilbertiane: gli esempi fondamentali. Spazi di Hilbert, teorema delle proiezioni, sistemi ortonormali completi e serie di Fourier, con esempi significativi. Funzionali lineari e continui, spazi duali, teorema di rappresentazione negli spazi di Hilbert. Operatori lineari e continui, norma, operatori aggiunti ed esempi significativi. Applicazioni al calcolo delle variazioni, estremanti regolari a tratti, equazione di Eulero. Equazioni funzionali, punti fissi, il teorema delle contrazioni ed approssimazioni successive; applicazioni alle equazioni differenziali ordinarie ed alle equazioni integrali. Equazioni funzionali lineari, operatori a codominio chiuso, equazioni di Riesz, spettro degli operatori autoaggiunti negli spazi di Hilbert e teoria di Hilbert-Schmidt, applicazione ai problemi al limiti per le equazioni differenziali ordinarie del II ordine, problema di Sturm-Liouville, autovalori, autofunzioni, funzione di Green.	

Insegnamento: Elementi di Analisi Funzionale e Applicazioni	
Modulo (ove presente suddivisione in moduli):	
CFU: 9	SSD: MAT/05
Ore di lezione: 78	Ore di esercitazione: 0
Anno di corso: I	
Obiettivi formativi: Fornire alcuni concetti fondamentali dell'Analisi funzionale, per affrontare lo studio di argomenti specialistici utili per le applicazioni in un contesto avanzato, ed esporre qualche capitolo significativo.	
Contenuti: Spazi metrici, normati, dotati di prodotto interno, norme hilbertiane: gli esempi fondamentali. Spazi di Hilbert, teorema delle proiezioni, sistemi ortonormali completi e serie di Fourier, con esempi significativi. Funzionali lineari e continui, spazi duali, teorema di rappresentazione negli spazi di Hilbert. Operatori lineari e continui, norma, operatori aggiunti ed esempi significativi. Applicazioni al calcolo delle variazioni, estremanti regolari a tratti, equazione di Eulero. Equazioni funzionali, punti fissi, il teorema delle contrazioni ed approssimazioni successive; applicazioni alle equazioni differenziali ordinarie ed alle equazioni integrali. Equazioni funzionali lineari, operatori a codominio chiuso, equazioni di Riesz, spettro degli operatori autoaggiunti negli spazi di Hilbert e teoria di Hilbert-Schmidt, applicazione ai problemi al limiti per le equazioni differenziali ordinarie del II ordine, problema di Sturm-Liouville, autovalori, autofunzioni, funzione di Green. Cenni sugli spazi di Sobolev e formulazione variazionale di problemi al contorno per le equazioni differenziali, soluzioni nel senso delle distribuzioni. Cenni sul metodo diretto nel calcolo delle variazioni.	

Insegnamento: Fisica dello Stato Solido	
Modulo (ove presente suddivisione in moduli):	
CFU: 9	SSD: FIS/03
Ore di lezione: 50	Ore di esercitazione: 30
Anno di corso: I	
Obiettivi formativi: Il corso intende fornire gli elementi di base della fisica dei solidi con particolare riferimento alla fisica dei metalli, dei semiconduttori e del magnetismo, nonché elementi delle tecniche di caratterizzazione dei materiali.	
Contenuti: Cenni di meccanica quantistica. Coesione di solidi. TECNICHE DI INDAGINE: Diffrazione a raggi X. Microscopie STM-AFM e elettroniche e METALLI: Densità degli stati. Livello di Fermi e funzione di Fermi. Capacità termica elettronica. Legge di Ohm e cammino libero medio. Conduttività in corrente alternata ed alte frequenze. Effetto di un debole potenziale periodico. Gap di energia. Massa efficace. Vibrazioni reticolari. Frequenza di plasma e di Debye. Fononi. Capacità termica del reticolo. Dipendenza dalla temperatura della conduttività dei metalli. SEMICONDUTTORI: Concetto di lacuna. Conduttività elettrica intrinseca. Proprietà di germanio e silicio. Effetto delle impurezze. Legge di azione di massa. Conduttività elettrica di semiconduttori drogati. Effetto Hall. Giunzioni p-n e caratteristica corrente – tensione. Situazioni di non equilibrio. Tempo di ricombinazione e lunghezze di diffusione. MAGNETISMO: Concetti di base ed unità di misura. Regole di Hund e stato fondamentale. Diamagnetismo di Langevin. Paramagnetismo di un sistema di ioni liberi. Campo molecolare e modello di Weiss. Temperatura di Curie. Magnetizzazione spontanea. Paramagnetismo degli elettroni liberi. Fattore di Stoner. Ferromagnetismo degli elettroni liberi. Domini magnetici ed isteresi magnetica. Antiferromagnetismo. Onde di spin e magnoni. SUPERCONDUTTIVITA' : Fenomenologia. Interazione elettrone-fonone. Cenni alle teorie BCS e Strong-Couplig. Materiali superconduttori. Applicazioni.	

Insegnamento: Geometria e Algebra II	
CFU: 6	SSD: MAT/03
Ore di lezione: 35	Ore di esercitazione: 20
Anno di corso: I	
Obiettivi formativi: Approfondire le conoscenze acquisite nel corso di Geometria e Algebra e affrontare questioni più avanzate di algebra lineare di immediato utilizzo nei corsi caratterizzanti, con lo scopo di acquisire adeguate capacità di formalizzazione logica e abilità operativa.	
Contenuti: Forme bilineari reali simmetriche, forme complesse hermitiane e forme quadratiche associate (proprietà fondamentali, disuguaglianze, matrici reali simmetriche e antisimmetriche, matrici complesse hermitiane e antihermitiane, cambiamenti di base, congruenze). Forme bilineari reali simmetriche e basi ortogonali (Teorema di esistenza di una base ortogonale in un campo di caratteristica diversa da due, caso complesso, Teorema di Sylvester). Matrici ortogonali, matrici unitarie e basi ortonormali. Endomorfismi simmetrici (definizioni, teorema spettrale, teorema della base spettrale, espressione matriciale, cambiamenti di base). Endomorfismi unitari, endomorfismi hermitiani. Decomposizione in valori singolari di una matrice complessa. Norme per un endomorfismo. Norme matriciali. Esponenziale di un endomorfismo con applicazioni ai sistemi dinamici. Forma canonica di Jordan: profondità e capostipite di un autovettore, blocchi di Jordan, autospazi generalizzati.	

Insegnamento: Metodi ed applicazioni per le iperfrequenze e l'ottica	
Modulo (ove presente suddivisione in moduli):	
CFU: 9	SSD: ING-INF/02
Ore di lezione: 70	Ore di esercitazione: 20
Anno di corso: 1°	
Obiettivi formativi: Il corso presenta i metodi per lo studio della propagazione elettromagnetica alle iperfrequenze e in ottica necessari per l'analisi e il progetto di circuiti e di sistemi e componenti ottici. I metodi presentati sono applicati in casi di interesse pratico nella progettazione di circuiti tipici di sistemi MIC e in sistemi ottici elementari.	
Contenuti: Richiami di analisi di circuiti a microonde. Matrici di impedenza e di ammettenza, matrice di scattering, matrice ABCD Trasformate di Fourier cilindriche e sferiche, modi in coordinate cilindriche e sferiche.	

Equazioni integrali MFIE, EFIE e CFIE. Metodo dei momenti.
 Metodo alle differenze finite, metodo agli elementi finiti, condizioni di assorbimento.
 Studio di discontinuità su linee e relativa analisi modale.
 Eccitazione di strutture guidanti.
 Adattamento e tuning di circuiti. Trasformatori, trasformatori multisezione e sagomati.
 Accoppiamento tra strutture guidanti e relativa rappresentazione circuitale.
 Accoppiatori di linee uniformi e non, a sezione singola e multi-sezione.
 Divisori di potenza.
 Strutture periodiche, filtri. Filtri realizzati mediante stubs, stepped impedance, linee accoppiate, risuonatori accoppiati.
 Cenni alle linee di trasmissione multi-conduttore.
 Ottica geometrica e soluzione asintotica delle equazioni di Maxwell, derivazione e limiti.
 Teorema di Maxwell, ottica gaussiana. la matrice delle costanti gaussiane.
 Diaframmi pupille ed aperture. Tracciamento dei raggi. Teoria geometrica dei sistemi ottici.
 Aberrazione cromatica e monocromatica, approssimazione parassiale estesa, aberrazioni primarie.
 Elementi di teoria della coerenza, elementi di interferometria e applicazioni. Interferenza per divisione di ampiezza.
 Interferenza per divisione di fronte d'onda.
 Cenni ai raggi complessi
 Elementi di teoria della diffrazione. Approssimazione di Kirkoff. Diffrazione di Fraunhofer. Diffrazione di Fresnel.
 Diffrazione da un semipiano, da una coppia di fessure.
 Teoria geometrica della diffrazione.

Insegnamento: Microelettronica	
Modulo (ove presente suddivisione in moduli):	
CFU: 9	SSD: ING-INF/01
Ore di lezione: 60	Ore di esercitazione: 20
Anno di corso: I	
Obiettivi formativi: Il Corso è rivolto allo studio del funzionamento e della progettazione dei dispositivi utilizzati nei circuiti ad elevata densità di integrazione. Obiettivo del corso non è solo quello di fornire agli studenti le nozioni necessarie al progetto dei dispositivi per circuiti integrati, ma anche quello di illustrare le principali problematiche nella realizzazione dei circuiti VLSI e l'evoluzione della microelettronica.	
Contenuti: Dopo alcuni richiami relativi fondamenti della fisica dei dispositivi a semiconduttore ed ai processi tecnologici alla base della realizzazione dei circuiti integrati, sono illustrate le caratteristiche dei dispositivi attivi più utilizzati nei circuiti ad elevata densità di integrazione, ovvero i transistori bipolari ed i transistori MOS. Sono quindi descritte le principali problematiche relative al progetto di questi dispositivi, con particolare attenzione ai dispositivi di ultima generazione, ed i corrispondenti modelli utilizzati dal programma di simulazione circuitale SPICE. Nell'ultima parte del corso sono illustrate le tecniche e le problematiche relative all'integrazione dei dispositivi nei sistemi VLSI realizzati in tecnologia bipolare, MOS, CMOS e BICMOS.	

Insegnamento: Misure per la Compatibilità Elettromagnetica	
Modulo:	
CFU: 6	ING-INF/07
Ore di lezione frontale: 40	Ore di laboratorio/esercitazione: 20
Anno di corso: 1°	
Obiettivi formativi: Il Corso di propone di fornire allo studente gli strumenti teorici e tecnici per la comprensione dei fenomeni di compatibilità elettromagnetica e delle metodologie di misura mediante lo studio dei principi di funzionamento della strumentazione, dei setup e delle norme tecniche. Durante il corso gli studenti approfondiranno le conoscenze acquisite mediante lo sviluppo di un progetto finalizzato alla verifica sperimentale delle caratteristiche di compatibilità di strumentazione elettronica.	
Contenuti: La direttiva per la Compatibilità Elettromagnetica; Enti preposti alla verifica dei requisiti di Compatibilità; Enti di Normazione e Norme Armonizzate. Il decibel e il suo impiego nella compatibilità elettromagnetica. Ricevitore di picco, quasi-picco, media e valore efficace; Rete per la Stabilizzazione di Impedenza (LISN); Reti di Accoppiamento/Disaccoppiamento (CDN); Sonde di Corrente e di Tensione; Disturbi di modo Differenziale e modo Comune. Norme di immunità e emissione, radiata e condotta. La normativa di esposizione ai campi elettromagnetici ambientali; Sonde, Antenne per la misurazione di campi elettromagnetici. Esecuzione di prove di conformità presso il laboratorio di Compatibilità elettromagnetica; esecuzione di misurazioni di campo elettromagnetico ambientale.	

Insegnamento: Misure elettroniche	
Modulo (ove presente suddivisione in moduli):	
CFU: 9	SSD: ING-INF/07
Ore di lezione: 60	Ore di esercitazione: 18
Anno di corso: I	
<p>Obiettivi formativi: Fornire nozioni specialistiche, teoriche e pratiche, concernenti le misurazioni in ambito elettronico. Informare e formare l'allievo sulle metodologie e procedure di misura e sull'architettura degli strumenti principali, operanti su componenti elettronici passivi e attivi. Mettere in grado l'allievo di utilizzare in maniera critica la strumentazione più diffusa per misurazioni nel dominio del tempo, delle ampiezze e della frequenza, di interpretarne adeguatamente le specifiche tecniche e di presentarne correttamente i risultati ottenuti.</p>	
<p>Contenuti: Metodi per misurazioni di grandezze associate a componenti elettronici passivi (resistenza, impedenza): metodo volt-amperometrico, metodo della caduta di potenziale, metodi di ponte. Metodi per misurazioni di grandezze associate a componenti elettronici attivi, nel dominio del tempo (periodo, frequenza e fase) e delle ampiezze (tensione, corrente, potenza). Approfondimento dell'architettura e delle modalità operative avanzate dei principali strumenti utilizzati nelle misurazioni di grandezze associate a componenti elettronici passivi e attivi: contatori numerici, impedenzimetri numerici, oscilloscopi numerici, voltmetri e multimetri numerici, analizzatori di stati logici. Metodi per l'analisi spettrale analogica. Architettura, principio di funzionamento e modalità di impiego dell'analizzatore di spettro a supereterodina. Metodi per l'analisi spettrale numerica. Architettura, principio di funzionamento e modalità di impiego dell'analizzatore di spettro basato su FFT. Nozioni di sistemi automatici e di acquisizione dati. Nozioni di misure sulle reti di comunicazione.</p>	

Insegnamento: Misure a microonde e a onde millimetriche	
CFU: 9	SSD: ING-INF/02
Ore di lezione: 60	Ore di esercitazione: 18
Anno di corso: 2°	
<p>Obiettivi formativi: Il corso si propone due obiettivi principali. Il primo ha lo scopo di descrivere le principali tecniche di misura ed il principio di funzionamento degli strumenti più comunemente impiegati alle microonde e alle onde millimetriche. Il secondo di addestrare lo studente all'utilizzo dei più comuni strumenti di misura alle microonde ed onde millimetriche, grazie ad esperienze di laboratorio guidate.</p>	
<p>Contenuti: Introduzione ai dispositivi ad N porte lineari e alla loro descrizione elettromagnetica mediante matrice delle impedenze, matrice delle ammettenze, matrice di diffusione e matrice di trasmissione. Dispositivi reciproci, simmetrici, senza perdite e completamente adattati. Proprietà. Teoria dei grafi per la descrizione dei circuiti a microonde ed onde millimetriche e regole elementari per la loro manipolazione. La regola di Mason per la soluzione rapida e generale di un grafo complesso. Richiami sull'adattamento di strutture guidanti e sull'utilizzo per la loro soluzione della carta di Smith: adattamento a $\lambda/4$, a singolo, doppio e triplo stub. Esercitazioni di laboratorio. Adattamento a parametri concentrati e realizzazione di elementi concentrati in strutture stampate operanti alle iperfrequenze. Strutture riflettometriche basate su accoppiatori direzionali o bridge per la caratterizzazione sperimentale a banda larga dei parametri in riflessione. Introduzione alla loro calibrazione. Strutture operanti in trasmissione per la caratterizzazione sperimentale a banda larga dei parametri in trasmissione. Introduzione alla loro calibrazione. Generatori di segnale: principi di funzionamento e loro utilizzo. Misure di potenza e power meter. Analizzatore di reti scalare (SNA) ed analizzatore di reti vettoriale (VNA): principio di funzionamento ed architetture più comuni (accoppiatori/bridge). Le calibrazioni più comuni di un SNA/VNA: calibrazione OSM/OSL, calibrazione 12 termini e calibrazione TSD; calibrazioni TRL, TRM, TRA e LRL, LRM, LRA. Progettazione dei carichi di calibrazione in coassiale. Spettroscopia a banda larga alle microonde ed onde millimetriche. Analizzatore di spettro: principio di funzionamento ed architetture più comuni. Utilizzo di un analizzatore di spettro. Misure nel dominio del tempo. Misure d'antenna e Camera Anecoica Elettromagnetica.</p>	

Insegnamento: Modelli Numerici per i Campi	
Modulo (ove presente suddivisione in moduli):	
CFU: 6	SSD: ING-IND-31
Ore di lezione: 44	Ore di esercitazione: 10
Anno di corso: 2°	
Obiettivi formativi: Insegnare gli aspetti fondamentali della modellistica numerica e fornire gli strumenti di base per la risoluzione con il calcolatore di problemi di campo. Il linguaggio di programmazione MATLAB® è utilizzato nel laboratorio numerico.	
<p>Contenuti: 1. Soluzione di sistemi di equazioni algebriche lineari con metodi diretti e metodi iterativi. Metodi del gradiente. Metodo del gradiente coniugato. Il problema della convergenza. Numero di condizionamento. Analisi dell'errore.</p> <p>2. Soluzione di sistemi di equazioni algebriche non lineari. Iterazione di punto fisso. Metodo di Newton-Raphson. Convergenza. Analisi dell'errore.</p> <p>3. Soluzione di sistemi di equazioni differenziali ordinarie con condizioni iniziali assegnate. Metodi espliciti ed impliciti. Consistenza, stabilità e convergenza. Analisi dell'errore.</p> <p>4. Il problema dell'interpolazione. Integrazione numerica. Convergenza. Analisi dell'errore.</p> <p>5. Formulazioni differenziali di problemi di campo. Il problema delle condizioni al contorno. Metodo delle differenze finite. Metodo dei residui pesati e formulazione debole. Metodo di Galerkin. Metodo della collocazione, metodo dei momenti. Elementi finiti.</p> <p>6. Formulazioni integrali di problemi di campo. Soluzione di equazioni integrali attraverso il metodo dei residui pesati.</p> <p>7. Laboratorio numerico. Soluzione di problemi di campo scalari in una e due dimensioni.</p>	

Insegnamento: Plasmi e Fusione Termonucleare Controllata	
Modulo (ove presente suddivisione in moduli):	
CFU: 6	SSD: ING-IND-31
Ore di lezione: 60	Ore di esercitazione: -
Anno di corso: 2	
Obiettivi formativi: Si tratta di un corso specialistico focalizzato sui fondamenti della fisica dei plasmi e sull'applicazione alla fusione termonucleare controllata.	
<p>Contenuti: 1) Il plasma Definizione di plasma. Frequenza di plasma e lunghezza di Debye. I parametri di un plasma. Moto di una particella carica in un campo elettromagnetico. Descrizione cinetica e descrizione fluida. Equazione di Vlasov. Derivazione delle equazioni per il modello a due fluidi. Modello ad un solo fluido. Accoppiamento con le equazioni di Maxwell. Diffusione e resistività di un plasma.</p> <p>2) Onde in un plasma Oscillazioni di plasma. Onde elettroniche, onde acustiche, onde ioniche. Propagazione elettromagnetica in un plasma magnetizzato e non. Onde magnetoidrodinamiche ed onde magnetosoniche.</p> <p>3) Il modello magneto-idrodinamico (MHD) 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. Equazione di Grad-Shafranov. Stabilità. Le condizioni di stabilità: il principio dell'energia; classificazione delle instabilità.</p> <p>4) La fusione termonucleare controllata Obiettivi della 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.</p> <p>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.</p>	

Insegnamento: Progetto di sistemi di telerilevamento	
Modulo (ove presente suddivisione in moduli):	
CFU: 9	SSD: ING-INF/02
Ore di lezione: 55	Ore di esercitazione: 23
Anno di corso: II	
<p>Obiettivi formativi: Il corso espone le tecniche adottate per definire le specifiche e progettare un sistema di telerilevamento in grado di soddisfare assegnati requisiti degli utenti. Sono presentate le logiche di progettazione dei sensori attualmente disponibili o di prossima operatività. Sono considerate le principali applicazioni dei dati telerilevati.</p> <p>Contenuti: Fase I. Dalle applicazioni ai requisiti di sistema. Modelli di diffusione elettromagnetica per sistemi di telerilevamento. Superfici naturali: Modelli geometrici ed elettromagnetici di superfici aleatorie, approssimazione di Kirchhoff, soluzioni di Ottica Fisica e Ottica Geometrica. Aree vegetate: modelli per strutture stratificate, teoria del trasferimento radiativo. Zone oceaniche: metodo delle piccole perturbazioni. Aree urbane: modelli per la diffusione e diffrazione elettromagnetica da diedri e triedri, Teoria Geometrica della diffrazione. Atmosfera. Simulazione al calcolatore di campi elettromagnetici diffusi. Fase II. Dai requisiti di sistema alle specifiche di sistema Sensori passivi e attivi. Radiometri. Sensori Ottici. Altimetri. Scatterometri. Radar ad Apertura Sintetica: configurazioni Spotlight e Scansar. Simulazione al calcolatore di dati telerilevati. Fase III. Dalle specifiche di sistema alle scelte progettuali Principali caratteristiche progettuali di alcuni sistemi di Telerilevamento esistenti e di prossima realizzazione delle agenzie spaziali: ASI, ESA, NASA. Elaborazione dei dati telerilevati.</p>	

Insegnamento: Sensori e Trasduttori di Misura	
Modulo:	
CFU: 9	SSD: ING-INF/07
Ore di lezione frontale: 60	Ore di laboratorio/esercitazione: 20
Anno di corso: 1°	
<p>Obiettivi formativi: Obiettivo del corso è di fornire la capacità di individuare le caratteristiche metrologiche sia statiche sia dinamiche necessarie al progetto e alla realizzazione di un sistema di misura basato su sensori e trasduttori di misura. Particolare attenzione viene posta sulla progettazione e realizzazione di circuiti di condizionamento del segnale capaci di migliorare le prestazioni dei sensori. Inoltre, il corso si propone di fornire le basi per la realizzazione di sistemi di misura complessi basati su sensori intelligenti per applicazioni di tipo ambientale e industriale.</p> <p>Contenuti: Caratteristiche metrologiche statiche (funzione di taratura, incertezza, sensibilità, risoluzione, linearità e isteresi) e dinamiche (risposta al gradino e risposta in frequenza, tempi caratteristici e banda passante) dei sensori. Il modello del sensore: funzione di conversione, grandezze di influenza, campo di misura, campo di variabilità dell'uscita. Il funzionamento in regime stazionario e dinamico. Sensori di temperatura: termoresistenze, termistori e termocoppie. Sensori di deformazione: estensimetri metallici e a semiconduttore. Sensori di accelerazioni e vibrazioni. Sensori di pressione e microfoni. Sensori di velocità lineare e angolare. Condizionamento dei sensori: scopi e criteri di progetto. Sensori Intelligenti basati su microcontrollore. Web Sensors. Il monitoraggio su larga scala attraverso le reti distribuite di sensori. Realizzazione di una rete di sensori secondo le linee guida dello Standard IEEE 1451. Il problema della raccolta e dell'elaborazione dei dati. Esperienze pratiche di Laboratorio.</p>	

Insegnamento: Sistemi Elettrici Industriali	
Modulo (ove presente suddivisione in moduli): -	
CFU: 6	SSD: ING-IND/33
Ore di lezione: 44	Ore di esercitazione: 10
Anno di corso: I	

<p>Obiettivi formativi: L'obiettivo del corso è introdurre gli allievi ai criteri della progettazione ed alle problematiche dell'esercizio degli Impianti Elettrici Industriali. L'insegnamento si propone di ampliare la formazione di base nel settore della tecnica elettrica attraverso la presentazione delle caratteristiche tecnologico-applicative dei componenti e la definizione degli aspetti metodologici propri della progettazione degli Impianti Elettrici Industriali.</p> <p>Contenuti: Generalità sui Sistemi Elettrici per l'Energia. Criteri per la progettazione ed esigenze di esercizio dei sistemi elettrici industriali. Componenti dei sistemi elettrici industriali. Strutture elettriche per l'interfacciamento, la trasformazione e la distribuzione. Metodologie di analisi e di sintesi. Sistemi di protezione. Laboratorio sperimentale di sistemi elettrici industriali.</p>

Insegnamento: Sistemi di Misura in Tempo Reale	
Modulo: Sistemi di Misura in Tempo Reale	
CFU: 9	SSD: ING-INF/07
Ore di lezione frontale: 40	Ore di laboratorio/esercitazione: 40
Anno di corso: 1°	
<p>Obiettivi formativi: Obiettivo del corso è quello di fornire allo studente la capacità di affrontare le problematiche connesse con l'elaborazione in tempo reale dei segnali di misura. Inoltre, il corso si propone di fornire le basi per la progettazione e la realizzazione di sistemi di misura distribuiti basati su sensori intelligenti rivolti alle applicazioni sia di tipo ambientale che industriale.</p> <p>Contenuti: Il corso descrive ed analizza le possibili architetture dei sistemi di misura basati sull'impiego dei DSP, ponendo particolare attenzione alle sezioni di acquisizione dati e di generazione degli stimoli di misura. Descrive, inoltre, i principali algoritmi di condizionamento del segnale implementati su piattaforme DSP per la realizzazione di "sensori intelligenti" con interfaccia seriale asincrona (RS232C e RS422C) e sincrona (SPI ed I2C). Analizza le connessioni wireless utilizzate per la realizzazione di sistemi di misura distribuiti, dando particolare rilievo agli aspetti legati al loro consumo. Termina con la realizzazione di un sistema di misura distribuito operante in tempo reale orientato alla disseminazione su rete geografica dei segnali provenienti da sensori di svariate grandezze fisiche (temperatura, pressione, accelerazione, inclinazione, ...) interconnessi usando moduli di comunicazione wireless a basso consumo.</p>	

Insegnamento: Statistica per l'innovazione	
CFU: 6	SSD:
Ore di lezione:	Ore di esercitazione:
Anno di corso: 2°	
<p>Contenuti: <u>Complementi sulle variabili aleatorie e teoria dei valori estremi.</u> Densità di rischio e periodo di ritorno. Modelli di variabili aleatorie deducibili dall'Esponenziale: Gumbel e Weibull. Grafici di probabilità. Applicazioni al controllo di fenomeni naturali.</p> <p><u>Metodo Monte Carlo.</u> Generazione di determinazioni di una v.a. Uniforme. Generazione di determinazioni di una v.a. con Cdf invertibile analiticamente. Generazione di determinazioni di una v.a. con Cdf non invertibile analiticamente. Applicazioni. Accuratezza del metodo e numero di pseudo-esperimenti.</p> <p><u>Progettazione degli esperimenti e analisi della varianza.</u> Approccio "classico" ed approccio "statistico". Piano casualizzato completamente. Piano casualizzato a blocchi. Quadrati latini e greco-latini. Analisi della varianza ad una via e a due vie. Analisi delle interazioni tra fattori. Stima degli effetti.</p> <p><u>Progettazione robusta e innovazione.</u> Significato di progettazione robusta e innovazione. Valutazione economica della variabilità. Funzioni di perdita. Piani ortogonali ridotti. Confusione degli effetti. Piani incrociati. Superfici di risposta e curve di livello. Funzione segnale-rumore. Metodo Taguchi. Applicazione all'innovazione di prodotto.</p> <p><u>Analisi di regressione.</u> Regressione lineare semplice. Metodo dei minimi quadrati. Test di dipendenza lineare. Test d'ipotesi ed intervalli di confidenza dei parametri e della risposta. Controllo dei valori anomali e dei residui.</p> <p><u>Esperimenti di statistica.</u> <i>Tube di Galton.</i> Applicazioni all'analisi della varianza ed alla stima degli effetti di fattori di progetto. <i>Catapulte romana.</i> Applicazioni del metodo Taguchi all'ottimizzazione e/o innovazione di prodotti. <i>Red Beads.</i> Applicazioni alla stima e controllo della variabilità fisiologica delle prestazioni (di lavoratori, di prodotti e di processi).</p> <p><i>Funnel.</i> applicazioni alla valutazione dell'efficacia di interventi gestionali sulle prestazioni di processi produttivi. Analisi dei dati sperimentali con Excel.</p> <p><u>Elementi di total quality management.</u> Significato di qualità totale. Evoluzione storica. I principi fondamentali della qualità totale. I 14 punti di Deming. Analisi critica di casi applicativi.</p>	

Insegnamento: Tecnologie dei sistemi di automazione e controllo	
Modulo: Tecnologie dei sistemi di automazione e controllo	
CFU: 9	SSD: ING-INF/04
Ore di lezione: 50	Ore di esercitazione: 30
Anno di corso: 2°	
Obiettivi formativi: Il corso ha lo scopo di educare lo studente alle problematiche di progettazione hardware e software di sistemi di controllo ed automazione industriale. E' prevista la sperimentazione diretta delle fasi salienti della progettazione e della realizzazione di sistemi di automazione e di sistemi di controllo per alcune tipologie di processi industriali riprodotti in laboratorio.	
Contenuti: <ul style="list-style-type: none"> • Sensori e attuatori. • Condizionamento e conversione dei segnali. • Regolatori PID: leggi di controllo, taratura manuale e automatica, problemi implementativi, realizzazione digitale. • Dispositivi di controllo: architetture e requisiti. • Programmazione dei controllori a logica programmabile: lo standard IEC 61131-3. • Sistemi di supervisione controllo e acquisizione dati (SCADA). • Ciclo di sviluppo dei sistemi di automazione. • Metodologie per la progettazione del controllo logico/sequenziale. • Programmazione di microcontrollori. 	

Insegnamento: Teoria dei Circuiti	
Modulo (ove presente suddivisione in moduli):	
CFU: 9	SSD: ING-IND-31
Ore di lezione: 48	Ore di esercitazione: 32
Anno di corso: 2°	
Obiettivi formativi: Arricchire il bagaglio di strumenti e metodologie di analisi dei circuiti, illustrare gli aspetti di base della teoria dei circuiti non lineari, sviluppare la capacità di analisi qualitativa e numerica dei circuiti, introdurre le principali fenomenologie non lineari	
Contenuti: Una rivisitazione del modello circuitale, elementi circuitali e proprietà, soluzione analitica e numerica. Teoria dei grafi, matrici topologiche e relazioni, formulazione delle equazioni circuitali. Circuiti non lineari 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. Laboratorio numerico con analisi SPICE e MATLAB di circuiti a dinamica complessa, identificazione di modelli ridotti, ottimizzazione nel design circuitale. Laboratorio di circuiti su circuiti a dinamica complessa, sincronizzazione e controllo.	

Insegnamento: Trasmissione del calore	
Modulo (ove presente suddivisione in moduli):	
CFU: 9	SSD: ING-IND/10
Ore di lezione: 45	Ore di esercitazione: 45
Anno di corso: I	
Obiettivi formativi: Il modulo fornisce le conoscenze fondamentali della trasmissione del calore, evidenziandone gli aspetti applicativi. L'allievo deve sapere impostare e risolvere problemi di trasmissione del calore, avviandosi all'utilizzo di strumenti e di metodi propri di una formazione tecnica a largo spettro.	

Contenuti: Bilanci di massa ed energia per sistemi chiusi e aperti. Introduzione ai meccanismi di trasmissione del calore. Conduzione: Generalità. Regime stazionario monodimensionale. Sistemi alettati. Regime stazionario bidimensionale e tridimensionale. Regime non stazionario. Irraggiamento: Generalità. Definizioni di base. Corpo nero. Caratteristiche radiative delle superfici. Scambio termico radiativo. Convezione: Introduzione. Equazioni di continuità, della quantità di moto, dell'energia. Gruppi adimensionali per la convezione forzata. Il concetto di strato limite. Strato limite per flusso esterno e interno. Convezione forzata in regime laminare su piastra piana. Convezione forzata in regime laminare in condotti. Convezione forzata in regime turbolento. Convezione forzata: flusso all'esterno di superfici. Convezione naturale.	
Docente:	
Codice:	Semestre: 1
Prerequisiti/Propedeuticità: Nessuna	
Metodo didattico: Lezioni ed esercitazioni	
Materiale didattico: R. Mastrullo, P. Mazzei; V. Naso, R. Vanoli, Fondamenti di trasmissione del calore – Volume primo, Liguori editore. O. Manca, V. Naso, Complementi di trasmissione del calore, E.DI.SU. "NA 1" editore. O. Manca, V. Naso, Applicazioni di trasmissione del calore, E.DI.SU. "NA 1" editore.	
Modalità di esame: Colloquio finale	

Insegnamento: Trasmissione numerica	
Modulo:	
CFU: 9	SSD: ING-INF/03
Ore di lezione: 63	Ore di esercitazione: 18
Anno di corso: 1°	
Obiettivi formativi: Acquisire familiarità con i fondamenti teorici della trasmissione, le principali metodologie di progetto e di analisi, e la conoscenza delle principali tecniche di modulazione e codifica numeriche.	
Contenuti: Rappresentazione complessa di segnali passabanda. Caratterizzazione del rumore, rumore bianco. Cifra di rumore, temperatura di rumore, link budget. Trasmissione analogica: modello di sistema di comunicazione analogico, Tecniche di modulazione analogica (DSB,AM,SSB,VSB, FM). Modello di sistema di comunicazioni numeriche. Modulazioni numeriche senza memoria. Sintesi ed analisi del ricevitore ottimo in AWGN: caso coerente e non coerente. Ricevitori a correlazione e a filtri adattati. Capacità per canali senza memoria. Confronto tra le tecniche di modulazione. Trasmissione su canale AWGN a banda limitata: interferenza intersimbolica, diagramma ad occhio, criteri di Nyquist. Stima di sequenze a massima verosimiglianza: algoritmo di Viterbi. Equalizzazione: criterio zero-forcing e MMSE. Codici lineari a blocco. Codici ciclici. Codici convoluzionali.	

Calendario delle attività didattiche per l'a.a. 2012/2013

1° semestre Inizio e fine corsi	24/09/2012 – 21/12/2012
Finestra Esami	22/12/2012 – 02/03/2013
2° semestre Inizio e fine corsi	04/03/2013 - 07/06/2013
Finestra Esami	08/06/2013 – 03/08/2013
Finestra Esami	26/08/2012 - 28/09/2013

Referenti del Corso di Studi

Presidente del Consiglio dei Corsi di Studio in Ingegneria Elettronica è il Professore Giovanni Breglio – Dipartimento di Ingegneria Biomedica, Elettronica e delle Telecomunicazioni - tel. 081/7683128 - e-mail: giovanni.breglio@unina.it

Referente del Corso di Laurea per il Programma SOCRATES/ERASMUS è il Professore Niccolò Rinaldi – Dipartimento di Ingegneria Biomedica, Elettronica e delle telecomunicazioni - tel. 081/7683517 - e-mail: rinaldi@diesun.die.unina.it.

Responsabile del Corso di Laurea per i tirocini è il Professore Niccolò Rinaldi - Dipartimento di Ingegneria Biomedica, Elettronica e delle telecomunicazioni - tel 081/7683517 - e-mail: rinaldi@diesun.die.unina.it.