

Corso di Laurea in Ingegneria delle Telecomunicazioni (Classe delle lauree in Ingegneria dell'Informazione – n. 9)

La laurea in Ingegneria delle Telecomunicazioni (TLC) ha l'obiettivo di formare una figura di ingegnere capace di inserirsi in realtà produttive molto differenziate e caratterizzate da rapida evoluzione. Il laureato in Ingegneria delle Telecomunicazioni dovrà essere in grado di operare nei settori della pianificazione, progettazione, realizzazione, gestione e esercizio di apparati, sistemi e infrastrutture per l'acquisizione locale e/o remota, il trasporto a distanza, la diffusione e il trattamento dei segnali e dell'informazione.

Tale figura professionale trova significative prospettive occupazionali in enti pubblici e privati, in società di ingegneria e in imprese manifatturiere, di servizi e di gestione, operanti non solo nei campi specifici delle telecomunicazioni e della telematica, ma ovunque sia presente il problema della gestione e del trasporto dell'informazione.

La formazione professionale del laureato in Ingegneria delle Telecomunicazioni richiede l'acquisizione delle capacità necessarie per la progettazione, la produzione, e l'esercizio di apparati per la trasmissione, la propagazione e la ricezione del segnale elettromagnetico; per l'analisi e la sintesi di segnali di informazione e la progettazione e la produzione di sistemi per la loro elaborazione; per la progettazione, l'organizzazione e la gestione di reti telematiche in cui tali apparati e sistemi sono integrati. Ne deriva che un laureato in Ingegneria delle Telecomunicazioni deve coniugare solide conoscenze di base di tipo metodologico, tecnico e scientifico con specifiche competenze professionalizzanti. Più in dettaglio, deve conoscere adeguatamente gli aspetti metodologico-operativi delle scienze di base; conoscere gli aspetti metodologico-operativi delle scienze dell'ingegneria, con particolare riguardo alle telecomunicazioni; essere capace di condurre esperimenti e di analizzarne e interpretarne i dati; conoscere i principali processi economici di impresa.

CURRICULA

Ai sensi dell'art.9 comma 4 del D.M. n.509 del 3/11/99, tutti i Crediti Formativi Universitari (CFU) acquisiti nell'ambito dei presenti curricula saranno riconosciuti validi per l'eventuale prosecuzione degli studi nella Classe delle lauree specialistiche in Ingegneria delle Telecomunicazioni (Classe 30/S) presso questa Facoltà di Ingegneria.

Insegnamento	Modulo	Settore scientifico – disciplinare	CFU	Attività formativa (#)	Propedeuticità
I Anno – 1° Semestre					
Analisi matematica I	Analisi matematica I	MAT/05	9	a	Nessuna
Fisica generale I	Fisica generale I	FIS/01	6	a	Nessuna
Elementi di informatica	Elementi di informatica	ING-INF/05	6	a	Nessuna
Geometria e algebra	Geometria e algebra	MAT/03	6	a	Nessuna
I Anno – 2° Semestre					
Analisi matematica II	Analisi matematica II	MAT/05	6	a	Analisi matematica I
Fisica generale II	Fisica generale II	FIS/01	6	a	Fisica generale I
	Ulteriori abilità di Fisica	FIS/01	3	a	
Economia e organizzazione aziendale	Economia e organizzazione aziendale	ING-IND/35	6	c	Nessuna
Calcolatori elettronici I	Calcolatori elettronici I	ING-INF/05	6	b	Elementi di informatica
II Anno – 1° Semestre					
Metodi matematici per l'ingegneria	Metodi matematici per l'ingegneria	MAT/05	6	c	Analisi matematica II
Introduzione ai circuiti	Introduzione ai circuiti	ING-IND/31	6	c	Analisi matematica II Fisica generale II
Fondamenti di sistemi dinamici	Fondamenti di sistemi dinamici	ING-INF/04	6	b	Analisi matematica II Fisica generale II
Teoria dei segnali	Teoria dei segnali	ING-INF/03	6	b	Analisi matematica II Geometria e algebra
	Laboratorio di Telecomunicazioni	ING-INF/03	3	b	

II Anno – 2° Semestre					
Fondamenti di reti di telecomunicazioni	Fondamenti di reti di telecomunicazioni	ING-INF/03	6	b	Analisi matematica II Geometria e algebra
Fondamenti di misura	Fondamenti di misura	ING-INF/07	6	b	Introduzione ai circuiti
Teoria dei fenomeni aleatori	Teoria dei fenomeni aleatori	ING-INF/03	6	b	Analisi matematica II Geometria e algebra
Propagazione guidata	Propagazione guidata	ING-INF/02	6	b	Analisi matematica II Fisica generale II
Elettronica analogica	Elettronica analogica	ING-INF/01	6	b	Introduzione ai circuiti
III Anno					
Insegnamento curriculare a scelta	Modulo curriculare a scelta		6	a/b	
III Anno – 1° Semestre					
Comunicazioni elettriche	Comunicazioni elettriche	ING-INF/03	6	b	Teoria dei segnali Teoria dei fenomeni aleatori Metodi matematici per l'ingegneria
Campi elettromagnetici	Campi elettromagnetici	ING-INF/02	6	b	Propagazione guidata
	Laboratorio di Campi elettromagnetici	ING-INF/02	3	b	
Programmazione I	Programmazione I	ING-INF/05	6	b	Elementi di informatica
Elettronica digitale	Elettronica digitale	ING-INF/01	6	b	Introduzione ai circuiti
III Anno – 2° Semestre					
Insegnamento curriculare obbligatorio	Modulo curriculare obbligatorio		6	b	
Insegnamento curriculare a scelta	Modulo curriculare a scelta		3	a/b	
	Lingua inglese		3	e	
	Ulteriori conoscenze		9	f	
	A scelta autonoma dello studente		9	d	
	Prova finale		6	e	

(#) Ai sensi dell'Art. 10 comma 1 del D.M n. 509 del 3/11/1999: a = di base; b = caratterizzanti; c = affini o integrative; d = a scelta autonoma dello studente; e = prova finale e lingua straniera; f = ulteriori conoscenze.

Curriculum Telematica

Insegnamento	Modulo	Settore scientifico - disciplinare	CFU	Attività formativa (#)	Propedeuticità
Reti di calcolatori I <i>oppure</i> Trasmissione numerica	Reti di calcolatori I <i>oppure</i> Trasmissione numerica	ING-INF/05 ING-INF/03	6 6	b b	Programmazione I Teoria dei segnali Teoria dei fenomeni aleatori Metodi matematici per l'ingegneria

Lo studente scelga moduli per 9 CFU fra i seguenti:

Insegnamento	Modulo	Settore scientifico - disciplinare	CFU	Attività formativa (#)	Propedeuticità
Telematica	Telematica	ING-INF/03	6	b	Fondamenti di reti di telecomunicazioni
Sistemi operativi	Sistemi operativi	ING-INF/05	6	b	Calcolatori elettronici I
Fondamenti di sistemi di telecomunicazione	Fondamenti di sistemi di telecomunicazione	ING-INF/03	6	b	Comunicazioni elettriche
Reti di telecomunicazioni mobili	Reti di telecomunicazioni mobili	ING-INF/03	3	b	Fondamenti di reti di telecomunicazioni.
Sistemi di telecomunicazioni mobili	Sistemi di telecomunicazioni mobili	ING-INF/03	3	b	Fondamenti di reti di telecomunicazioni.
Laboratorio di Misure	Laboratorio di Misure	ING-INF/07	3	b	Fondamenti di misura Teoria dei segnali
Ricerca operativa	Ricerca operativa	MAT/09	6	a	Analisi matematica I

Curriculum Trasmissione

Insegnamento	Modulo	Settore scientifico - disciplinare	CFU	Attività formativa (#)	Propedeuticità
Antenne e propagazione <i>oppure</i> Trasmissione numerica	Antenne e propagazione <i>oppure</i> Trasmissione numerica	ING-INF/02 ING-INF/03	6 6	b b	Campi elettromagnetici Teoria dei segnali Teoria dei fenomeni aleatori Metodi matematici per l'ingegneria

Lo studente scelga moduli per 9 CFU fra i seguenti:

Insegnamento	Modulo	Settore scientifico - disciplinare	CFU	Attività formativa (#)	Propedeuticità
Sistemi di telecomunicazioni mobili	Sistemi di telecomunicazioni mobili	ING-INF/03	3	b	Fondamenti di reti di telecomunicazioni.
Reti di telecomunicazioni mobili	Reti di telecomunicazioni mobili	ING-INF/03	3	b	Fondamenti di reti di telecomunicazioni.
Misure per telecomunicazioni	Misure per telecomunicazioni	ING-INF/07	3	b	Fondamenti di misura Teoria dei segnali
Laboratorio di misure	Laboratorio di misure	ING-INF/07	3	b	Fondamenti di misura Teoria dei segnali
Telerilevamento e diagnostica elettromagnetica	Telerilevamento e diagnostica elettromagnetica	ING-INF/02	6	b	Propagazione guidata Teoria dei segnali
Elettronica delle telecomunicazioni	Elettronica delle telecomunicazioni	ING-INF/01	6	b	Nessuna
Ricerca operativa	Ricerca operativa	MAT/09	6	a	Analisi matematica I

Attività formative del Corso di Laurea in Ingegneria delle Telecomunicazioni.

Insegnamento: Analisi matematica I

Modulo didattico	SSD	Af	Anno	CFU
Analisi matematica I	MAT/05	a	I	9

Modalità di insegnamento: Lezione **Ore impegno docente:** 40 **Ore impegno studente:** 140

Modalità di insegnamento: Esercitazione **Ore impegno docente:** 25 **Ore impegno studente:** 65

Modalità di insegnamento: Laboratorio **Ore impegno docente:** 15 **Ore impegno studente:** 20

Obiettivi formativi:

Fornire i concetti fondamentali, in vista delle applicazioni, relativi al calcolo infinitesimale, differenziale e integrale per le funzioni reali di una variabile reale; fare acquisire adeguate capacità di formalizzazione logica e abilità operativa consapevole.

Contenuti:

Numeri reali. Numeri complessi. Funzioni elementari nel campo reale. Equazioni e disequazioni. Limiti delle funzioni reali di una variabile reale: proprietà dei limiti, operazioni con i limiti e forme indeterminate, infinitesimi, infiniti, calcolo di limiti. Funzioni continue: proprietà e principali teoremi. Calcolo differenziale per funzioni reali di una variabile reale: funzioni derivabili e significato geometrico della derivata, il differenziale, principali teoremi del calcolo differenziale, estremi relativi e assoluti, criteri di monotonia, funzioni convesse e concave, studio del grafico, formula di Taylor. Integrazione indefinita: primitive e regole di integrazione indefinita. Calcolo integrale per le funzioni continue in un intervallo compatto: proprietà e principali teoremi, area del rettangoloide, teorema fondamentale del calcolo integrale, calcolo di integrali definiti. Successioni e serie numeriche, serie geometrica, serie armonica.

Propedeuticità: Nessuna.

Prerequisiti: Nessuno.

Modalità di accertamento del profitto: Prove applicative in itinere e/o prova finale; colloquio.

Insegnamento: Analisi matematica II

Modulo didattico	SSD	Af	Anno	CFU
Analisi matematica II	MAT/05	a	I	6

Modalità di insegnamento: Lezione **Ore impegno docente:** 30 **Ore impegno studente:** 106

Modalità di insegnamento: Esercitazione **Ore impegno docente:** 22 **Ore impegno studente:** 44

Obiettivi formativi:

Fornire i concetti fondamentali, in vista delle applicazioni, relativi sia al calcolo differenziale e integrale per le funzioni reali di più variabili reali, sia alle equazioni differenziali ordinarie; fare acquisire abilità operativa consapevole.

Contenuti:

Successioni e serie di funzioni nel campo reale. Funzioni reali e vettoriali di più variabili reali: limiti, continuità e principali teoremi. Calcolo differenziale per le funzioni reali di più variabili reali: differenziabilità, teoremi fondamentali del calcolo differenziale, formula di Taylor. Estremi relativi e assoluti: condizioni necessarie, condizioni sufficienti. Integrali doppi e tripli di funzioni continue su insiemi compatti, formule di riduzione e cambiamento di variabili. Curve e superfici regolari, retta e piano tangenti, lunghezza di una curva e area di una superficie. Integrali curvilinei e integrali superficiali. Forme differenziali a coefficienti continui e integrali curvilinei di forme differenziali. Campi vettoriali gradienti, campi vettoriali irrotazionali. Teoremi della divergenza e di Stokes nel piano e nello spazio. Equazioni differenziali del primo ordine a variabili separabili, equazioni differenziali lineari, risoluzione delle equazioni differenziali lineari a coefficienti costanti.

Propedeuticità: Analisi matematica I.

Prerequisiti: Geometria e algebra.

Modalità di accertamento del profitto: Prove applicative in itinere e/o prova finale; colloquio.

Insegnamento: Antenne e propagazione

Modulo didattico	SSD	Af	Anno	CFU
Antenne e propagazione	ING-INF/02	b	III	6
Modalità di insegnamento: Lezione	Ore impegno docente: 46		Ore impegno studente: 138	
Modalità di insegnamento: Esercitazione	Ore impegno docente: 2		Ore impegno studente: 4	
Modalità di insegnamento: Laboratorio	Ore impegno docente: 16		Ore impegno studente: 8	

Obiettivi formativi:

Sono presentate le caratteristiche, i parametri e le tecniche di analisi di semplici sistemi radianti ai fini di un collegamento radio. Vengono inoltre presentati gli elementi fondamentali per lo studio della propagazione in presenza di idrometeore ed elevate concentrazioni di gas, nonché gli elementi di base per lo studio della propagazione in ambiente urbano.

Contenuti:

Teoremi di equivalenza, delle immagini e di reciprocità. Parametri in ricezione delle antenne. Formula del collegamento in spazio libero. Valutazione asintotica di integrali.

Gli array di antenne: principio di funzionamento, array lineari, array broadside, scansione del fascio, reti di alimentazione, esempio di array multifascio, array planari.

Le antenne filiformi: derivazione dell'equazione di Pocklington, equazione di Halen e sua soluzione, caratteristiche al variare di lunghezza e frequenza, dipoli compensato, antenne dual frequency e dipolo ripiegato. Antenna Yagi.

Le antenne a riflettore: espansione in onde piane, ottica geometrica, ottica fisica (cenni). Efficienza di una antenna a singolo riflettore. Antenne Cassegrain ed offset. Confronto tra le diverse tipologie.

Scattering da una striscia metallica: interpretazione e rilevanza dei contributi a fase stazionaria e degli 'end point'. Applicazione allo studio della propagazione in ambiente urbano (cenni).

Collegamenti in presenza di piccoli ostacoli (idrometeore, molecole di vapor d'acqua...) : valutazione delle relative attenuazioni addizionali, scelta delle frequenze.

Temperatura di rumore di una antenna. Cenni alle tecniche di diagnostica elettromagnetica.

Propedeuticità: Campi elettromagnetici.

Prerequisiti: Nessuno.

Modalità di accertamento del profitto: Colloquio mirato ad accertare la padronanza dello studente delle tecniche di analisi di semplici sistemi radianti e di alcune metodi per lo studio della propagazione dei campi e.m.

Insegnamento: Calcolatori elettronici I

Modulo didattico	SSD	Af	Anno	CFU
Calcolatori elettronici I	ING-INF/05	b	I	6
Modalità di insegnamento: Lezione	Ore impegno docente: 35		Ore impegno studente: 105	
Modalità di insegnamento: Esercitazione	Ore impegno docente: 20		Ore impegno studente: 40	
Modalità di insegnamento: Laboratorio	Ore impegno docente: 5		Ore impegno studente: 5	

Obiettivi formativi:

Fornire le conoscenze di base relative a:

Architettura dei calcolatori elettronici (componenti di un calcolatore e loro interconnessioni).

Linguaggio del processore (istruzioni del processore e programmazione in linguaggio assembler).

Contenuti:

Elementi di algebra di Boole. Le funzioni di due variabili. Funzioni Booleane generalizzate. Insiemi funzionalmente completi. Reti combinatorie. Reti unilaterali. Porte elementari. Automa a stati finiti: grafo e tabella. Moore e Mealy. Macchine sequenziali. Flip-flop: generalità. Contatori e registri a scorrimento: funzionalità. Tecniche locali di sincronizzazione. Porte di parola. Porte abilitanti. Bus. OR di bus. Multiplexer. Multiplexer binario. Demultiplexer. Registri a scorrimento. Trasferimenti tra registri. Trasferimenti paralleli e seriali. Macchine per il trattamento di codici. Generalità sui codici. Codifica diretta e indiretta. Esempi di codici. La rappresentazione dei numeri. Le macchine aritmetiche (cenni). Calcolatore Elettronico: sottosistemi e architettura. Il processore. La memoria centrale. Il sottosistema di I/O. Le memorie. L'unità logico-aritmetica. Tipi di dato. L'unità di controllo. Linguaggio macchina e linguaggio assembler. Tecniche di indirizzamento. Codifica delle Istruzioni. Processori CISC e RISC (cenni). Linguaggio Assembler. Assemblaggio ed esecuzione di programmi in linguaggio assembler. Simulatore di processore MC68000. Sottoprogrammi in linguaggio assembler. Passaggio dei parametri. Corrispondenza tra linguaggi di alto livello e

linguaggio macchina. Protezioni e controlli del processore. Gestione delle interruzioni. La registrazione su superfici magnetiche (cenni).

Propedeuticità: Elementi di informatica.

Prerequisiti: Nessuno.

Modalità di accertamento del profitto: Prova finale.

Insegnamento: Campi elettromagnetici

Modulo didattico	SSD	Af	Anno	CFU
Campi elettromagnetici	ING-INF/02	b	III	6

Modalità di insegnamento: Lezione	Ore impegno docente: 40	Ore impegno studente: 120
Modalità di insegnamento: Esercitazione	Ore impegno docente: 15	Ore impegno studente: 30

Obiettivi formativi:

Fornire gli strumenti metodologici e le conoscenze di base necessari per lo studio delle proprietà dei campi elettromagnetici, applicandoli alla propagazione in spazio libero, alle guide e all'irradiazione.

Contenuti:

Equazioni di Maxwell in forma integrale e significato dei vettori di campo. Equazioni di Maxwell in forma differenziale e condizioni di raccordo. Relazioni costitutive.

Equazioni di Maxwell nel dominio della frequenza. Regime sinusoidale. Vettori sinusoidali e loro rappresentazione fasoriale. Polarizzazione di un vettore sinusoidale.

Teoremi di unicità. Teoremi di Poynting. Cenni alle relazioni di dispersione. Teoremi di equivalenza.

Richiami sulla propagazione in guida ed espansione modale. Potenza ed energia in guida. Ortogonalità in potenza dei modi. Perdite nelle guide. Cenni sulle strutture risonanti. Cavità ideali e cavità con perdite. Fattore di merito di una struttura risonante.

Onde Piane. Incidenza di un'onda piana su una discontinuità piana. Legge di Snell. Coefficienti di riflessione e trasmissione: formule di Fresnel. Incidenza di un'onda piana su semispazio metallico. Condizione di Leontovic.

Radiazione. Potenziali elettrodinamici. Campo irradiato da un dipolo elettrico elementare. Teorema di dualità. Dipolo magnetico elementare. Campo irradiato da una distribuzione arbitraria di corrente. Regione di Fraunhofer.

Antenne: altezza efficace, diagramma di radiazione, direttività, guadagno, area efficace. Esempi di antenne. Antenne filiformi. Allineamenti.

Esercitazioni sulle guide, sulle cavità risonanti, sulla propagazione in mezzi stratificati e sulle antenne.

Propedeuticità: Propagazione guidata.

Prerequisiti: Metodi matematici per l'ingegneria, Introduzione ai circuiti.

Modalità di accertamento del profitto: Prova scritta e prova orale.

Insegnamento: Campi elettromagnetici

Modulo didattico	SSD	Af	Anno	CFU
Laboratorio di Campi elettromagnetici	ING-INF/02	b	III	3

Modalità di insegnamento: Lezione	Ore impegno docente: 11	Ore impegno studente: 33
Modalità di insegnamento: Laboratorio	Ore impegno docente: 16	Ore impegno studente: 42

Obiettivi formativi:

Fornire gli strumenti metodologici per la caratterizzazione tramite misure di componenti e apparati per l'elettromagnetismo applicato.

Contenuti:

Linee di trasmissione; parametri S: misure di impedenza, misure di coefficienti di trasmissione e riflessione, realizzazione di adattamenti, a frequenza fissa e mediante analizzatore di reti a microonde. Propagazione in spazio libero: elettrosmog, misure in camera anecoica. Introduzione all'uso di simulatori elettromagnetici.

Propedeuticità: Propagazione guidata.

Prerequisiti: Nessuno.

Modalità di accertamento del profitto: Durante le esercitazioni è possibile verificare il grado di apprendimento riguardo la conoscenza e l'utilizzo delle tecniche di misura e dei componenti passivi a microonde descritti durante le lezioni. L'esame consiste in una prova orale in cui si verificano, attraverso quesiti di carattere teorico e pratico, le conoscenze acquisite e si discutono i risultati delle misure effettuate in laboratorio che vengono prodotti mediante tesine.

Insegnamento: Comunicazioni elettriche

Modulo didattico	SSD	Af	Anno	CFU
Comunicazioni elettriche	ING-INF/03	b	III	6
Modalità di insegnamento: Lezione	Ore impegno docente: 42	Ore impegno studente: 126		
Modalità di insegnamento: Esercitazione	Ore impegno docente: 12	Ore impegno studente: 24		

Obiettivi formativi:

Acquisire familiarità con i principali modelli per la caratterizzazione del canale e del rumore nelle comunicazioni. Acquisire i principali concetti sulle tecniche di modulazione analogiche. Acquisire concetti introduttivi sulle tecniche di modulazione numerica.

Contenuti:

Segnali aleatori: legame ingresso/uscita per sistemi LTI. Rappresentazione complessa di segnali passabanda. Caratterizzazione del rumore, rumore bianco. Trasmissione analogica: modello di sistema di comunicazione analogico, cifra di rumore, link budget. Modulazione analogica (AM, FM). Modello canonico di un sistema di trasmissione numerica punto-punto. Schema di un sistema numerico di comunicazione. Modulazione senza memoria. Segnalazione in banda base e in banda traslata. Ricezione ottima di segnali numerici operanti su canale AWGN. Sintesi dei ricevitori ottimi. Principali tecniche di modulazione numerica (ASK, PSK, FSK). Analisi delle prestazioni su AWGN.

Propedeuticità: Teoria dei segnali. Teoria dei fenomeni aleatori. Metodi matematici per l'ingegneria.

Prerequisiti: Nessuno.

Modalità di accertamento del profitto: Prova scritta finale, prova orale.

Insegnamento: Economia e organizzazione aziendale

Modulo didattico	SSD	Af	Anno	CFU
Economia e organizzazione aziendale	ING-IND/35	c	I	6
Modalità di insegnamento: Lezione	Ore impegno docente: 40	Ore impegno studente: 120		
Modalità di insegnamento: Esercitazione	Ore impegno docente: 10	Ore impegno studente: 20		
Modalità di insegnamento: Seminario	Ore impegno docente: 6	Ore impegno studente: 6		
Modalità di insegnamento: Prova intracorso	Ore impegno docente: 4	Ore impegno studente: 4		

Obiettivi formativi:

- Capacità di valutare il posizionamento competitivo dell'impresa nel settore in cui opera.
- Capacità di diagnosi dell'organizzazione utilizzando un approccio di tipo sistemico.
- Capacità di analizzare un bilancio aziendale, attraverso i più diffusi quozienti di bilancio, al fine di valutare i risultati della gestione.

Contenuti:

Parte I: conoscere l'impresa.

L'Impresa: definizione, obiettivi economici, modellizzazione del concetto di impresa.

Fattori e costi di produzione. Criteri di classificazione delle imprese. L'impresa e l'ambiente. L'impresa e il mercato.

Caratteristiche strutturali e competitive delle principali tipologie di mercato: concorrenza perfetta, oligopolio e concorrenza monopolistica, monopolio.

Settore, impresa e competitività: Definizione di settore; analisi e valutazione dell'attrattività di un settore; ciclo di vita del settore. Differenziali competitivi. Tecniche di portafoglio. Strategie concorrenziali di base. L'analisi del posizionamento competitivo dell'impresa attraverso la SWOT analysis.

L'analisi interna dell'impresa. La catena del valore. Le funzioni aziendali. Le strutture organizzative. Criteri per la scelta della struttura organizzativa. L'evoluzione della struttura organizzativa nel corso della vita dell'impresa. L'impresa come sistema: il modello delle 7 S.

Parte II: introduzione al bilancio aziendale.

Introduzione alla Gestione aziendale, I fondamenti della Contabilità aziendale, La costruzione del Bilancio, Riclassificazione e analisi del bilancio.

Seminari.

Testimonianze aziendali, sessioni di approfondimento, studio di casi aziendali.

Propedeuticità: Nessuna.

Prerequisiti: Nessuno.

Modalità di accertamento del profitto: Prova scritta e orale.

Insegnamento: Elementi di informatica

Modulo didattico	SSD	Af	Anno	CFU
Elementi di informatica	ING-INF/05	a	I	6
Modalità di insegnamento: Lezione	Ore impegno docente: 34	Ore impegno studente: 102		
Modalità di insegnamento: Esercitazione	Ore impegno docente: 16	Ore impegno studente: 40		
Modalità di insegnamento: Laboratorio	Ore impegno docente: 4	Ore impegno studente: 8		

Obiettivi formativi:

Fornire le nozioni di base per le discipline informatiche, introducendo lo studente allo studio dei fondamenti teorici dell'informatica, dell'architettura dei calcolatori e dei linguaggi di programmazione ad alto livello. Fornire le conoscenze necessarie per lo sviluppo di programmi per la risoluzione di problemi di limitata complessità.

Contenuti:

Il concetto di elaborazione e di algoritmo. Elementi di algebra della logica delle proposizioni. La rappresentazione dell'informazione. L'architettura dei sistemi di elaborazione: il modello di Von Neumann, principio di funzionamento della Central Processing Unit, le memorie, l'Input/Output. Il sistema operativo (cenni). Le reti di calcolatori e Internet (cenni). Il ciclo di vita di un programma.

Fondamenti di programmazione: tipi di dato semplici e tipi di dato strutturati; istruzioni elementari e strutture di controllo. La programmazione strutturata. Algoritmi su sequenze e array. L'input/output e i file. I linguaggi di programmazione. I sottoprogrammi e le librerie standard.

Esercitazioni in laboratorio: impiego di un ambiente di sviluppo dei programmi con esempi di algoritmi numerici.

Propedeuticità: Nessuna.

Prerequisiti: Nessuno.

Modalità di accertamento del profitto: Prova pratica al calcolatore e prova orale.

Insegnamento: Elettronica analogica

Modulo didattico	SSD	Af	Anno	CFU
Elettronica analogica	ING-INF/01	b	II	6
Modalità di insegnamento: Lezione	Ore impegno docente: 42	Ore impegno studente: 126		
Modalità di insegnamento: Esercitazione	Ore impegno docente: 12	Ore impegno studente: 24		

Obiettivi formativi:

Conoscere i metodi per l'analisi e la progettazione dei principali blocchi che impiegano dispositivi attivi per il trattamento analogico dei segnali; le caratteristiche, e le proprietà ai terminali degli amplificatori operazionali, l'impiego del simulatore SPICE nella progettazione.

Contenuti:

Cenni sui semiconduttori, diodo a giunzione, Transistor bipolare e MOSFET: Strutture elementari di amplificatore a singolo dispositivo attivo: metodi di analisi statica, caratteristiche di trasferimento, modelli a piccoli segnali, risposta in frequenza mediante analisi a singola costante di tempo. Progetto di stadi elementari.

Il simulatore di circuiti SPICE: principali modelli dei dispositivi, tipi di analisi, impiego di SPICE come ausilio alla progettazione dei circuiti elettronici.

Amplificatore differenziale, amplificatori multistadio: metodi di analisi e progetto. Specchi di corrente basati su dispositivi MOS o bipolari e loro impiego come generatori di corrente e come carichi attivi. Elementi di progetto di circuiti integrati analogici in tecnologia bipolare e MOS. Retroazione negativa, proprietà generali e sue applicazioni agli amplificatori. Retroazione positiva, cenni sul problema della stabilità.

Amplificatore Operazionale. Struttura interna, risposta in frequenza, Slew Rate. Caratteristiche ai terminali, configurazioni base e principali applicazioni.

Propedeuticità: Introduzione ai circuiti.

Prerequisiti: Nessuno.

Modalità di accertamento del profitto: Prova scritta seguita immediatamente da un breve colloquio.

Insegnamento: Elettronica delle telecomunicazioni

Modulo didattico	SSD	Af	Anno	CFU
Elettronica delle telecomunicazioni	ING-INF/01	b	III	6

Modalità di insegnamento: Lezione	Ore impegno docente: 50	Ore impegno studente: 150
--	--------------------------------	----------------------------------

Obiettivi formativi:

Sono presentate le caratteristiche i limiti e le problematiche dei componenti essenziali di un moderno sistema elettronico per la rice-trasmissione. Lo studente acquisisce le fondamentali conoscenze per comprendere il funzionamento di sistemi elettronici per le telecomunicazioni ad alta frequenza.

Contenuti:

Richiami su schemi a blocchi di ricevitori e trasmettitori e sulle funzioni elementari per telecomunicazioni. Problematiche connesse al rumore e alla distorsione non lineare. Problemi di stabilità e sensibilità parametrica. Amplificatori a basso rumore e di potenza per alta frequenza. Oscillatori stabilizzati mediante quarzi, risonatori dielettrici. Oscillatori controllati in tensione. Circuiti rivelatori di fase e anelli ad aggancio di fase (PLL) e applicazioni. Filtri attivi. Modulatori e demodulatori AM e PM. Convertitori di frequenza.

Propedeuticità: Nessuna.

Prerequisiti: Nessuno.

Modalità di accertamento del profitto: Colloquio mirato ad accertare la padronanza dello studente delle tecniche di analisi e di progettazione di sistemi elettronici a radio frequenza. Sintesi circuitale.

Insegnamento: Elettronica digitale

Modulo didattico	SSD	Af	Anno	CFU
Elettronica digitale	ING-INF/01	b	III	6

Modalità di insegnamento: Lezione	Ore impegno docente: 50	Ore impegno studente: 150
--	--------------------------------	----------------------------------

Obiettivi formativi:

Conoscenza, mediante lezioni teoriche e l'utilizzo di strumenti software, delle caratteristiche principali dei circuiti elettronici digitali. Principi di funzionamento e caratteristiche delle varie famiglie logiche. Capacità di progettare e analizzare semplici sistemi combinatori e sequenziali.

Contenuti:

Caratteristiche e parametri di prestazione dei circuiti digitali. Margini di rumore, tempo di propagazione, potenza dissipata, prodotto ritardo per potenza dissipata, area occupata. Cenni sulle tecnologie dei circuiti integrati. Caratteristiche di MOS e BJT nel regime di ampi segnali. Modello Spice del MOS. Capacità parassite del MOS. Logiche a rapporto: MOS con carico resistivo, MOS con carico attivo ad arricchimento, a svuotamento e pseudo-NMOS. Calcolo delle caratteristiche delle logiche a rapporto. Layout e dimensionamento di porte logiche a rapporto. Nand e Nor in logica a rapporto, confronto. Logica complementare full-CMOS. Calcolo delle caratteristiche delle logiche complementari. Layout e dimensionamento di porte logiche complementari. Nand e Nor in logica complementare, confronto. Progetto di porte

logiche in tecnologie a MOS. Progetto porta Xor. Effetto dello scaling tecnologico. Stadi separatori. Logiche bipolari saturate: RTL, TTL. Logiche TTL avanzate. Logiche BiCMOS. Logiche bipolari non saturate: CML ed ECL. Circuiti sequenziali elementari. Realizzazione di latch e flip-flop. Memorie ROM memorie RAM.

Propedeuticità: Introduzione ai circuiti.

Prerequisiti: Elettronica analogica, Elementi di informatica.

Modalità di accertamento del profitto: Prova orale e prova pratica sull'utilizzo degli strumenti software.

Insegnamento: Fisica generale II

Modulo didattico	SSD	Af	Anno	CFU
Fisica generale II	FIS/01	a	I	6
Modalità di insegnamento: Lezione	Ore impegno docente: 40	Ore impegno studente: 120		
Modalità di insegnamento: Esercitazione	Ore impegno docente: 15	Ore impegno studente: 30		

Obiettivi formativi:

Introdurre i concetti fondamentali dell'Elettromagnetismo, privilegiando gli aspetti fenomenologici e metodologici. Fornire una abilità operativa consapevole nella risoluzione di semplici esercizi numerici.

Contenuti:

Interazione elettrica. Il principio di conservazione della carica elettrica. Legge di Coulomb. Principio di sovrapposizione. Campo elettrico. Potenziale elettrostatico. Potenziale di dipolo. Forza risultante e momento risultante su un dipolo posto in un campo esterno. Flusso di un campo vettoriale. Legge di Gauss. Il campo elettrico in presenza di conduttori. Condensatori. Densità di energia del campo elettrico. Cenni sull'elettrostatica nei dielettrici. Correnti continue. Legge di Ohm. Legge di Joule. Forza elettromotrice di un generatore. Leggi di Kirchhoff. Circuito RC. Interazione magnetica. Forza di Lorentz. Forza su un conduttore percorso da corrente. Momento meccanico su una spira. Moto di una carica in un campo magnetico uniforme. Il campo magnetico generato da correnti stazionarie. Il campo di una spira a grande distanza. Il momento magnetico di una spira. La legge di Gauss per il magnetismo. Il teorema della circuitazione di Ampere. Cenni sulla magnetostatica nei mezzi materiali. Legge di Faraday. Coefficienti di Auto e Mutua induzione. Circuito RL. Densità di energia del campo magnetico. Corrente di spostamento. Cenni sulle onde elettromagnetiche.

Propedeuticità: Fisica generale I.

Prerequisiti: Analisi matematica I.

Modalità di accertamento del profitto: Prova scritta e/o orale.

Insegnamento: Fisica generale I

Modulo didattico	SSD	Af	Anno	CFU
Fisica generale I	FIS/01	a	I	6
Modalità di insegnamento: Lezione	Ore impegno docente: 40	Ore impegno studente: 120		
Modalità di insegnamento: Esercitazione	Ore impegno docente: 15	Ore impegno studente: 30		

Obiettivi formativi:

Introdurre i concetti fondamentali della meccanica classica e i primi concetti della termodinamica, privilegiando gli aspetti fenomenologici e metodologici. Fornire una abilità operativa consapevole nella risoluzione di semplici esercizi.

Contenuti:

Metodo scientifico. Concetto di misura. Definizione operativa delle grandezze fisiche. Cinematica del punto materiale in una dimensione. Grandezze scalari e grandezze vettoriali; operazioni sui vettori. Cinematica del punto in due e tre dimensioni. Il principio di relatività. La prima legge di Newton: il principio di inerzia. La seconda legge di Newton. La terza legge di Newton: il principio di azione e reazione. Quantità di moto; impulso di una forza; momento di una forza e momento angolare. La forza peso; il moto dei proiettili; le reazioni vincolari; il moto lungo un piano inclinato; il pendolo semplice. Le interazioni fondamentali della natura (gravitazionale, elettromagnetica, forte e debole). Classificazione empirica delle forze e loro effetti dinamici: forza di attrito radente; forza elastica; forza di attrito viscoso. Sistemi di riferimento non inerziali e forze fittizie. Lavoro di una forza; il teorema dell'energia cinetica; campi di forza conservativi

ed energia potenziale; il teorema di conservazione dell'energia meccanica. Le leggi di Keplero e la legge di gravitazione universale. Dinamica dei sistemi di punti materiali: equazioni cardinali; centro di massa ; leggi di conservazione della quantità di moto e del momento angolare; sistema di riferimento del centro di massa e teoremi di König. Elementi di dinamica del corpo rigido. Elementi di statica dei fluidi. Temperatura e calore. Il gas perfetto. L'esperienza di Joule. Il primo principio della termodinamica.

Propedeuticità: Nessuna.

Prerequisiti: Nessuno.

Modalità di accertamento del profitto: Prova scritta e/o orale.

Insegnamento: Fondamenti di misura

Modulo didattico	SSD	Af	Anno	CFU
Fondamenti di misura	ING-INF/07	b	II	6
Modalità di insegnamento: Lezione	Ore impegno docente: 44	Ore impegno studente: 132		
Modalità di insegnamento: Esercitazione	Ore impegno docente: 5	Ore impegno studente: 10		
Modalità di insegnamento: Laboratorio	Ore impegno docente: 8	Ore impegno studente: 8		

Obiettivi formativi:

Fornire i fondamenti teorici e pratici della misurazione; mettere l'allievo in grado sia di utilizzare la strumentazione di base per l'analisi dei segnali nel dominio delle ampiezze, del tempo e della frequenza sia di interpretarne correttamente le specifiche.

Contenuti:

Fondamenti teorici e pratici della misurazione. Le unità di misura. L'incertezza di misura. La propagazione dell'incertezza nelle misurazioni indirette. Caratteristiche metrologiche principali degli strumenti di misura. Modalità di impiego e specifiche degli strumenti di base per l'analisi dei segnali nel dominio del tempo: contatori per misurazione diretta di periodo e frequenza; contatori reciproci. Modalità di impiego e specifiche degli strumenti di base per l'analisi dei segnali nel dominio delle ampiezze: voltmetri numerici a semplice integrazione, a doppia rampa, multirampa; voltmetri di picco, picco-picco in DC, picco-picco in AC, a valor medio, e a vero valore efficace; multimetri numerici; oscilloscopi numerici. Modalità di impiego e specifiche degli strumenti di base per l'analisi dei segnali nel dominio della frequenza: analizzatori di spettro analogici real-time, con filtro a sintonia variabile, e a supereterodina; analizzatori di spettro numerici. Problematiche di inserimento della strumentazione nei circuiti di misura e di collegamento fra diverse apparecchiature.

Propedeuticità: Introduzione ai circuiti.

Prerequisiti: Nessuno.

Modalità di accertamento del profitto: Prova orale, Prova pratica di laboratorio.

Insegnamento: Fondamenti di reti di telecomunicazioni

Modulo didattico	SSD	Af	Anno	CFU
Fondamenti di reti di telecomunicazioni	ING-INF/03	b	II	6
Modalità di insegnamento: Lezione	Ore impegno docente: 12	Ore impegno studente: 24		

Obiettivi formativi:

Acquisire familiarità con gli elementi costitutivi e le finalità di una rete di telecomunicazione. Acquisire i concetti fondamentali sulle caratteristiche e problematiche inerenti principalmente le reti cablate.

Contenuti:

Introduzione: struttura di una rete per telecomunicazioni, commutazione di circuito e di pacchetto, multiplexing, condivisione delle risorse, tecniche di accesso, applicazioni e servizi. La rete telefonica pubblica fissa: architettura, TDM/PCM, gerarchie PDH e SDH, cenni sulla commutazione. Reti dati: architettura stratificata, modello ISO/OSI, Internet, suite TCP/IP. Cenni sulle reti radiomobili.

Propedeuticità: Analisi matematica II, Geometria e algebra.

Prerequisiti: Teoria dei segnali.

Modalità di accertamento del profitto: Prova scritta finale, colloquio.

Insegnamento: Fondamenti di sistemi di telecomunicazioni

Modulo didattico	SSD	Af	Anno	CFU
Fondamenti di sistemi di telecomunicazioni	ING-INF/03	b	III	6
Modalità di insegnamento: Lezione	Ore impegno docente: 42	Ore impegno studente: 126		
Modalità di insegnamento: Esercitazione	Ore impegno docente: 12	Ore impegno studente: 24		

Obiettivi formativi:

Acquisire i fondamenti per il dimensionamento dei sistemi di comunicazione analogici e digitali in grado di erogare servizi di tipo punto-punto e broadcasting. Apprendere le problematiche di base per l'analisi e il progetto dei sistemi di trasmissione su portante radio o su portante fisico.

Contenuti:

Multiplazione TDM/PCM. Gerarchia digitale plesiocrona (PDH), gerarchia digitale sincrona (SDH). Struttura della trama Tn ed En. Strategia di allineamento di trama. Cenni alle reti D-WDM. Cenni al sistema GSM, UMTS. Cenni al sistema TETRA. Sistemi operanti in bande non regolamentate (ISM). Trasmissione OFDM. Diffusione radiotelevisiva. TV digitale terrestre (DVB-T). Radiodiffusione digitale (DAB). Sistemi satellitari.

Propedeuticità: Comunicazioni elettriche.

Prerequisiti: Nessuno.

Modalità di accertamento del profitto: Eventuali prove in itinere e/o prova finale, colloquio finale.

Insegnamento: Fondamenti di sistemi dinamici

Modulo didattico	SSD	Af	Anno	CFU
Fondamenti di sistemi dinamici	ING-INF/04	b	II	6
Modalità di insegnamento: Lezione	Ore impegno docente: 40	Ore impegno studente: 120		
Modalità di insegnamento: Esercitazione	Ore impegno docente: 15	Ore impegno studente: 30		

Obiettivi formativi:

Fornire elementi di base di modellistica matematica di sistemi fisici, di analisi di sistemi causali descritti mediante modelli matematici ingresso-stato-uscita e ingresso-uscita, di simulazione di sistemi in MATLAB/SIMULINK.

Conoscenze e abilità

Saper descrivere un sistema fisico mediante una rappresentazione matematica adeguata.

Saper ricavare un modello a piccoli segnali di un dato modello non lineare.

Saper analizzare la risposta di un sistema lineare e stazionario a partire da determinate condizioni iniziali e per determinati segnali di forzamento.

Saper calcolare la risposta in frequenza di un sistema e caratterizzarla.

Saper progettare un filtro analogico a partire da determinate specifiche di banda passante e frequenze di taglio e sintetizzare un corrispondente filtro digitale che ne emuli il comportamento.

Saper realizzare un filtro analogico mediante amplificatori operazionali.

Saper utilizzare in maniera appropriata l'ambiente MATLAB/SIMULINK per l'analisi di un sistema dinamico.

Contenuti:

Sistema dinamici e modelli: concetto di sistema; modello matematico di un sistema; sistemi con struttura di stato; rappresentazioni ingresso-stato-uscita; classificazione dei sistemi. Modellistica di sistemi: modellistica interna e relazioni costitutive; sistemi a parametri distribuiti; sistemi a parametri concentrati; sistemi meccanici; sistemi elettrici; sistemi elettro-meccanici; sistemi elettronici; sistemi termici, chimici e idraulici; algoritmi. Tecniche di linearizzazione. Sistemi lineari tempo invariante (LTI): cenni sull'analisi nel dominio del tempo e modi di evoluzione; risposta libera e forzata; stabilità. Analisi di sistemi LTI continui nel dominio della trasformata di Laplace: definizione e generalità; proprietà fondamentali; antitrasformata di funzioni razionali fratte; modelli ingresso-uscita; funzione di trasferimento; dinamiche dominanti e modelli di ordine ridotto. Realizzazione e simulazione analogica dei sistemi lineari: gli amplificatori operazionali. Interconnessione dei sistemi: in serie, in parallelo e in retroazione; stabilità dei sistemi in retroazione. Analisi di sistemi LTI discreti nel dominio della z-trasformata: definizione e generalità; proprietà fondamentali; antitrasformata di funzioni razionali fratte. Analisi di sistemi LTI continui nel dominio della frequenza: trasformata fasoriale; risposta armonica; risposta a regime e in transitorio; diagrammi di Bode; banda passante e frequenze di taglio. Analisi di sistemi LTI discreti nel dominio della frequenza: trasformata fasoriale discreta; DFT e FFT; filtri digitali. Sistemi a dati campionati: digitalizzazione di filtri analogici.

Propedeuticità: Analisi matematica II, Fisica generale II.

Prerequisiti: Nessuno.

Modalità di accertamento del profitto : Prova scritta e prova orale.

Insegnamento: Fisica generale II

Modulo didattico	SSD	Af	Anno	CFU
Ulteriori abilità di Fisica	FIS/01	a	I	3
Modalità di insegnamento: Lezione	Ore impegno docente: 15	Ore impegno studente: 45		
Modalità di insegnamento: Esercitazione	Ore impegno docente: 12	Ore impegno studente: 30		

Obiettivi formativi:

Approfondire i concetti fondamentali dell'elettromagnetismo, privilegiando gli aspetti fenomenologici e metodologici. Fornire una abilità operativa consapevole nella risoluzione di semplici esercizi numerici.

Contenuti:

Richiami sui vettori e sui campi di forza conservativi. Esempi di calcolo di campo elettrico e di potenziale elettrostatico generati da una distribuzione continua di carica. Applicazioni della legge di Gauss per la determinazione del campo elettrico generato da sorgenti dotate di elevata simmetria spaziale. Il campo elettrico in presenza di conduttori: cenni al problema generale dell'elettrostatica. Il campo elettrico nei dielettrici: il caso semplice di un dielettrico omogeneo ed isotropo. L'equazione di continuità come espressione formale del principio di conservazione della carica elettrica. Metodi di misura di correnti, tensioni e resistenze nei circuiti percorsi da correnti stazionarie. Applicazioni della prima formula di Laplace per il calcolo del campo magnetico generato da alcuni semplici circuiti percorsi da correnti stazionarie. Applicazioni del teorema della circuitazione di Ampere per la determinazione del campo magnetico generato da sorgenti dotate di elevata simmetria spaziale. Il campo magnetico nei mezzi materiali: diamagnetismo, paramagnetismo e ferromagnetismo. Le equazioni di Maxwell. La natura elettromagnetica della luce.

Propedeuticità: Fisica generale I.

Prerequisiti: Analisi matematica I.

Modalità di accertamento del profitto: Prova scritta e/o orale.

Insegnamento: Geometria e algebra

Modulo didattico	SSD	Af	Anno	CFU
Geometria e algebra	MAT/03	a	I	6
Modalità di insegnamento: Lezione	Ore impegno docente: 40	Ore impegno studente: 120		
Modalità di insegnamento: Esercitazione	Ore impegno docente: 15	Ore impegno studente: 30		

Obiettivi formativi:

L'obiettivo di questo modulo è, da un lato, quello di abituare lo studente ad affrontare problemi formali utilizzando strumenti adeguati e un linguaggio corretto, e dall'altro di risolvere problemi specifici di tipo algebrico e geometrico con gli strumenti classici dell'algebra lineare.

Contenuti:

Vettori geometrici applicati; relazioni di equivalenza e vettori geometrici liberi. Operazioni sui vettori. Strutture algebriche. Spazi vettoriali su un campo. Il prodotto scalare standard in uno spazio vettoriale numerico. Dipendenza lineare, generatori, basi, dimensione. Sottospazi di uno spazio vettoriale. Sottospazi congiungenti e somme dirette. Il Teorema di Grassmann. Applicazioni lineari. Nucleo e immagine. Equazione dimensionale. Isomorfismo coordinato. Endomorfismi. Matrici e determinanti. Matrice associata ad una trasformazione.

Lo spazio vettoriale delle matrici. Rango. Matrici quadrate, diagonali, triangolari, simmetriche. Prodotto righe per colonne. Calcolo dei determinanti: Teorema di Laplace. Calcolo del rango: Teorema degli Orlati. Teorema di Binet. Metodi di triangolazione di Gauss-Jordan. Operazioni elementari sulle righe di una matrice. Sistemi di equazioni lineari. Teoremi di Rouché-Capelli e di Cramer. Calcolo delle soluzioni con il metodo dei determinanti. Sistemi parametrici. Autovalori, autovettori e autospazi; il polinomio caratteristico. Molteplicità di un autovalore. Diagonalizzazione di un endomorfismo e di una matrice quadrata. Il Teorema Spettrale.

Geometria del piano. Rappresentazione della retta. Incidenza e parallelismo tra rette. Prodotto scalare geometrico. Ortogonalità. Distanze nel piano. Geometria dello spazio. Rappresentazione della retta e del piano. Incidenza e parallelismo tra sottospazi. Questioni euclidee.

Propedeuticità: Nessuna.

Prerequisiti: Nessuno.

Modalità di accertamento del profitto: Prova scritta e orale.

Insegnamento: Introduzione ai circuiti

Modulo didattico	SSD	Af	Anno	CFU
Introduzione ai circuiti	ING-IND/31	c	II	6
Modalità di insegnamento: Lezione	Ore impegno docente: 34		Ore impegno studente: 102	
Modalità di insegnamento: Esercitazione	Ore impegno docente: 23		Ore impegno studente: 46	
Modalità di insegnamento: Prova intracorso	Ore impegno docente: 2		Ore impegno studente: 2	

Obiettivi formativi:

Illustrare gli aspetti di base della teoria dei circuiti lineari in condizioni di funzionamento stazionario, dinamico e sinusoidale, sviluppandone capacità di analisi. Introdurre inoltre le metodologie di base, sviluppando la conoscenza di strumenti teorici anche propedeutici a corsi successivi.

Contenuti:

Le grandezze elettriche fondamentali: l'intensità di corrente, la tensione; il modello circuitale, bipoli, leggi di Kirchhoff; potenza ed energia elettrica, resistore, interruttore, generatori indipendenti e pilotati, condensatore, induttore; bipoli attivi e passivi, dissipativi e conservativi. Elementi di topologia dei circuiti. Leggi di Kirchhoff in forma matriciale, equazioni di Kirchhoff indipendenti, potenziali di nodo e correnti di maglia; Potenze virtuali, conservazione delle potenze elettriche; proprietà di non amplificazione delle tensioni e delle correnti. Bipoli equivalenti, resistori in serie e parallelo; circuiti resistivi lineari, sovrapposizione degli effetti; generatori equivalenti di Thevenin e di Norton.

Circuiti in regime sinusoidale, fasori, metodo simbolico; impedenza, proprietà dei circuiti di impedenze; potenze in regime sinusoidale e proprietà di conservazione; reti in regime periodico e quasi-periodico; risonanza, cenni alla risposta in frequenza di un circuito. Elementi circuitali a più terminali, doppi bipoli: generatori controllati lineari; doppi bipoli di resistori, trasformatore ideale e giratore. Circuiti mutuamente accoppiati. Analisi dinamica di circuiti, variabili di stato, circuito resistivo associato, evoluzione libera e forzata, circuiti del primo e del secondo ordine. Cenni sui sistemi elettrici di potenza, trasmissione dell'energia, rifasamento, cenni alle reti trifasi e applicazioni.

Propedeuticità: Analisi matematica II, Fisica generale II.

Prerequisiti: Geometria e algebra.

Modalità di accertamento del profitto: Verifica della capacità di soluzione di esercizi, verifica dell'acquisizione delle metodologie e dei principali risultati teorici.

Insegnamento: Laboratorio di Misure

Modulo didattico	SSD	Af	Anno	CFU
Laboratorio di Misure	ING-INF/07	b	III	3
Modalità di insegnamento: Lezione	Ore impegno docente: 10		Ore impegno studente: 30	
Modalità di insegnamento: Esercitazione	Ore impegno docente: 10		Ore impegno studente: 20	
Modalità di insegnamento: Laboratorio	Ore impegno docente: 25		Ore impegno studente: 25	

Obiettivi formativi:

Mettere in grado l'allievo sia di allestire stazioni automatiche di misura, basate sui più comuni standard di interfacciamento tra strumentazione e personal computer, sia di sviluppare strumenti virtuali mediante i principali linguaggi grafici preposti allo scopo.

Contenuti:

Concetti fondamentali concernenti l'automazione di procedure di misura. Standard IEEE-488 per l'interfacciamento tra personal computer e strumentazione di misura: bus dati, bus di controllo, linee e protocollo di handshake, classificazione

dei dispositivi. Concetto di strumento virtuale. Il linguaggio grafico LabView per lo sviluppo di strumenti virtuali: architetture data-flow; strutture di controllo; sub-VI; funzioni per l'analisi e l'elaborazione dei segnali; funzioni per elaborazioni statistiche; routine per il controllo da remoto di strumentazione di misura.

Applicazioni: realizzazione di uno strumento virtuale per la caratterizzazione di un generatore di segnali mediante multimetro numerico; realizzazione di un oscilloscopio virtuale per l'analisi dei segnali nel dominio del tempo e delle ampiezze; realizzazione di uno strumento virtuale per la caratterizzazione di un doppio bipolo; realizzazione di uno strumento virtuale per l'analisi dei segnali nel dominio della frequenza mediante fast Fourier transform.

Propedeuticità: Fondamenti di misura, Teoria dei segnali.

Prerequisiti: Nessuno.

Modalità di accertamento del profitto: Prova orale.

Insegnamento: Metodi matematici per l'ingegneria

Modulo didattico	SSD	Af	Anno	CFU
Metodi matematici per l'ingegneria	MAT/05	c	II	6
Modalità di insegnamento: Lezione	Ore impegno docente: 30	Ore impegno studente: 106		
Modalità di insegnamento: Esercitazione	Ore impegno docente: 22	Ore impegno studente: 44		

Obiettivi formativi:

Il corso si propone l'acquisizione e la consapevolezza operativa dei concetti e dei risultati fondamentali, in vista delle applicazioni nelle discipline del corso di laurea, relativi alle funzioni analitiche, alle serie di Fourier e alle trasformate di Laplace e Fourier.

Contenuti:

Sommabilità, integrali in senso improprio, integrali a valor principale. Segnali notevoli, segnali periodici, convoluzione.

Serie di Fourier, proprietà, errore quadratico medio, convergenza nel senso dell'energia, convergenza puntuale.

Funzioni complesse di variabile complessa, derivabilità e condizione di Cauchy-Riemann, funzioni analitiche, armonicità, integrali, teorema e formula di Cauchy, serie di potenze, sviluppo di Taylor, sviluppi di Laurent e cenno alla Z-trasformata, singolarità e classificazione, teoremi notevoli sulle funzioni analitiche. Teoremi dei residui, calcolo dei residui, calcolo di integrali con il metodo dei residui, scomposizione in fratti semplici delle funzioni razionali.

Trasformazione di Laplace, bilatera e unilatera, antitrasformata, trasformate notevoli, proprietà formali, regolarità e comportamento all'infinito, teoremi del valore iniziale e finale, antitrasformazione delle funzioni razionali, applicazione alle equazioni differenziali lineari a coefficienti costanti.

Trasformazione di Fourier: trasformata e antitrasformata, proprietà formali, regolarità, comportamento all'infinito.

Funzioni generalizzate, impulso ed esempi notevoli, operazioni, derivazione, successioni di funzioni con limite l'impulso, trasformazione di Fourier, trasformate notevoli, trasformata delle funzioni periodiche e delle funzioni campionate.

Propedeuticità: Analisi matematica II.

Prerequisiti: Geometria e algebra.

Modalità di accertamento del profitto: Prove applicative in itinere e/o prova finale; colloquio.

Insegnamento: Misure per telecomunicazioni

Modulo didattico	SSD	Af	Anno	CFU
Misure per telecomunicazioni	ING-INF/07	b	III	3
Modalità di insegnamento: Lezione	Ore impegno docente: 21	Ore impegno studente: 63		
Modalità di insegnamento: Esercitazione	Ore impegno docente: 6	Ore impegno studente: 12		

Obiettivi formativi:

Illustrare agli allievi i metodi e gli strumenti, in termini di modalità di impiego e interpretazione delle specifiche, più diffusi per la misurazione di grandezze peculiari al settore delle telecomunicazioni.

Contenuti:

Architetture avanzate di analizzatori di spettro a supereterodina: sezione a radiofrequenza, sezione di miscelazione, sezione a frequenza intermedia, sezione video, risoluzione in frequenza, tecnica multistadio, modalità zero-span, precisione nelle

misurazioni di frequenza e ampiezza, assolute e relative. Analisi spettrale numerica: proprietà della Fast Fourier Transform nell'analisi spettrale di segnali analogici, opportunamente resi discreti nel tempo e nelle ampiezze, problematiche di misura connesse alla dispersione spettrale, scelta della finestra appropriata. Architetture avanzate di analizzatori di spettro basati su Fast Fourier Transform: FFT Analyzer, Dynamic Signal Analyzer. Parametri caratteristici dei segnali a modulazione analogica (modulazione di ampiezza e di frequenza), e metodi e procedure per la loro misurazione mediante analizzatore di spettro a supereterodina e analizzatore di spettro basato su Fast Fourier Transform. Metodi e strumenti per la misurazione della potenza a radiofrequenza: soluzioni basati su termistori, termocoppie e diodi.

Propedeuticità: Fondamenti di misura, Teoria dei segnali.

Prerequisiti: Nessuno.

Modalità di accertamento del profitto: Prova orale.

Insegnamento: Programmazione I

Modulo didattico	SSD	Af	Anno	CFU
Programmazione I	ING-INF/05	b	III	6
Modalità di insegnamento: Lezione	Ore impegno docente: 30	Ore impegno studente: 100		
Modalità di insegnamento: Esercitazione	Ore impegno docente: 22	Ore impegno studente: 50		

Obiettivi formativi:

Il corso prevede l'approfondimento delle conoscenze delle tecniche di programmazione procedurale, delle strutture dati e degli algoritmi fondamentali e fornisce conoscenze di base nell'ambito della progettazione (con linguaggio UML) e della programmazione orientata agli oggetti (con linguaggio C++).

Contenuti:

Tecniche di programmazione modulare. Programmazione procedurale (complementi). Modularizzazione di programmi C++. Direttive di precompilazione. Funzioni: aspetti avanzati (overloading, parametri di default, funzioni inline). Allocazione dinamica e puntatori: aspetti avanzati. Ricorsione. Astrazione sui dati, incapsulamento, information hiding, programmazione basata sugli oggetti e programmazione orientata agli oggetti. Riuso ed estensibilità del software. Programmazione di strutture dati astratte in C++: liste, pile, code, alberi, tabelle. Algoritmi di ordinamento e ricerca. Operazioni di I/O verso le memorie di massa: utilizzo della libreria "iostream". Programmazione a oggetti. Classi e oggetti. Realizzazione di strutture dati astratte attraverso classi. Ereditarietà. Funzioni generiche. Progettazione a oggetti. Il linguaggio UML. Modelli a oggetti statici. Relazioni tra classi: gerarchie generalizzazione-specializzazione; contenimento (aggregazione); associazioni. Diagramma dei casi d'uso. Diagramma delle classi.

Propedeuticità: Elementi di informatica.

Prerequisiti: Nessuno.

Modalità di accertamento del profitto: Prova scritta al calcolatore e prova orale.

Insegnamento: Propagazione guidata

Modulo didattico	SSD	Af	Anno	CFU
Propagazione guidata	ING-INF/02	b	II	6
Modalità di insegnamento: Lezione	Ore impegno docente: 40	Ore impegno studente: 120		
Modalità di insegnamento: Esercitazione	Ore impegno docente: 15	Ore impegno studente: 30		

Obiettivi formativi:

Fornire gli strumenti metodologici e operativi per lo studio della propagazione elettromagnetica guidata e per la caratterizzazione e l'uso delle linee di trasmissione e delle guide d'onda, con riferimento ai problemi applicativi di maggiore rilevanza per le telecomunicazioni.

Contenuti:

Richiami di Elettromagnetismo: equazioni di Maxwell in forma integrale e differenziale. Linee di trasmissione: definizione e contesti applicativi. Tensione e corrente su una linea. Equazioni delle linee. Costanti primarie delle linee. Propagazione della tensione e della corrente su una linea. Velocità di propagazione. Potenza ed energia su una linea. Eccitazione, terminazione ed interconnessione delle linee.

Linee di trasmissione in regime sinusoidale: velocità di fase e lunghezza d'onda, coefficiente di riflessione, impedenza, potenza. Trasporto d'impedenza e grafico di Smith. Adattamento: significato e rilevanza. Principali tecniche di adattamento. Le linee come elementi circuitali. Risonanza.

Analisi e caratterizzazione delle linee di maggiore interesse applicativo: cavo coassiale, linea bifilare, linea a striscia, microstriscia.

Perdite nelle linee. Equazioni delle linee con perdite. Linee con piccole perdite.

Guide d'onda metalliche: definizione e contesti applicativi. Il concetto di modo: modi TE e TM. Funzioni scalari e vettoriali di modo. Linea di trasmissione equivalente. Caratteristiche della propagazione in guida: frequenza di taglio, diagramma di dispersione. Espansione modale.

Guida d'onda rettangolare. Modo fondamentale: andamento dei campi e delle correnti. Dimensionamento di una guida d'onda rettangolare.

Dispersione e sua rilevanza. Propagazione di un segnale a banda stretta: velocità di gruppo. Dispersione di un pacchetto d'onda.

Propedeuticità: Analisi matematica II, Fisica generale II.

Prerequisiti: Metodi matematici per l'ingegneria, Introduzione ai circuiti.

Modalità di accertamento del profitto: Prova scritta e prova orale.

Insegnamento: Reti di calcolatori I

Modulo didattico	SSD	Af	Anno	CFU
Reti di calcolatori I	ING-INF/05	b	III	6
Modalità di insegnamento: Lezione	Ore impegno docente: 35	Ore impegno studente: 110		
Modalità di insegnamento: Esercitazione	Ore impegno docente: 15	Ore impegno studente: 30		
Modalità di insegnamento: Laboratorio	Ore impegno docente: 7	Ore impegno studente: 10		

Obiettivi formativi:

Scopo del modulo è fornire le nozioni teoriche e le necessarie conoscenze operative nel settore delle reti di calcolatori, con particolare riferimento alle applicazioni e ai servizi. Tra gli obiettivi formativi rientrano la conoscenza delle esigenze di comunicazione delle moderne applicazioni informatiche e telematiche e i modelli di base per la progettazione e l'integrazione di sistemi informativi basati su reti di calcolatori. Sono altresì obiettivi formativi del modulo la presentazione dei principali servizi e protocolli applicativi a oggi utilizzati nel contesto dell'architettura TCP/IP, cardine della rete Internet. Il corso prevede inoltre una formazione iniziale sulle tecnologie per la programmazione distribuita e sul modello client/server, una buona operatività nella configurazione base di semplici sistemi di rete basati sulla tecnologia TCP/IP, la capacità di utilizzare semplici strumenti per la simulazione, il monitoraggio, la gestione e la configurazione di reti di calcolatori. Il programma del corso parte dall'introduzione dei concetti generali relativi alle tecniche di comunicazione nelle moderne reti di calcolatori. Si passa, in seguito, allo studio dei principali protocolli disponibili ai vari livelli dello stack di comunicazione, concentrando l'attenzione sulle applicazioni e sui servizi supportati dalla rete. Fa parte del programma l'analisi delle principali tecnologie per la realizzazione di reti locali sia di tipo *wired* che *wireless*, nonché lo studio delle tecniche per la gestione di infrastrutture di rete ad estensione geografica. L'approccio adottato è volto allo studio pratico dei protocolli e delle tecniche di comunicazione ed assume la rete Internet come esempio principe di infrastruttura di comunicazione su larga scala.

Contenuti:

Concetti generali – Commutazione di circuito – Commutazione di pacchetto. Stratificazione – Servizi e protocolli – Breve storia della rete Internet HTTP (Hyper-Text Transfer Protocol) – FTP (File Transfer Protocol) – DNS (Domain Name System) – SMTP (Simple Mail Transfer Protocol) – POP3 (Post Office Protocol) – IMAP (Internet Mail Access Protocol) – Cenni su Content Delivery Networks (CDN) e Reti Peer-to-Peer (P2P).

Il protocollo IP (Internet Protocol): introduzione e concetti generali – Subnetting ICMP (Internet Control Message Protocol) – ARP (Address Resolution Protocol) – Programmi ping e traceroute - IP versione 6 (IPv6).

Routing IP: Concetti generali – Introduzione ai protocolli IGP (Interior Gateway Protocol) ed EGP (Exterior Gateway Protocol) – Protocolli link-state (Open Shortest Path First Protocol – OSPF) – Protocolli Distance Vector – Routing gerarchico – Routing inter-dominio (Border Gateway Protocol – BGP).

IP Multicasting: concetti generali – protocollo IGMP (Internet Group Management Protocol) – Multicast routing: concetti generali Protocollo UDP (User Datagram Protocol) Problemi legati alla trasmissione affidabile dei dati – Algoritmi "Go Back N" e "Selective Repeat" Protocollo TCP (Transmission Control Protocol) – TCP congestion control. Programmazione con le socket di Berkeley.

Livello Data Link: Introduzione e concetti generali – Tecniche di rilevazione e correzione degli errori

Protocolli di accesso multiplo: TDM, FDM, CDMA, ALOHA, Slotted ALOHA, CSMA, CSMA/CD.

Ethernet (802.3) – Hub, Switch, Bridge – Reti WiFi (802.11) – Bluetooth (cenni).

ATM (Asynchronous Transfer Mode) – Frame Relay – X.25.

Propedeuticità: Programmazione I.

Prerequisiti: Nessuno.

Modalità di accertamento del profitto: L'esame è costituito da due diverse prove: svolgimento di un questionario a risposta multipla, prova orale. L'esame si intende superato qualora entrambe le prove previste vengano superate con esito positivo.

Insegnamento: Reti di telecomunicazioni mobili

Modulo didattico	SSD	Af	Anno	CFU
Reti di telecomunicazioni mobili	ING-INF/03	b	III	3
Modalità di insegnamento: Lezione	Ore impegno docente: 24	Ore impegno studente: 63		
Modalità di insegnamento: Esercitazione	Ore impegno docente: 6	Ore impegno studente: 12		

Obiettivi formativi:

Acquisire familiarità con gli elementi costitutivi e le finalità di una rete di telecomunicazione mobile. Acquisire i concetti fondamentali sulle architetture e sulle problematiche inerenti le reti di telefonia cellulare e quelle satellitari.

Contenuti: Storia della telefonia cellulare. Reti cellulari di prima generazione. AMPS, ETACS. Reti cellulari di seconda generazione. GSM: architettura del sistema, gestione degli handover, accesso multiplo al canale, instaurazione di una chiamata, struttura del frame, GPRS. Sistema IS 95: Assegnazione delle frequenze e dei canali, utilizzo della tecnica CDMA. Standard per telefonia cordless. Sistema DECT: architettura e funzionamento. Reti cellulari di terza generazione. UMTS: Caratteristiche generali e macrodiversità. Reti satellitari. Tecniche per l'accesso multiplo al canale satellitare.

Propedeuticità: Fondamenti di reti di telecomunicazioni.

Prerequisiti: Nessuno.

Modalità di accertamento del profitto: Eventuali prove in itinere e/o prova finale, colloquio.

Insegnamento: Ricerca operativa

Modulo didattico	SSD	Af	Anno	CFU
Ricerca operativa	MAT/09	a	III	6
Modalità di insegnamento: Lezione	Ore impegno docente: 35	Ore impegno studente: 105		
Modalità di insegnamento: Esercitazione	Ore impegno docente: 15	Ore impegno studente: 45		

Obiettivi formativi:

Il corso ha l'obiettivo di introdurre gli allievi alla costruzione e all'uso di modelli in programmazione matematica, con particolare riferimento alla programmazione lineare, per la soluzione di problemi decisionali relativi alla gestione di risorse limitate su usi alternativi.

Contenuti:

Sistemi e modelli. Problemi di programmazione matematica e loro classificazioni. Generalità sulla programmazione lineare e impostazione di modelli in programmazione lineare. Richiami su insiemi convessi e sistemi di equazioni lineari. L'algoritmo del simplesso standard. L'algoritmo del simplesso revisionato. La dualità in programmazione lineare. L'analisi post-ottimale in programmazione Lineare. L'algoritmo di decomposizione di Dantzig-Wolfe. Il trasporto e i problemi di flusso su rete.

Propedeuticità: Analisi matematica I.

Prerequisiti: Geometria e algebra.

Modalità di accertamento del profitto: Prova d'esame scritta e orale.

Insegnamento: Sistemi di telecomunicazioni mobili

Modulo didattico	SSD	Af	Anno	CFU
Sistemi di telecomunicazioni mobili	ING-INF/03	b	III	3
Modalità di insegnamento: Lezione	Ore impegno docente: 24		Ore impegno studente: 63	
Modalità di insegnamento: Esercitazione	Ore impegno docente: 6		Ore impegno studente: 12	

Obiettivi formativi:

Acquisire i concetti fondamentali sulle principali tecnologie utilizzate per il dimensionamento, la trasmissione e l'accesso alle reti di telefonia cellulare.

Contenuti:

Reti cellulari: architettura, riuso delle frequenze, gestione della mobilità, assegnazione dei canali, interferenza, settorizzazione e dimensionamento. Propagazione sul canale radiomobile. Classificazione dei canali con fading. Modello Rayleigh. Effetti del fading. Tecniche di trasmissione in diversità. Modulazioni per comunicazioni wireless: QPSK con offset e MSK. Tecniche per l'accesso multiplo al canale a divisione di tempo (TDMA), di frequenza (FDMA), di codice (CDMA) e di spazio (SDMA). Capacità di una rete di telefonia cellulare.

Propedeuticità: Fondamenti di reti di telecomunicazioni.

Prerequisiti: Nessuno.

Modalità di accertamento del profitto: Eventuali prove in itinere e/o prova finale, colloquio.

Insegnamento: Sistemi operativi

Modulo didattico	SSD	Af	Anno	CFU
Sistemi operativi	ING-INF/05	b	III	6
Modalità di insegnamento: Lezione	Ore impegno docente: 40		Ore impegno studente: 120	
Modalità di insegnamento: Esercitazione	Ore impegno docente: 6		Ore impegno studente: 15	
Modalità di insegnamento: Laboratorio	Ore impegno docente: 6		Ore impegno studente: 15	

Obiettivi formativi:

Il corso si pone l'obiettivo di far acquisire agli allievi concetti, struttura e meccanismi dei moderni sistemi operativi.

Contenuti:

Introduzione ai sistemi operativi. Architettura a livelli di un S.O. Cenni sulla concorrenza. I processi: Generalità, Creazione, Attivazione e Terminazione dei processi; Descrittore di un processo; Stati di un Processo; Meccanismi di sincronizzazione dei processi nei modelli a memoria globale e locale. Lo Scheduling e la gestione del processore. La Gestione della memoria: Generalità; Swapping; Tecniche di virtualizzazione della memoria; Partizioni; Paginazione; Segmentazione; Memoria virtuale. La Gestione dell'I/O: Generalità; Tecniche di virtualizzazione delle unità di I/O; Gestore dell'I/O nei modelli a memoria globale e locale. Il file system: Organizzazione, Directory e file e operazioni relative; Condivisione di file; Architettura interna del file system. La Gestione della Memoria secondaria: Metodi di allocazione dei file, La gestione dello spazio libero; Lo scheduling dei dischi, Affidabilità dei dischi. L'Interfaccia Utente. Esempificazione di problemi classici di sincronizzazione in laboratorio didattico.

Propedeuticità: Calcolatori elettronici I.

Prerequisiti: Nessuno.

Modalità di accertamento del profitto: Prova orale.

Insegnamento: Telematica

Modulo didattico	SSD	Af	Anno	CFU
Telematica	ING-INF/03	b	III	6
Modalità di insegnamento: Lezione	Ore impegno docente: 42		Ore impegno studente: 126	
Modalità di insegnamento: Esercitazione	Ore impegno docente: 6		Ore impegno studente: 12	
Modalità di insegnamento: Laboratorio	Ore impegno docente: 6		Ore impegno studente: 12	

Obiettivi formativi:

Acquisire familiarità con i meccanismi, i protocolli e le architetture necessari all'implementazione di servizi telematici con requisiti di qualità (servizi in tempo reale) su reti prevalentemente di tipo TCP/IP. Fornire un'introduzione alle tecniche di simulazione delle reti, ai fini della progettazione e della gestione dei servizi di rete.

Contenuti:

Introduzione ai livelli più alti della pila protocollare. I protocolli di rete IP: IPv6. I protocolli di trasporto: TCP, UDP. Tecniche di streaming audio e video e problematiche di codifica di sorgente: codifica dei segnali vocale, audio, immagini e video. Servizi multimediali e Qualità di servizio (QoS) in reti IP. Architetture a servizi differenziati ed integrati standardizzati dagli organismi internazionali: i protocolli RSVP, MPLS. Meccanismi e protocolli per la realizzazione di servizio di tipo Voice over IP: RTP, SIP, H323. Qualità del servizio nei sistemi wireless. Tecniche per il controllo e la gestione di rete: protocollo SNMP. La simulazione delle reti attraverso software specifici: ns2, OpNet.

Propedeuticità: Fondamenti di reti di telecomunicazioni.

Prerequisiti: Nessuno.

Modalità di accertamento del profitto: Prova scritta finale, colloquio.

Insegnamento: Telerilevamento e diagnostica elettromagnetica

Modulo didattico	SSD	Af	Anno	CFU
Telerilevamento e diagnostica elettromagnetica	ING-INF/02	b	III	6
Modalità di insegnamento: Lezione	Ore impegno docente: 40	Ore impegno studente: 120		
Modalità di insegnamento: Esercitazione	Ore impegno docente: 8	Ore impegno studente: 16		
Modalità di insegnamento: Laboratorio	Ore impegno docente: 7	Ore impegno studente: 14		

Obiettivi formativi:

Esporre i principi del telerilevamento passivo e attivo. Illustrare i principali sensori, con relative applicazioni, disponibili attualmente ed in futuro su satellite ed aereo per l'osservazione della Terra e per esplorazioni interplanetarie. Uso e produzione di dati telerilevati.

Contenuti:

Modelli di diffusione elettromagnetica. Approssimazione di Kirchhoff, soluzioni di ottica geometrica e ottica fisica, soluzioni risonanti di Bragg. Limiti di validità dei modelli elettromagnetici. Descrizione geometrica ed elettromagnetica di superfici e volumi. Caratterizzazione statistica del ritorno elettromagnetico da superfici rugose. Descrizione frattale di superfici naturali. Diffusione da superfici frattali. Teoria del trasferimento radiativo. Polarimetria. Stima delle caratteristiche di superfici naturali da dati telerilevati.

Sensori passivi. Radiometria, brillanza, spettrometria nell'infrarosso e nell'ottico. Misura della capacità termica e delle costanti dielettriche. I sensori ottici: caratteristiche ed applicazioni

Sensori attivi. Altimetri: configurazioni, applicazioni al mare ed ai ghiacci. Scatterometri: configurazioni, applicazioni alla terra ed al mare, stima dei venti. Radar ad apertura reale e radar ad apertura sintetica: risoluzioni spaziali e radiometriche, focalizzazione dei dati, interferometria. Fading, speckle e loro riduzione.

Applicazioni del telerilevamento. Suolo, mare, ghiacci, aree urbane. Esplorazioni interplanetarie. Integrazione di dati telerilevati.

Analisi di dati telerilevati delle agenzie spaziali. ASI, ESA, NASA. Missioni: ERS, ENVISAT, EOS, SIR, CASSINI.

Propedeuticità: Propagazione guidata, Teoria dei segnali.

Prerequisiti: Nessuno.

Modalità di accertamento del profitto: Prova orale.

Insegnamento: Teoria dei fenomeni aleatori

Modulo didattico	SSD	Af	Anno	CFU
Teoria dei fenomeni aleatori	ING-INF/03	b	II	6
Modalità di insegnamento: Lezione	Ore impegno docente: 36	Ore impegno studente: 108		
Modalità di insegnamento: Esercitazione	Ore impegno docente: 20	Ore impegno studente: 40		
Modalità di insegnamento: Prova intracorso	Ore impegno docente: 2	Ore impegno studente: 2		

Obiettivi formativi:

Fornire agli studenti la conoscenza degli elementi di teoria della probabilità, delle variabili aleatorie e dei processi aleatori necessaria per lo studio dei problemi di telecomunicazioni.

Contenuti:

Teoria della probabilità: esperimenti casuali, eventi, probabilità, dipendenza statistica. Variabili aleatorie continue e discrete e loro caratterizzazione: funzione di distribuzione cumulativa e di densità di probabilità, momenti e momenti centrali.

Trasformazioni di variabili aleatorie. Caratterizzazione congiunta di variabili aleatorie. Sequenze di variabili aleatorie e teoremi limite.

Definizione di segnale aleatorio. Caratterizzazione dei segnali aleatori: funzione di distribuzione cumulativa, funzione di densità di probabilità, media statistica, potenza media, funzione di autocorrelazione, funzione di autocovarianza. Stazionarietà in senso stretto e in senso lato di un segnale aleatorio. Caratterizzazione congiunta di segnali aleatori. Incorrelazione, ortogonalità, indipendenza statistica tra segnali aleatori. Analisi armonica dei segnali aleatori: la densità spettrale di potenza. Processi gaussiani.

Propedeuticità: Analisi matematica II, Geometria e algebra.

Prerequisiti: Teoria dei segnali.

Modalità di accertamento del profitto: Eventuali prove in itinere. Prova scritta e orale.

Insegnamento: Trasmissione numerica

Modulo didattico	SSD	Af	Anno	CFU
Trasmissione numerica	ING-INF/03	b	III	6
Modalità di insegnamento: Lezione	Ore impegno docente: 40		Ore impegno studente: 120	
Modalità di insegnamento: Esercitazione	Ore impegno docente: 12		Ore impegno studente: 24	
Modalità di insegnamento: Prova intracorso	Ore impegno docente: 6		Ore impegno studente: 6	

Obiettivi formativi:

Acquisire familiarità con i fondamenti teorici della trasmissione numerica, le principali metodologie di progetto e di analisi, e la conoscenza delle principali tecniche di modulazione numerica.

Contenuti:

Modello di sistema di comunicazioni numeriche. Misura dell'informazione: entropia, sorgente discreta senza memoria, entropia di sorgente. Tecniche di codifica di sorgente (codici di Huffman). Primo teorema di Shannon. Codifica di canale, secondo teorema di Shannon, codici lineari a blocco. Richiami di trasmissione su canale AWGN. Trasmissione su canale AWGN a banda limitata: interferenza intersimbolica, diagramma ad occhio, criteri di Nyquist. Elementi di codifica di linea. Elementi di equalizzazione e sincronizzazione.

Propedeuticità: Teoria dei segnali, Teoria dei fenomeni aleatori, Metodi matematici per l'ingegneria.

Prerequisiti: Comunicazioni elettriche.

Modalità di accertamento del profitto: Prova scritta finale, prova orale.

Insegnamento: Teoria dei segnali

Modulo didattico	SSD	Af	Anno	CFU
Laboratorio di Telecomunicazioni	ING-INF/03	b	II	3
Modalità di insegnamento: Lezione	Ore impegno docente: 5		Ore impegno studente: 15	
Modalità di insegnamento: Esercitazione	Ore impegno docente: 3		Ore impegno studente: 6	
Modalità di insegnamento: Laboratorio	Ore impegno docente: 18		Ore impegno studente: 54	

Obiettivi formativi:

Saper gestire i più comuni segnali d'informazione, saper effettuare semplici elaborazioni su di essi, acquisire sensibilità sui loro effetti, operando sia nel dominio temporale che in quello trasformato. Apprendimento degli elementi base per l'impiego del software Matlab.

Contenuti:

Elementi minimi di programmazione Matlab. Simulazione e trattamento dei segnali tempo continuo e discreto. Gestione di segnali reali di tipo audio e immagini. Segnali deterministici a tempo continuo e a tempo discreto, caratterizzazione energetica, serie e trasformata di Fourier, banda di un segnale, modulazione. Sistemi lineari tempo invarianti: convoluzione, filtraggio nel dominio del tempo e della frequenza, banda di un sistema, distorsione lineare e non lineare. Conversione analogico/digitale: campionamento, quantizzazione uniforme. Trasformata discreta di Fourier.

Propedeuticità: Analisi matematica II, Geometria e algebra.

Prerequisiti: Elementi di informatica.

Modalità di accertamento del profitto: Prove applicative in itinere.

Insegnamento: Teoria dei segnali

Modulo didattico	SSD	Af	Anno	CFU
Teoria dei segnali	ING-INF/03	b	II	6
Modalità di insegnamento: Lezione	Ore impegno docente: 38	Ore impegno studente: 114		
Modalità di insegnamento: Esercitazione	Ore impegno docente: 12	Ore impegno studente: 36		

Obiettivi formativi:

Saper analizzare i segnali deterministici nel dominio del tempo e della frequenza. Acquisire familiarità con l'elaborazione dei segnali deterministici mediante sistemi lineari. Acquisire familiarità con i concetti di base della teoria della probabilità.

Contenuti:

Segnali deterministici: segnali a tempo continuo e a tempo discreto, caratterizzazione energetica, serie e trasformata di Fourier, banda di un segnale, modulazione. Sistemi lineari tempo invarianti, convoluzione, filtraggio nel dominio del tempo e della frequenza, banda di un sistema, distorsione lineare e non lineare. Conversione analogico/digitale e digitale/analogica: campionamento, quantizzazione e codifica. Elementi di teoria della probabilità: esperimenti aleatori, variabili aleatorie discrete e continue, densità e distribuzione di probabilità, medie statistiche.

Propedeuticità: Analisi matematica II, Geometria e algebra.

Prerequisiti: Nessuno.

Modalità di accertamento del profitto: Prova scritta finale, prova orale.

Esame di laurea

La prova finale per il Corso di Laurea in Ingegneria delle Telecomunicazioni consiste nella discussione di una relazione scritta, elaborata dallo studente sotto la guida di un relatore, delle attività di progetto svolte nell'ambito di uno o più insegnamenti, oppure delle attività di tirocinio svolto in una azienda.

Opzioni dal preesistente ordinamento al nuovo Ordinamento

Gli studenti iscritti al I e al II Corso di Laurea in Ingegneria delle Telecomunicazioni dell'ordinamento preesistente possono optare per l'iscrizione al Corso di Laurea in Ingegneria delle Telecomunicazioni del nuovo ordinamento, direttamente sostitutivo del preesistente, secondo quanto disposto dall'Art. 37 comma 2 del Regolamento didattico di Ateneo. Il riconoscimento degli studi compiuti sarà deliberato dal Consiglio di Corso di laurea, previa la valutazione in crediti degli insegnamenti dell'ordinamento preesistente e la definizione delle corrispondenze fra gli insegnamenti e i moduli dei due ordinamenti. Le modalità di opzione sono riportate nelle tabelle seguenti.

Corrispondenza fra CFU degli insegnamenti del I Corso di Laurea in Ingegneria delle Telecomunicazioni (allievi immatricolati prima del a.a. 2000/01), dell'Ordinamento preesistente, e CFU dei moduli del Corso di Laurea in Ingegneria delle Telecomunicazioni dell'Ordinamento regolato dal DM 509 del 3.11.99, direttamente sostitutivo del preesistente.

- A ciascun insegnamento dell'Ordinamento preesistente indicato in tabella nella colonna 1 sono assegnati i CFU indicati in colonna 2.
- Ai CFU dell'insegnamento del preesistente ordinamento corrispondono i crediti indicati nella colonna 4, assegnati ai moduli del Corso di laurea del nuovo ordinamento riportati nella colonna 3.
- I CFU residui, differenza fra i CFU in colonna 2 e i CFU in colonna 4, sono attribuiti ai settori scientifico-disciplinari indicati in colonna 5. Essi potranno essere utilizzati nell'ambito delle attività formative autonomamente scelte dallo studente o in un Corso di laurea specialistica, con modalità che saranno specificate.
- L'eventuale corrispondenza di insegnamenti dell'Ordinamento preesistente che non compaiono nella tabella sarà valutata caso per caso.

1	2	3	4	5
L'insegnamento dell'Ordinamento preesistente	CFU	corrisponde al modulo del Corso di laurea del nuovo Ordinamento	CFU	Settore scientifico - disciplinare dei CFU residui
Analisi matematica I	10	Analisi matematica I	9	MAT/05
Geometria e algebra	10	Geometria e algebra	6	MAT/03
Fisica generale I	10	Fisica generale I	6	FIS/01
Fondamenti di informatica I	10	Elementi di informatica	6	
		Calcolatori elettronici I	4	
Analisi matematica II	10	Analisi matematica II	6	MAT/05
Fondamenti di informatica II	10	Programmazione I	6	ING-INF/05
Economia e organizzazione aziendale	10	Economia e organizzazione aziendale	6	ING-IND/35
Fisica generale II	10	Fisica generale II	9	FIS/01
Elettrotecnica	10	Introduzione ai circuiti	6	ING-IND/31
Metodi matematici per l'ingegneria	10	Metodi matematici per l'ingegneria	6	MAT/05
Teoria dei sistemi	10	Fondamenti di sistemi dinamici	6	ING-INF/04
Campi elettromagnetici I	10	Propagazione guidata	6	
		Campi elettromagnetici	4	
Teoria dei segnali	10	Teoria dei fenomeni aleatori	6	
		Teoria dei segnali	4	
Elettronica I	10	Elettronica analogica	6	ING-INF/01

Corrispondenza fra CFU degli insegnamenti del I Corso di Laurea in Ingegneria delle Telecomunicazioni (allievi immatricolati nell'a.a. 2000-2001), dell'Ordinamento preesistente, e CFU di moduli del Corso di Laurea in Ingegneria delle Telecomunicazioni dell'Ordinamento regolato dal DM 509 del 3.11.99, direttamente sostitutivo del preesistente.

- A ciascun insegnamento dell'Ordinamento preesistente indicato in tabella nella colonna 1 sono assegnati i CFU indicati in colonna 2.
- Ai CFU dell'insegnamento del preesistente ordinamento corrispondono i crediti indicati nella colonna 4, assegnati ai moduli del Corso di laurea del nuovo ordinamento riportati nella colonna 3.
- L'eventuale corrispondenza di insegnamenti dell'Ordinamento preesistente che non compaiono nella tabella sarà valutata caso per caso.

1	2	3	4
L'insegnamento dell'Ordinamento preesistente	CFU	corrisponde al modulo del Corso di laurea del nuovo Ordinamento	CFU
Analisi matematica	12	Analisi matematica I	6
		Analisi matematica II	6
Geometria e algebra	6	Geometria e algebra	6
Fisica generale	12	Fisica generale I	6
		Fisica generale II	6
Fondamenti di informatica	12	Elementi di informatica	6
		Calcolatori elettronici I	6
Economia ed organizzazione aziendale	6	Economia ed organizzazione aziendale	6
Metodi matematici per l'ingegneria	6	Metodi matematici per l'ingegneria	6
Teoria dei segnali	12	Teoria dei fenomeni aleatori	6
		Teoria dei segnali	6
Elettrotecnica	12	Introduzione ai circuiti	6
		Fondamenti di misura	6
Reti di telecomunicazioni	12	Propagazione guidata	6
		Fondamenti di reti di telecomunicazioni	6
Elettronica	6	Elettronica analogica	6
Fondamenti di informatica	6	Programmazione I	6
Teoria dei sistemi	6	Fondamenti di sistemi dinamici	6

Le transizioni di studenti iscritti a Corsi di studio del preesistente Ordinamento diversi dal I Corso di laurea in Ingegneria delle Telecomunicazioni sono considerate come richieste di passaggio, secondo quanto disposto dall'Art.37 comma 3 del Regolamento didattico di Ateneo.

Agli studenti iscritti ai Corsi di laurea del Preesistente Ordinamento sarà consentito di laurearsi secondo il nuovo Ordinamento previo riconoscimento in blocco dei crediti previsti dai Piani di studio del Corso di laurea del nuovo Ordinamento, salvo i crediti previsti per la prova finale, secondo le modalità indicate nel seguito.

Si premette che:

la procedura indicata di seguito si applica esclusivamente agli studenti dei Preesistenti Ordinamenti iscritti alla Facoltà di Ingegneria dell'Università degli Studi di Napoli Federico II;

a ciascun insegnamento dell'ordinamento in vigore dall'A.A. 1991/1992 all'A.A. 2000/2001 (di seguito indicato come Preesistente Ordinamento) sono attribuiti i crediti formativi universitari (CFU) indicati nell'allegato E del vigente Regolamento didattico del Corso di Laurea in Ingegneria delle Telecomunicazioni;

le corrispondenze indicate nel seguito fanno riferimento agli insegnamenti impartiti agli studenti con matricola 39/___ e 139/___, ossia a quelli del Preesistente Ordinamento.

L'allievo acquisirà i 3 CFU relativi alla lingua straniera qualora abbia sostenuto con esito positivo il colloquio di idoneità previsto dal Preesistente Ordinamento.

Perché la richiesta di accesso alla procedura per il conferimento della Laurea sia presa in considerazione, è necessario che i CFU già conseguiti dall'allievo al momento della presentazione

della domanda soddisfino i minimi indicati nelle Colonne 4, 5 e 6 della Tabella seguente. Quando ciò si verifica, la richiesta è esaminata dal Consiglio di Corso di Laurea in Ingegneria delle Telecomunicazioni, che **definerà il numero complessivo di CFU che lo studente dovrà acquisire per l'accesso alla laurea.**

Insegnamento dell'Ordinamento Preesistente: Matr. 39/ e Matr. 139/	CFU	S. S. D.	Col. 4	Col. 5	Col. 6
Geometria e _algebra	10	MAT/03	20	40	170
Analisi matematica I	10	MAT/05			
Analisi matematica II	10	MAT/05			
Ricerca operativa	10	MAT/09			
Analisi funzionale	10	MAT/05			
Fondamenti di informatica I	10	ING-INF/05	10		
Fisica generale I	10	FIS/01			
Fisica generale II	10	FIS/01			
Chimica	10	CHIM/07	50	80	
Campi elettromagnetici I	10	ING-INF/02			
Sistemi di telecomunicazione	10	ING-INF/03			
Reti di telecomunicazioni	10	ING-INF/03			
Telerilevamento e diagnostica elettromagnetica	10	ING-INF/02			
Teoria dei segnali	10	ING-INF/03			
Comunicazioni elettriche	10	ING-INF/03			
Trasmissione numerica	10	ING-INF/03			
Propagazione	10	ING-INF/02			
Campi elettromagnetici II	10	ING-INF/02			
Circuiti a microonde e a onde millimetriche	10	ING-INF/02			
Antenne	10	ING-INF/02			
Teoria dell’informazione e codici	10	ING-INF/03			
Ottica e interazioni	10	ING-INF/02			
Elaborazione numerica dei segnali	10	ING-INF/03			
Teoria e tecnica radar	10	ING-INF/03	10		
Fondamenti di informatica II	10	ING-INF/05			
Calcolatori elettronici II	10	ING-INF/05			
Calcolatori elettronici	10	ING-INF/05			
Reti di calcolatori	10	ING-INF/05			
Impianti di elaborazione	10	ING-INF/05			
Architettura dei sistemi integrati	10	ING-INF/07	10		
Teoria dei sistemi	10	ING-INF/04			
Elettronica I	10	ING-INF/01			
Elettronica II	10	ING-INF/01			
Misure elettroniche	10	ING-INF/07	10		
Optoelettronica	10	ING-INF/01			
Elettrotecnica	10	ING-IND/31	20	20	
Metodi matematici per l’ingegneria	10	MAT/05			
Fisica tecnica	10	ING-IND/10			
Economia e organizzazione aziendale	10	ING-IND/35			
Lingua inglese	3				

Lo studente la cui richiesta sia stata accolta dovrà comunque preparare, sotto la guida di un relatore, un elaborato che discuterà in seduta di laurea.

Ai fini della prosecuzione degli studi nella Classe delle lauree specialistiche Ingegneria delle Telecomunicazioni (Classe 30/S) presso questa Facoltà di Ingegneria, l'eventuale debito formativo

verrà valutato facendo riferimento, fra l'altro, ai curricula attivati nel Corso di Laurea in Ingegneria delle Telecomunicazioni e all'Allegato E del relativo Regolamento didattico.

Gli studenti che si trovino in queste condizioni e vogliano laurearsi secondo il nuovo Ordinamento dovranno farne espressa richiesta alla Segreteria studenti.

Calendario delle attività didattiche nell'a.a. 2006/2007

I Anno

1° semestre	Inizio 12 Settembre 2006	Termine 17 Dicembre 2006
Esami	Inizio 19 Dicembre 2006	Termine 04 Marzo 2007
2° semestre	Inizio 06 Marzo 2007	Termine 10 Giugno 2007
Esami	Inizio 12 Giugno 2007	Termine 05 Agosto 2007
Esami	Inizio 21 Agosto 2007	Termine 30 Settembre 2007

Referente del Corso di Laurea per il Programma SOCRATES/ERASMUS è il Professore Daniele Riccio – Dipartimento di Ingegneria Elettronica e delle telecomunicazioni - tel. 081/7683106 - e-mail: danielle.riccio@unina.it.

Responsabile del Corso di Laurea per i tirocini è il Professore Leopoldo Angrisani - Dipartimento di Informatica e sistemistica - tel. 081/7683170 - e-mail: angrisan@unina.it.