

**Corso di Laurea specialistica in Ingegneria Informatica**  
**(Classe delle Lauree specialistiche in Ingegneria Informatica - Classe n. 35/S)**

Obiettivo del Corso di Laurea specialistica in Ingegneria Informatica è quello di formare un professionista in grado di inserirsi in realtà produttive molto differenziate e in rapida evoluzione con ruoli di promozione e gestione dell'innovazione tecnologica, di progetto e di gestione di sistemi complessi, di coordinamento di gruppi di lavoro e di responsabilità in ambito tecnico e produttivo ai massimi livelli. Oltre agli ambiti specifici dell'Ingegneria Informatica, le sue competenze copriranno anche altri ambiti dell'Ingegneria con particolare riferimento all'intero settore delle Tecnologie dell'Informazione e della Comunicazione.

La formazione professionale del laureato specialista in Ingegneria Informatica richiede pertanto l'acquisizione di capacità progettuali avanzate e con contenuti innovativi sia nell'area delle architetture dei sistemi di elaborazione, sia in quella dei sistemi software sia in quella delle applicazioni e dei sistemi telematici. Oltre alle conoscenze di tipo specificamente professionale e tecnologico, il laureato specialista in Ingegneria Informatica deve possedere una ampia e solida formazione sugli aspetti teorico-scientifici della matematica e delle altre scienze di base, nonché sugli aspetti teorico-scientifici dell'ingegneria, sia in generale sia in modo approfondito relativamente a quelli dell'ingegneria informatica. Egli deve essere capace di utilizzare tale conoscenza per interpretare e descrivere problemi dell'ingegneria complessi o che richiedono un approccio interdisciplinare. La formazione del laureato specialista in Ingegneria Informatica deve infine comprendere conoscenze nel campo dell'organizzazione aziendale e la conoscenza in forma scritta e orale, di almeno una lingua dell'Unione Europea oltre l'italiano, con riferimento anche ai lessici disciplinari.

La figura professionale trova significative prospettive di occupazione in enti pubblici e privati, in società di ingegneria e in imprese manifatturiere, operanti negli ambiti della produzione hardware e software, nell'area dei sistemi informativi e delle reti di calcolatori, nelle imprese di servizi, nei servizi informatici della pubblica amministrazione, e ovunque sia presente il problema dell'elaborazione e della gestione dell'informazione.

**Curriculum**

Insegnamento	Modulo	Settore scientifico - disciplinare	CFU	Attività formativa(#)		Propedeuticità
<b>I Anno – I semestre</b>						
Complementi di analisi matematica per l'ingegneria informatica	Complementi di analisi matematica per l'ingegneria informatica	MAT/05	6	a	1329	Metodi matematici per l'ingegneria
Ricerca operativa	Ricerca operativa	MAT/09	6	c	1333	Analisi matematica II
Architettura dei Sistemi di Elaborazione	Architettura dei Sistemi di Elaborazione	ING-INF/05	6	b	1331	Calcolatori elettronici I Reti Logiche
<b>I Anno – II semestre</b>						
Programmazione II	Programmazione II	ING-INF/05	6	b	1329	Programmazione I Sistemi operativi
Strutture geometriche e algebriche	Strutture Geometriche e Algebriche	MAT/03	3	a	1330	Geometria e algebra
Fisica generale III	Fisica generale III	FIS/01	6	a	1331	Fisica generale I e II
Algoritmi e Strutture Dati	Algoritmi e Strutture Dati	ING-INF/05	6	b	1331	Programmazione I
Calcolatori Elettronici II	Calcolatori Elettronici II	ING-INF/05	6	b	1331	Calcolatori elettronici I
Elementi di trasmissione del calore	Elementi di Trasmissione del Calore	ING-IND/10 ING-IND/11	3	c	1332	Metodi matematici per l'ingegneria Fisica generale II

<b>II Anno – I semestre</b>						
Ottimizzazione su rete	Ottimizzazione su rete	MAT/09	3	c	1333	Ricerca Operativa, Algoritmi e strutture dati
<b>II Anno – II semestre</b>						
Calcolo numerico II	Calcolo Numerico II	MAT/08	3	a	1329	Calcolo numerico
<b>II Anno I e II semestre a scelta da tabelle</b>						
A scelta dello studente da Tabella 1			18	b		
A scelta dello studente dalle Tabelle 1 e 2			6	b		
A scelta dello studente dalle Tabelle 3 e 4			18	c		
A scelta dello studente dalle Tabelle 4 e 5			6	a/c		
A scelta autonoma dello studente			3	d	1334	
Prova finale			9	e	1335	
attività sperimentali di laboratorio di informatica			6	f	2310	

(#) 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.

(\*) I piani di studio i cui insegnamenti di tipologia d), a scelta autonoma dello studente, sono prelevati dalla tabella 5 del presente manifesto sono di automatica approvazione. La scelta di altri insegnamenti richiede l'esplicita approvazione del piano di studio da parte del CdL.

**Tabella 1 - Insegnamenti afferenti al SSD ING-INF/05**

Insegnamento	Modulo	SSD	Sem.	CFU	A F	Ambito disciplinare	Propedeuticità
Basi di dati II	Basi di dati II	ING-INF/05	I	6	b	1331	Basi di Dati
Ingegneria del Software II	Ingegneria del Software II	ING-INF/05	II	6	b	1331	Ingegneria del Software
Intelligenza artificiale	Intelligenza artificiale	ING-INF/05	II	6	b	1331	Programmazione I
Reti di calcolatori II	Reti di calcolatori II	ING-INF/05	I	6	b	1331	Reti di Calcolatori
Sicurezza ed affidabilità dei sistemi informatici	Sicurezza e affidabilità dei Sistemi Informatici	ING-INF/05	I	6	b	1331	Reti di Calcolatori
Sistemi e impianti di elaborazione	Sistemi e impianti di elaborazione	ING-INF/05	II	6	b	1331	Calcolatori Elettronici II
Sistemi distribuiti	Sistemi distribuiti	ING-INF/05	I	6	b	1331	Sistemi operativi
Sistemi informativi (per informatici)	Sistemi informativi (per informatici)	ING-INF/05		6	b	1331	Basi di dati Ingegneria del software
Applicazioni telematiche	Applicazioni telematiche	ING-INF/05	II	6	b	1331	Basi di Dati Ingegneria del Software Sistemi operativi Reti di Calcolatori

**Tabella 2 - Insegnamenti afferenti al SSD ING-INF/04**

Insegnamento	Modulo	Ssd	Sem	Cfu	Attività formativa	Ambito disciplinare	Propedeuticità
Teoria dei sistemi	Teoria dei sistemi	ING-INF/04	II	6	b	1331	Metodi matematici per l'ingegneria
Controlli automatici	Controlli automatici	ING-INF/04	I	6	b	1331	Teoria dei sistemi

**Tabella 3 - Insegnamenti afferenti ai SSD ING-INF/01/02/03/06/07**

Insegnamento	Modulo	SSD	Sem.	CFU	A F	Ambito disciplinare	Propedeuticità
Circuiti integrati digitali	Circuiti integrati digitali	ING-INF/01	I	6	c	1332	Elettronica digitale
Sistemi elettronici programmabili	Sistemi elettronici programmabili	ING-INF/01	II	6	c	1332	Elettronica digitale Circuiti integrati digitali
Campi Elettromagnetici	Campi Elettromagnetici	ING-INF/02	I	6	c	1332	Metodi matematici per l'ingegneria Introduzione ai circuiti
Reti di telecomunicazioni	Reti di telecomunicazioni	ING-INF/03	II	6	c	<b>1332</b>	Reti di Calcolatori o Fondamenti di reti di telecomunicazioni
Reti wireless	Reti wireless	ING-INF/03	II	6	c	<b>1332</b>	Reti di Calcolatori o Fondamenti di reti di telecomunicazioni
Elaborazione di segnali multimediali	Elaborazione di segnali multimediali	ING-INF/03	II	6	c	1332	Teoria dei Segnali.

**Tabella 4**

Insegnamento	Modulo	SSD	Sem.	CFU	A F	Ambito disciplinare	Propedeuticità
Teoria dei circuiti (per Informatici)	Teoria dei circuiti (per Informatici)	ING-IND/31	I	6	c	1332	Metodi matematici per l'ingegneria Introduzione ai circuiti
Gestione dell'innovazione e dei progetti	Gestione dell'innovazione e dei progetti	ING-IND/35	I	6	c	1332	Economia e organizzazione aziendale

**Tabella 5**

Insegnamento	Modulo	SSD	Sem.	CFU	A F		Propedeuticità
Geometria finita e codici lineari	Geometria finita e codici lineari	MAT/03	II	3	a	1329	Geometria e algebra
Geometria e algebra II	Geometria e algebra II	MAT/03	I	3	a	1329	Geometria e algebra
Complementi di analisi di Fourier	Complementi di analisi di Fourier	MAT/05	I	3	a	1329	Metodi matematici per l'ingegneria
Analisi funzionale	Analisi funzionale	MAT/05	II	6	a	1329	Metodi matematici per l'ingegneria
Ricerca Operativa II	Ricerca Operativa II	MAT/09	II	6	a	1329	Ricerca Operativa
Chimica	Chimica	CHIM/07	II	6	a	1329	nessuna

## Attività formative del Corso di Laurea specialistica in Ingegneria Informatica.

**Insegnamento:** Algoritmi e strutture dati

Modulo didattico	SSD	Af	Anno	CFU
Algoritmi e strutture dati	ING-INF/05	b	I	6

<b>Modalità di insegnamento:</b> Lezione	<b>Ore impegno docente:</b> 30	<b>Ore impegno studente:</b> 90
<b>Modalità di insegnamento:</b> Esercitazione	<b>Ore impegno docente:</b> 24	<b>Ore impegno studente:</b> 60

### Obiettivi formativi:

Fornire gli strumenti necessari per la sintesi e l'analisi di algoritmi e strutture dati anche complessi. Le capacità di sintesi verranno sviluppate attraverso lo studio di una ampia varietà di strutture dati e di algoritmi che risolvono problemi di carattere fondamentale nello sviluppo delle applicazioni informatiche. Per quanto riguarda le capacità di analisi, verranno introdotte le tecniche di base per la dimostrazione di correttezza di un algoritmo e la valutazione della complessità temporale.

### Contenuti:

Concetti introduttivi: algoritmi e strutture dati, ricorsione.

Analisi di correttezza. Analisi di complessità: le notazioni asintotiche  $O$ ,  $\Theta$ ,  $\Omega$ , analisi di algoritmi ricorsivi.

Algoritmi di ordinamento e selezione: heap, quicksort, ordinamento in tempo lineare, mediano e selezione.

Strutture dati: liste, alberi, tabelle hash, alberi binari di ricerca, RB-Alberi, estensione di strutture dati.

Tecniche algoritmiche: divide et impera, tecnica greedy.

Esempi di algoritmi per la soluzione di problemi specifici.

Traduttori e interpreti: analisi lessicale, analisi sintattica, analisi semantica, interpreti, strutture dati usate nei traduttori.

**Propedeuticità:** Programmazione I.

**Prerequisiti:** Nessuno.

**Modalità di accertamento del profitto:** Sviluppo di un elaborato e prova orale.

-----

**Insegnamento:** Analisi funzionale

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

<b>Modalità di insegnamento:</b> Lezione	<b>Ore impegno docente:</b> 50	<b>Ore impegno studente:</b> 150
--	--------------------------------	----------------------------------

### Obiettivi formativi:

Il corso si propone di fornire alcuni concetti fondamentali dell'Analisi funzionale, per affrontare lo studio di argomenti specialistici utili per le applicazioni in un contesto avanzato, e di 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. 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 ai limiti per le equazioni differenziali ordinarie del II ordine.

Cenni sugli spazi di Sobolev e formulazione variazionale di problemi ai limiti in dimensione uno.

**Propedeuticità:** Metodi matematici per l'ingegneria.

**Prerequisiti:** Complementi di Analisi matematica per l'ingegneria informatica.

**Modalità di accertamento del profitto:** Colloquio.

**Insegnamento:** Applicazioni telematiche

Modulo didattico	SSD	Af	Anno	CFU
Applicazioni telematiche	ING-INF/05	b	II	6
<b>Modalità di insegnamento:</b> Lezione	<b>Ore impegno docente:</b> 42	<b>Ore impegno studente:</b> 126		
<b>Modalità di insegnamento:</b> Esercitazione	<b>Ore impegno docente:</b> 12	<b>Ore impegno studente:</b> 24		

**Obiettivi formativi:**

Il corso si propone di fornire le nozioni teoriche e metodologiche di base per la progettazione e lo sviluppo di applicazioni telematiche, con particolare riferimento ai sistemi basati sul web ed alle applicazioni multimediali distribuite. Le applicazioni telematiche verranno studiate sia dal punto di vista dell'architettura software che dal punto di vista dei protocolli che definiscono le modalità di comunicazione. Il corso si articola in tre parti: 1) Progetto e sviluppo di applicazioni basate sul web; 2) Progetto e sviluppo di applicazioni multimediali distribuite; 3) Paradigmi di comunicazione alternativi per applicazioni telematiche. La presentazione degli aspetti teorici è integrata da un'attività di esercitazione in laboratorio.

**Contenuti:**

Parte I: Applicazioni basate sul web. Interazione Client-Server nel Web. Il Protocollo HTTP. Web caching e problematiche connesse. Web Server. Servizio di pagine statiche. Meccanismi di autenticazione ed autorizzazione. Pagine Web dinamiche: programmazione server-side. Linguaggi di scripting per il web. Applicazioni Web in Java. Servlet: modello di servizio, ciclo di vita, modelli di richiesta e risposta, meccanismi per la gestione di sessione. Server applicativi e sviluppo basato su componenti. La tecnologia Java Server Pages (JSP). Architettura delle moderne applicazioni web. Il modello n-tier. Il design pattern Model-View-Controller. XML come formato di interscambio dati. DTD e Schema. Validazione e parsing di documenti XML. API per il parsing di documenti XML. Dalle applicazioni Web ai Web Services. Service Oriented Architectures (SOA). Lo stack protocollare dei WS. Registry per WS. UDDI.

Parte II: Applicazioni Multimediali Distribuite. Applicazioni multimediali distribuite e requisiti di Qualità del Servizio. Protocolli a supporto dello streaming di flussi audio/video. Il protocollo RTP. Il protocollo RTSP per il controllo di sessioni. Applicazioni di video-on-demand e near-video-on-demand. Applicazioni di telefonia su IP. Protocolli di segnalazione per telefonia su IP: SIP, H.323.

Parte III: Paradigmi di comunicazione alternativi per applicazioni telematiche. Comunicazione Multicast. Dal modello Client-Server al modello Peer-to-Peer. Architettura delle applicazioni Peer-to-Peer. Applicazioni di file sharing. Dalla comunicazione sincrona alla comunicazione asincrona: comunicazione mediante code di messaggi; comunicazione secondo il modello publish-subscribe.

**Propedeuticità:** Basi di dati, Ingegneria del software, Sistemi operativi, Reti di calcolatori.

**Prerequisiti:** Nessuno.

**Modalità di accertamento del profitto:** Discussione elaborato e prova orale.

-----

**Insegnamento:** Architettura dei sistemi di elaborazione

Modulo didattico	SSD	Af	Anno	CFU
Architettura dei sistemi di elaborazione	ING-INF/05	a	I	6
<b>Modalità di insegnamento:</b> Lezione	<b>Ore impegno docente:</b> 46	<b>Ore impegno studente:</b> 138		
<b>Modalità di insegnamento:</b> Esercitazione	<b>Ore impegno docente:</b> 6	<b>Ore impegno studente:</b> 12		

**Obiettivi formativi:**

Obiettivo primario è di recuperare una impostazione metodologica al tema dell'architettura dei calcolatori.

**Contenuti:**

La rappresentazione dei numeri. Rappresentazione di numeri naturali, interi relativi, frazionari. Virgola fissa e mobile. Lo standard IEEE 754. Codifica delle informazioni. Codici lineari e codici polinomiali. Le macchine aritmetiche. Addizionatori, sottrattori, moltiplicatori, divisori. Algoritmi per la moltiplicazione. Algoritmo di Booth. Algoritmi per la divisione: restoring e non restoring. Aritmetica in virgola mobile: algoritmi fondamentali. Il processore: una vista più matura. Tecniche per il controllo. Controllo cablato e controllo microprogrammato. Modello a bus multipli. Memorie cache. Concetti di base e tecniche di accesso. Pipelining. Criticità del pipelining. Il sistema di input/output. Gli strati del sistema I/O. Il colloquio fra CPU e periferia. Architettura del sottosistema I/O. I/O con DMA e con canali indipendenti. Modelli di programmazione di I/O. Tecniche di sincronizzazione del colloquio: I/O sincronizzato da programma e I/O sincronizzato da interruzioni. Interfacce e bus dei sistemi PC. Le memorie. Architettura fondamentale delle memorie RAM. Architettura di un sistema di memoria RAM. Collegamento CPU-memoria. Cenni alla tecnologia delle RAM. Le

memorie di massa. La registrazione su superfici magnetiche. Architettura delle memorie di massa. Memorie a nastro. Dischi magnetici. Dischi ottici. Organizzazione dei dati nelle memorie a disco. Memorie esterne e dischi a stato solido. Sistemi di memorie di massa.

**Propedeuticità:** Calcolatori elettronici I, Reti logiche.

**Prerequisiti:** Nessuno.

**Modalità di accertamento del profitto:** Elaborato e prova orale.

-----

**Insegnamento:** Basi di dati II

<b>Modulo didattico</b>	<b>SSD</b>	<b>Af</b>	<b>Anno</b>	<b>CFU</b>
Basi di dati II	ING-INF/05	b	II	6
<b>Modalità di insegnamento:</b> Lezione	<b>Ore impegno docente:</b> 32	<b>Ore impegno studente:</b> 95		
<b>Modalità di insegnamento:</b> Esercitazione	<b>Ore impegno docente:</b> 16	<b>Ore impegno studente:</b> 40		
<b>Modalità di insegnamento:</b> Elaborato	<b>Ore impegno docente:</b> 5	<b>Ore impegno studente:</b> 15		

**Obiettivi formativi:**

Fornire conoscenze su modelli, metodi e sistemi per la tecnologia delle basi di dati insieme a recenti direzioni di evoluzione della tecnologia stessa. Competenze: aspetti realizzativi della tecnologia delle basi di dati (perché un DBMS è efficiente e affidabile), delle basi di dati in ambiente Web, basi di dati a oggetti, "data warehousing".

**Contenuti:**

Tecnologia di un Server di basi di dati: Strutture fisiche di accesso. Gestione dei buffer. Gestione delle interrogazioni. Controllo dell'affidabilità. Controllo di concorrenza: architettura, anomalie delle transazioni concorrenti, locking a due fasi, blocco critico.

Architetture distribuite: Introduzione e Architetture Client-server. Basi di dati distribuite. Protocolli di Commit. Interoperabilità. Parallelismo. Basi di dati replicate.

Basi di dati e www: Internet e World Wide Web. Sistemi informativi su Web. Progettazione di siti Web centrati sui dati. Tecniche e strumenti per l'accesso ai dati attraverso il Web.

Basi di dati a oggetti: Modello dei dati ad oggetti. Standard ODMG per le basi dati a oggetti: Il linguaggio di modellazione ODL, Il linguaggio di interrogazione (OQL). Basi di dati Object Relational . SQL3: Modello dei dati e linguaggio di interrogazione.

Architetture e paradigmi per l'analisi dei dati. Data warehousing e sistemi informativi direzionali. Modellazione e progettazione di un data warehouse. Introduzione al data mining.

**Propedeuticità:** Basi di dati.

**Prerequisiti:** Nessuno.

**Modalità di accertamento del profitto:** Elaborato e prova orale.

-----

**Insegnamento:** Calcolatori elettronici II

<b>Modulo didattico</b>	<b>SSD</b>	<b>Af</b>	<b>Anno</b>	<b>CFU</b>
Calcolatori elettronici II	ING-INF/05	b	I	6
<b>Modalità di insegnamento:</b> Lezione	<b>Ore impegno docente:</b> 32	<b>Ore impegno studente:</b> 96		
<b>Modalità di insegnamento:</b> Esercitazione	<b>Ore impegno docente:</b> 10	<b>Ore impegno studente:</b> 30		
<b>Modalità di insegnamento:</b> Laboratorio	<b>Ore impegno docente:</b> 12	<b>Ore impegno studente:</b> 24		

**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.

**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.

**Propedeuticità:** Calcolatori elettronici I.

**Prerequisiti:** Nessuno.

**Modalità di accertamento del profitto:** Sviluppo di un elaborato, test al calcolatore e prova orale.

-----

**Insegnamento:** Calcolo numerico II

Modulo didattico	SSD	Af	Anno	CFU
Calcolo numerico II	MAT/08	a	II	3
<b>Modalità di insegnamento:</b> Lezione	<b>Ore impegno docente:</b> 20	<b>Ore impegno studente:</b> 60		
<b>Modalità di insegnamento:</b> Esercitazione	<b>Ore impegno docente:</b> 5	<b>Ore impegno studente:</b> 10		
<b>Modalità di insegnamento:</b> Laboratorio	<b>Ore impegno docente:</b> 5	<b>Ore impegno studente:</b> 5		

**Obiettivi formativi:**

Fornire metodologie tecniche e competenze operative relative allo sviluppo di algoritmi e software per la risoluzione su calcolatore di alcuni modelli specialistici che si incontrano nelle applicazioni tecnico- scientifiche. Uso del sistema Matlab per lo sviluppo del software relativo.

**Contenuti:**

Risoluzione di sistemi lineari con matrici sparse; esempi ed applicazioni; memorizzazione efficiente delle matrici sparse; algoritmi di Jacobi, Gauss Seidel, SOR; convergenza e criteri di arresto; funzioni Matlab spars,full,spy. Risoluzione di equazioni non lineari. Algoritmi di bisezione, Newton, secanti; convergenza e criterio di arresto; algoritmo ibrido di Dekker Brent; funzione Matlab fzero. Risoluzione numerica di equazioni differenziali ordinarie a valori iniziali. Alcuni modelli (sviluppo di popolazione, modello predatore-preda,..); condizionamento di una ODE; metodi di Eulero e di Eulero backward; errore locale e globale; stabilità e convergenza; errore di round off; metodi Runge Kutta; stima dell'errore e del passo; algoritmo Runge Kutta Fehlberg a passo variabile; esempi di problemi stiff; l'ODE suite del Matlab. Trasformata discreta (diretta ed inversa) di Fourier; esempi ed applicazioni; algoritmo FFT radix-2 e dettagli relativi alla sua implementazione; calcolo di DFT in Matlab tramite le funzioni fft,ifft.

**Propedeuticità:** Calcolo numerico.

**Prerequisiti:** Nessuno.

**Modalità di accertamento del profitto:** Discussione sugli elaborati svolti durante il corso e prova orale.

-----

**Insegnamento:** Campi elettromagnetici

Modulo didattico	SSD	Af	Anno	CFU
Campi elettromagnetici	ING-INF/02	c	II	6
<b>Modalità di insegnamento:</b> Lezione	<b>Ore impegno docente:</b> 40	<b>Ore impegno studente:</b> 120		
<b>Modalità di insegnamento:</b> Esercitazione	<b>Ore impegno docente:</b> 15	<b>Ore impegno studente:</b> 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:** Metodi matematici per l'ingegneria. Introduzione ai circuiti.

**Prerequisiti:** Nessuno.

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

-----

**Insegnamento:** Chimica

Modulo didattico	SSD	Af	Anno	CFU
Chimica	CHIM/07	a	II	6
<b>Modalità di insegnamento:</b> Lezione	<b>Ore impegno docente:</b> 38		<b>Ore impegno studente:</b> 114	
<b>Modalità di insegnamento:</b> Esercitazione	<b>Ore impegno docente:</b> 16		<b>Ore impegno studente:</b> 32	
<b>Modalità di insegnamento:</b> Prova intracorso	<b>Ore impegno docente:</b> 4		<b>Ore impegno studente:</b> 4	

**Obiettivi formativi:**

Conoscenza della natura della materia e delle sue principali trasformazioni, fondamento di tecnologie e problematiche di tipo ingegneristico quali materiali, inquinamento, energia. Individuazione delle analogie tra le differenti fenomenologie e comune interpretazione termodinamica e meccanicistica.

**Contenuti:**

Dalle leggi fondamentali della chimica all'ipotesi atomica. Massa atomica. La mole e la massa molare. Formule chimiche. L'equazione di reazione chimica bilanciata e calcoli stechiometrici. La struttura elettronica degli atomi. Orbitali atomici. Legami chimici. La polarità dei legami e molecole polari. Nomenclatura dei principali composti inorganici. Legge dei gas ideali. Le miscele gassose. La distribuzione di Maxwell-Boltzmann delle velocità molecolari. Gas reali. Interazioni intermolecolari. Stato liquido. Stato solido. Forze di coesione nei solidi. Tipi di solidi: covalente, molecolare, ionico, metallico. Solidi amorfi. Cenni di termodinamica chimica. Trasformazioni di fase di una sostanza pura: definizioni ed energetica. Il diagramma di fase di una sostanza pura. Le soluzioni e loro proprietà. La solubilità. Bilanci di materia nelle operazioni di mescolamento e diluizione delle soluzioni. Le reazioni chimiche. Termochimica. Leggi cinetiche e meccanismi di reazione. Teoria delle collisioni. Equilibri chimici. La legge di azione di massa. Acidi e basi. L'equilibrio in sistemi omogenei ed eterogenei. Il concetto di semireazione. Celle galvaniche. Potenziali elettrochimici. Principali composti organici.

**Propedeuticità:** Nessuna.

**Prerequisiti:** Nessuno.

**Modalità di accertamento del profitto:** Prove in itinere scritte; prova finale scritta e orale. Prove di recupero scritte e orali.

**Insegnamento:** Circuiti integrati digitali

<b>Modulo didattico</b>	<b>SSD</b>	<b>Af</b>	<b>Anno</b>	<b>CFU</b>
Circuiti integrati digitali	ING-INF/01	c	II	6

<b>Modalità di insegnamento:</b> Lezione	<b>Ore impegno docente:</b> 42	<b>Ore impegno studente:</b> 126
<b>Modalità di insegnamento:</b> Esercitazione	<b>Ore impegno docente:</b> 12	<b>Ore impegno studente:</b> 24

**Obiettivi formativi:**

Conoscere e saper utilizzare gli strumenti analitici e CAD necessari per progettare circuiti digitali in forma integrata. Valutazione delle prestazioni delle differenti tecnologie di implementazione dei circuiti digitali (NMOS, CMOS, Bipolare, BiCMOS). Definizione dei tracciati su silicio per la realizzazione del circuito integrato.

**Contenuti:**

Tecnologie MOS e Bipolari per circuiti integrati - regole di progetto - Strutture logiche CMOS per VLSI: logiche complesse FCMOS - logiche a porte di trasmissione - logiche dinamiche - interfacciamento e interconnessione - porte tri-state - invertitori con isteresi - interfacciamento tra logiche diverse - logiche BiCMOS - Realizzazione di circuiti combinatori e sequenziali in tecnologia MOS e Bipolare - Circuiti logici programmabili (PLD) - Architetture CPLD e FPGA - Memorie a sola lettura (ROM) - memorie programmabili (EPROM, EEPROM, Flash) - dispositivi per la programmazione - indirizzamento e tempi di accesso delle memorie ROM - Memorie a lettura-scrittura (RAM) - organizzazione e architettura delle memorie RAM - memorie DRAM - celle dinamiche MOS.

**Propedeuticità:** Elettronica digitale.

**Prerequisiti:** Inclusi nelle propedeuticità.

**Modalità di accertamento del profitto:** Prove intracorso e verifica finale

-----

**Insegnamento:** Complementi di analisi di Fourier

<b>Modulo didattico</b>	<b>SSD</b>	<b>Af</b>	<b>Anno</b>	<b>CFU</b>
Complementi di analisi di Fourier	MAT/05	a	II	3

<b>Modalità di insegnamento:</b> Lezione	<b>Ore impegno docente:</b> 25	<b>Ore impegno studente:</b> 75
--	--------------------------------	---------------------------------

**Obiettivi formativi:**

Il corso si propone lo studio degli spazi di Hilbert con riferimento ai sistemi ortonormali e alle serie di Fourier e un'introduzione alle basi di wavelets.

**Contenuti:**

Spazi metrici, normati, dotati di prodotto interno, norme hilbertiane; spazi di Hilbert, ortogonalità, decomposizione ortogonale. Sistemi ortonormali e serie di Fourier, sistemi completi e criteri di completezza. Completezza del sistema trigonometrico, base di Haar.

Basi ortonormali di ordine sullo spazio delle funzioni di quadrato sommabile e decomposizione ortogonale di tale spazio; analisi multirisoluzione e costruzione di una base ortonormale di ordine; le MRA che generano la base di Haar e quella di Shannon.

**Propedeuticità:** Metodi matematici per l'ingegneria.

**Prerequisiti:** Nessuno.

**Modalità di accertamento del profitto:** Colloquio.

-----

**Insegnamento:** Complementi di analisi matematica per l'ingegneria informatica

<b>Modulo didattico</b>	<b>SSD</b>	<b>Af</b>	<b>Anno</b>	<b>CFU</b>
Complementi di analisi matematica per l'ingegneria informatica	MAT/05	a	I	6

<b>Modalità di insegnamento:</b> Lezione	<b>Ore impegno docente:</b> 40	<b>Ore impegno studente:</b> 120
<b>Modalità di insegnamento:</b> Esercitazione	<b>Ore impegno docente:</b> 12	<b>Ore impegno studente:</b> 30

**Obiettivi formativi:**

Fornire i concetti fondamentali relativi ai metodi matematici utilizzati per affrontare alcune questioni rilevanti nell'ambito dell'informatica quali l'ottimizzazione, il calcolo e/o la stima asintotica di sommatorie o di soluzioni di equazioni ricorrenti, l'analisi probabilistica.

**Contenuti:**

Equazioni non lineari e ottimizzazione. Zeri di una funzione: metodo di bisezione, metodi di punto fisso. Teorema delle contrazioni. Funzioni implicite. Teoremi del Dini. Massimi e minimi vincolati. Metodo dei moltiplicatori di Lagrange. Metodi di ottimizzazione. Notazioni asintotiche. Funzioni parte intera. Proprietà delle somme. Metodi per stimare o calcolare somme. Somme e integrali. Somme multiple: proprietà. Sistemi dinamici discreti: equazione logistica. Somme ed equazioni ricorrenti. Metodi per la risoluzione di equazioni ricorrenti. Numeri di Bernoulli e formula per la somma di potenze di numeri interi. Numeri di Fibonacci. Formula di somma di Eulero: formula di Stirling. Metodi per la stima di soluzioni di equazioni ricorrenti: metodo di sostituzione, metodo iterativo, metodo principale (master). Calcolo combinatorio e probabilità: permutazioni e combinazioni, coefficienti binomiali, sotto-fattoriale. Stime per i coefficienti binomiali. Probabilità: assiomi e calcolo. Probabilità condizionata e indipendenza. Teorema di Bayes. Variabili aleatorie discrete: funzione densità di probabilità, valore atteso, varianza e deviazione standard. Diseguaglianza di Chebyshev. Valutazione sperimentale di valore atteso e varianza. Funzioni generatrici di probabilità e proprietà. Distribuzione geometrica e distribuzione binomiale. Code della distribuzione binomiale. Analisi probabilistica di algoritmi.

**Propedeuticità:** Metodi matematici per l'ingegneria.

**Prerequisiti:** Nessuno.

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

**Insegnamento:** Controlli automatici

Modulo didattico	SSD	Af	Anno	CFU
Controlli automatici	ING-INF/04	b	II	6
<b>Modalità di insegnamento:</b> Lezione	<b>Ore impegno docente:</b> 30	<b>Ore impegno studente:</b> 90		
<b>Modalità di insegnamento:</b> Esercitazione	<b>Ore impegno docente:</b> 20	<b>Ore impegno studente:</b> 50		
<b>Modalità di insegnamento:</b> Laboratorio	<b>Ore impegno docente:</b> 4	<b>Ore impegno studente:</b> 10		

**Obiettivi formativi:**

Fornire elementi di analisi del comportamento di sistemi in controeazione. Introdurre lo studente alla progettazione di semplici leggi di controllo in controeazione in grado di conferire al sistema un comportamento dinamico desiderato.

**Contenuti:**

Risposta qualitativa di sistemi del I e II ordine mediante parametri globali. Modelli semplificati di sistemi dinamici. Proprietà fondamentali dei sistemi di controllo in controeazione: funzione di sensitività, di sensitività complementare, di sensitività del controllo. Tecniche di analisi di sistemi in controeazione: analisi di stabilità (criterio di Nyquist), margini di stabilità, luogo delle radici, risposta a regime, luoghi a modulo e fase costante nel piano di Nichols, risposta in transitorio con le carte di Nichols, analisi di robustezza. Calcolo approssimato delle funzioni di sensitività a partire dalla funzione di trasferimento di anello. Calcolo approssimato dei parametri globali della risposta a gradino di un sistema in controeazione a partire dalla funzione di trasferimento di anello. Specifiche di un problema di controllo. Sintesi di sistemi di controllo a tempo continuo: le principali reti correttrici, progetto delle reti correttrici mediante le carte di Nichols, esempi di progetto.

**Propedeuticità:** Teoria dei sistemi.

**Prerequisiti:** Nessuno.

**Modalità di accertamento del profitto:** Prova scritta e colloquio orale.

**Insegnamento:** Elaborazione dei segnali multimediali

Modulo didattico	SSD	Af	Anno	CFU
Elaborazione dei segnali multimediali	ING-INF/03	c	II	6
<b>Modalità di insegnamento:</b> Lezione	<b>Ore impegno docente:</b> 38	<b>Ore impegno studente:</b> 114		
<b>Modalità di insegnamento:</b> Laboratorio	<b>Ore impegno docente:</b> 12	<b>Ore impegno studente:</b> 36		

**Obiettivi formativi:**

Fornire gli strumenti concettuali e matematici di base per l'elaborazione numerica di immagini, audio e sequenze video. Sviluppare algoritmi di elaborazione dei segnali mediante l'uso di Matlab.

**Contenuti:**

Generalità sulle immagini. Elaborazioni di base delle immagini: operazioni puntuali, elaborazione dell'istogramma, operazioni geometriche, filtraggio spaziale e frequenziale. Compressione di immagini: cenni sulla quantizzazione, codifica mediante trasformata (DCT e KLT). Trasformata wavelet. Analisi multirisoluzione e banchi di filtri. Algoritmo EZW. Standard JPEG e JPEG2000. Generalità sul segnale video. Compressione del segnale video, famiglia degli standard MPEG. Compressione del segnale vocale e del segnale audio. Codifica di forme d'onda e per modelli. Schemi di codifica a sottobande. Standard MP3.

**Propedeuticità:** Teoria dei segnali.

**Prerequisiti:** Nessuno.

**Modalità di accertamento del profitto:** Progetto in Matlab, prova orale.

-----

**Insegnamento:** Elementi di trasmissione del calore

Modulo didattico	SSD	Af	Anno	CFU
Elementi di trasmissione del calore	ING-IND/10-11	c	I	3
<b>Modalità di insegnamento:</b> Lezione	<b>Ore impegno docente:</b> 15	<b>Ore impegno studente:</b> 45		
<b>Modalità di insegnamento:</b> Esercitazione	<b>Ore impegno docente:</b> 15	<b>Ore impegno studente:</b> 30		

**Obiettivi formativi:**

Il modulo si propone di fornire le conoscenze di base trasmissione del calore, evidenziandone, mediante un approccio ingegneristico, gli aspetti applicativi, con particolare riferimento a quelli inerenti i problemi di raffreddamento e controllo termico dei componenti elettronici.

**Contenuti:**

Cenni introduttivi. Prima e seconda legge della termodinamica per sistemi chiusi, bilancio di energia per sistemi chiusi. Meccanismi di scambio termico: conduzione, convezione, irraggiamento: enunciati delle leggi particolari.

Irraggiamento termico. Generalità, definizioni di base, corpo nero, caratteristiche radiative delle superfici, scambio termico radiativo, fattore di configurazione, scambio termico radiativo tra superfici piane parallele e indefinite, superfici nere e grigie, schermi radiativi, scambio termico radiativo in cavità.

Convezione. Generalità, flusso laminare e turbolento, viscosità, concetto di strato limite, gruppi adimensionali per la convezione forzata e quella naturale, correlazioni per il calcolo della conduttanza convettiva unitaria media.

Conduzione. Legge di Fourier, conduzione in regime stazionario monodimensionale con e senza "generazione", regime non stazionario.

Meccanismi combinati di scambio termico.

Sistemi alettati. Generalità, rendimento, conduttanza globale per pareti alettate.

**Propedeuticità:** Metodi matematici per l'ingegneria, Fisica generale II

**Prerequisiti:** Nessuno.

**Modalità di accertamento del profitto:** Prova scritta e colloquio finale.

-----

**Insegnamento:** Fisica generale III

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

**Obiettivi formativi:**

Il corso intende approfondire la conoscenza del metodo scientifico mediante lo studio dell'elettromagnetismo in forma locale, dell'ottica e dei primi elementi di meccanica quantistica e di struttura della materia.

**Contenuti:**

Elettromagnetismo in forma locale nel vuoto e nei mezzi materiali. Equazioni di Maxwell nei mezzi materiali. Teorema di Poynting. Pressione di radiazione. Potenziali elettrodinamici. Potenziali ritardati. Introduzione alle onde. Onde elettromagnetiche. Ottica ondulatoria. Spettro, colori e visione. Polarizzazione. Interferenza: esperimento di Young, pellicole sottili, lunghezza dei treni d'onda e monocromaticità, intervallo continuo di frequenze, il pacchetto d'onda. Diffrazione: fenditure, reticolo, fasori, approssimazione di Fresnel e di Fraunhofer, integrale di Fourier, legge di Bragg, metodo delle polveri. Interazione della luce con la materia: teoria di Einstein dell'effetto fotoelettrico, costante di Planck, effetto Compton, quantizzazione dell'energia, legge di Planck, legge di Stefan-Boltzmann, legge di Wien. Elementi di meccanica quantistica: ipotesi di De Broglie, equazione di Schroedinger, principio d'indeterminazione di Heisenberg, interferenza di elettroni, comportamento ondulatorio della materia.

**Propedeuticità:** Fisica generale II.

**Prerequisiti:** Nessuno.

**Modalità di accertamento del profitto:** Verifica.

-----

**Insegnamento:** Geometria e algebra II

Modulo didattico	SSD	Af	Anno	CFU
Geometria e algebra II	MAT/03	a	II	3

**Modalità di insegnamento:** Lezione

**Ore impegno docente:** 25 **Ore impegno studente:** 75

**Obiettivi formativi:**

L'obiettivo di questo modulo è essenzialmente quello di approfondire le conoscenze acquisite nel corso di Geometria e algebra, affrontando questioni di algebra lineare più avanzate di immediato utilizzo nei corsi caratterizzanti.

**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, prodotti hermitiani, endomorfismi hermitiani. Decomposizione in valori singolari di una matrice complessa. Norme di matrici, norma spettrale e norma di Frobenius. Matrici in forma canonica di Jordan (blocchi di Jordan, autospazi generalizzati, riduzione al caso triangolare con un solo autovalore, caso generale).

**Propedeuticità :** Geometria e algebra.

**Prerequisiti:** Nessuno.

**Modalità di accertamento del profitto:** Prova orale.

-----

**Insegnamento:** Geometria finita e codici lineari

Modulo didattico	SSD	Af	Anno	CFU
Geometria finita e codici lineari	MAT/03	a	II	3

**Modalità di insegnamento:** Lezione

**Ore impegno docente:** 25 **Ore impegno studente:** 75

**Obiettivi formativi:**

Il corso si propone di fornire i fondamenti dell'algebra lineare e della geometria sui campi finiti e le loro applicazioni alla teoria dei codici lineari con particolare riguardo ai codici ciclici.

**Contenuti:**

Strutture algebriche. Gruppi. Gruppi finiti. Anelli. Sottoanelli e ideali. Campi. Campi finiti. Caratteristica di un campo. Sottocampo primo. Anello dei polinomi su un campo. Teorema di Ruffini. Polinomi minimi e polinomi primitivi. Campo di spezzamento di un polinomio. Problematiche e fondamenti della teoria dei codici. Codici a blocchi. Distanza di

Hamming e distanza minima di un codice. Codici rivelatori e codici correttori. Principio di massima somiglianza e sua interpretazione geometrica. Codici e-correttori perfetti. Codici equivalenti. Limitazioni fondamentali. Codici lineari. Peso di Hamming. Matrici generatrici. Equivalenza nei codici lineari. Codifica e decodifica nei codici lineari. Prodotto scalare. Codice duale e matrice di controllo. Caratterizzazione della distanza minima. Teorema di esistenza di Gilbert-Varshamov. Codici di Hamming. Esempi di codici e-correttori perfetti. Codici BCH. Codici ciclici. Connessione tra codici ciclici e ideali di un anello. Polinomio generatore e matrice generatrice di un codice ciclico. Polinomio e matrice di controllo di un codice ciclico. Schemi di codifica e decodifica. Registri a scorrimento. Limitazione della distanza e decodifica per i codici BCH.

**Propedeuticità:** Geometria e algebra.

**Prerequisiti:** Nessuno.

**Modalità di accertamento del profitto:** Prova orale.

-----

**Insegnamento:** Gestione dell'Innovazione e dei Progetti

Modulo Didattico	SSD	Af	Anno	CFU
Gestione dell'Innovazione e dei Progetti	ING-IND/35	c	II	6

**Obiettivi formativi:** Conoscenza dei principi, metodi e strumenti per la gestione di progetti in azienda. Conoscenza delle variabili organizzative che influenzano la performance di un progetto. Capacità di individuare le attività, i processi e le fasi che costituiscono un progetto. Capacità di individuare e gestire le variabili organizzative che possono influire sul progetto. Capacità di gestire un progetto in azienda. Capacità di stimare i costi ed i rischi legati alla realizzazione di un progetto.

**Contenuti:** La gestione dei progetti: fasi, processi, attività, legami di dipendenza tra le attività. La gestione del tempo nei progetti. L'organizzazione per progetti e la gestione delle risorse. Gli strumenti ed i metodi per la gestione dei progetti (PERT, GANTT, CPM, MPM, GERT, VERT). La gestione dei costi/budget di progetto. La valutazione dei costi utilizzando l'activity based costing. La valutazione economico-finanziaria per la gestione del portafoglio prodotti. Il multi-project management. La valutazione e la gestione del rischio nel project management. La gestione di progetti di sviluppo software. La gestione di progetti per l'introduzione di sistemi informativi. L'uso di Microsoft Project.

**Propedeuticità:** Economia ed Organizzazione Aziendale

**Modalità di accertamento del profitto:** eventuali prove applicative in itinere e/o prova finale; elaborato; colloquio.

-----

**Insegnamento:** Intelligenza artificiale

Modulo didattico	SSD	Af	Anno	CFU
Intelligenza artificiale	ING-INF/05	b	II	6

<b>Modalità di insegnamento:</b> Lezione	<b>Ore impegno docente:</b> 36	<b>Ore impegno studente:</b> 108
<b>Modalità di insegnamento:</b> Esercitazione	<b>Ore impegno docente:</b> 10	<b>Ore impegno studente:</b> 30
<b>Modalità di insegnamento:</b> Laboratorio	<b>Ore impegno docente:</b> 8	<b>Ore impegno studente:</b> 12

**Obiettivi formativi:**

Fornire le conoscenze necessarie per risolvere problemi mediante tecniche di programmazione non algoritmiche, e illustrarne le principali applicazioni in campo ingegneristico. Dopo una panoramica delle tecniche per il trattamento e il riconoscimento di sequenze video, verranno presentati case-studies di rilevante interesse applicativo.

**Contenuti:**

Introduzione all'intelligenza artificiale

Sistemi formali. Metodi di rappresentazione e tecniche di ricerca.

Reti neurali artificiali. Reti ad apprendimento supervisionato: il Percettrone multi-livello; la rete LVQ. Reti ad apprendimento non supervisionato: mappe di Kohonen. Reti ricorrenti: la rete di Hopfield.

Algoritmi genetici

Architetture per l'acquisizione, la memorizzazione e l'accesso a sequenze video

Elaborazioni frame-based in 2D e 3D. Calibrazione geometrica e trasformazioni prospettiche, Algoritmi di segmentazione di oggetti in real-time.

Algoritmi per il tracking. Algoritmi per l'inseguimento di oggetti in movimento. Classificazione automatica di oggetti in movimento.

Case-studies. Sistemi per la video sorveglianza, per il monitoraggio del traffico, per il controllo di qualità in sistemi di produzione industriale, per l'interpretazione automatica di telegiornali.

**Propedeuticità:** Programmazione I.

**Prerequisiti:** Nessuno.

**Modalità di accertamento del profitto:** Sviluppo di un elaborato e prova orale.

-----

**Insegnamento:** Ottimizzazione su rete

Modulo didattico	SSD	Af	Anno	CFU
Ottimizzazione su rete	MAT/09	c	II	3

<b>Modalità di insegnamento:</b> Lezione	<b>Ore impegno docente:</b> 15	<b>Ore impegno studente:</b> 45
<b>Modalità di insegnamento:</b> Esercitazione	<b>Ore impegno docente:</b> 12	<b>Ore impegno studente:</b> 30

**Obiettivi formativi:**

Formare gli allievi alla modellazione e alla soluzione di problemi di ottimizzazione su rete, con variabili continue e/o discrete, attraverso l'uso di algoritmi esatti e/o approssimati e attraverso l'impiego di software di ottimizzazione.

**Contenuti:**

*Programmazione dinamica:* Definizioni, Stato e stato, Rappresentazione reticolare di un problema, Allocazione di una risorsa; Relazione ricorsiva. *Programmazione intera:* Formulazione di un problema intero Il metodo del piano di taglio; Branch and Bound, Branch and Cut, Applicazioni, Efficienza e complessità computazionale. *Problemi su rete:* Minimo percorso, Minimo percorso vincolato, Massimo percorso, (Algoritmi arborecenti e matriciali, label setting e label correcting). Problemi di Flusso su Rete: Problemi Single-Commodity e problemi Multicommodity. Problemi di Circuito: Circuito hamiltoniano e circuito euleriano (Algoritmi di ricerca locale). Problemi di progetto. Problemi di localizzazione su rete: p-Centro e p-Mediana; Plant Location; Path Location. *Tecniche reticolari di programmazione e controllo.* Rete PERT, rappresentazione attività arco e attività nodo. Schedulazione delle risorse. Smoothing e levelling delle risorse.

**Propedeuticità:** Ricerca operativa, Algoritmi e strutture dati.

**Prerequisiti:** Basi di dati.

**Modalità di accertamento del profitto:** Elaborato e prova orale.

-----

**Insegnamento:** Programmazione II

Modulo didattico	SSD	Af	Anno	CFU
Programmazione II	ING-INF/05	b	I	6

<b>Modalità di insegnamento:</b> Lezione	<b>Ore impegno docente:</b> 40	<b>Ore impegno studente:</b> 120
<b>Modalità di insegnamento:</b> Esercitazione	<b>Ore impegno docente:</b> 15	<b>Ore impegno studente:</b> 30

**Obiettivi formativi:**

Il corso intende

- consentire agli studenti di approfondire le conoscenze delle tecniche di progettazione e programmazione orientate agli oggetti;
- fornire competenze sullo sviluppo di applicazioni distribuite;
- introdurre i concetti fondamentali delle tecnologie middleware. Lo studente è guidato alla comprensione dei principali concetti della progettazione mediante l'applicazione del linguaggio UML, mentre per gli aspetti di programmazione viene proposto lo studio e l'utilizzo dei meccanismi supportati dal linguaggio Java e dal middleware CORBA.

**Contenuti:**

Il linguaggio Java. Generalità, differenze col C++, strumenti di sviluppo. Modelli di esecuzione: interpretazione e compilazione just-in-time. Costrutti base. Ereditarietà. Polimorfismo. Moduli (packages). Input-output. Gestione delle eccezioni. Threads.

Tecniche avanzate di sviluppo a oggetti. Progettazione e programmazione basate su pattern. Pattern di Design e pattern architetturali.

Cenni sullo sviluppo di applicazioni server in ambiente web. Servlet. Cenni su JSP.

Progettazione ad oggetti in ambiente distribuito. Il modello cliente-servente e il modello a oggetti. Interoperabilità.

Le problematiche dell'Enterprise Application Integration. Modelli di middleware: Chiamata di procedura remota (RPC), Accesso a Dati Remoti (RDA), Transazionale (TP), Spazio delle Tuple (TS), Orientato ai Messaggi (MOM), a Oggetti Distribuiti (DOM), a Componenti (CM).

Tecnologie middleware. L'architettura OMA. Lo standard CORBA. Il linguaggio di specifica di interfacce IDL. Approcci statico e dinamico. I servizi CORBA. I protocolli GIOP e IIOP. Il modello a componenti di CORBA (CCM).

La comunicazione asincrona: modello basato su callback distribuita; modello basato a eventi; modello basato su servizio di notifica. Progettazione di un applicazione servente: configurazione e tuning della piattaforma lato servente.

**Propedeuticità:** Programmazione I, Sistemi operativi.

**Prerequisiti:** Programmazione I; Sistemi operativi.

**Modalità di accertamento del profitto:** Elaborato e prova orale.

-----

**Insegnamento:** Reti di calcolatori II

Modulo didattico	SSD	Af	Anno	CFU
Reti di calcolatori II	ING-INF/05	b	II	6
<b>Modalità di insegnamento:</b> Lezione	<b>Ore impegno docente:</b> 37	<b>Ore impegno studente:</b> 111		
<b>Modalità di insegnamento:</b> Esercitazione	<b>Ore impegno docente:</b> 15	<b>Ore impegno studente:</b> 30		
<b>Modalità di insegnamento:</b> Laboratorio	<b>Ore impegno docente:</b> 7	<b>Ore impegno studente:</b> 9		

**Obiettivi formativi:**

Scopo del modulo è fornire le nozioni teoriche e metodologiche sul funzionamento e sulla progettazione di reti di calcolatori e di sistemi telematici complessi. Costituiscono gli obiettivi formativi: I concetti avanzati della qualità del servizio; I modelli di base per la simulazione e lo studio di reti di calcolatori; Le principali metodologie per il controllo del traffico nelle reti a commutazione di pacchetto; Le principali tecnologie hardware e software ad oggi in uso nelle reti geografiche sia fisse che mobili; I problemi base legati all'internetworking di reti complesse multi-dominio. Le metodologie e le tecnologie per l'Ingegneria del Traffico. Le caratteristiche avanzate dell'architettura TCP/IP e di Internet con particolare riferimento agli aspetti di routing e di offerta di servizi a qualità del servizio; Scheduling, forwarding, discarding; Aspetti evoluti del multicasting; Le principali tecnologie e dei protocolli per la trasmissione di dati multimediali su reti di calcolatori; La conoscenza delle problematiche legate alla sicurezza attiva e passiva dei sistemi in rete.

**Contenuti:**

Aspetti avanzati delle reti di calcolatori e dei servizi di rete. La qualità del servizio. Progettazione di sistemi di cablaggio. Tecnologie di rete pubblica: Frame Relay, ATM, WDM, GMPLS e cenni sulle reti wireless. Protocolli Data Link. Tecniche di flow-control. Tecniche di error control. Algoritmi e protocolli di routing. Politiche di scheduling. Aspetti evoluti dell'architettura TCP/IP: multicasting e modelli a QoS. IP over ATM, MPLS, MPλS. Ingegneria delle reti: network design. Il network management e SNMP. Service Level Agreement e Service Level Specification. Progettazione di protocolli di comunicazione. Protocolli per Applicazioni Multimediali: SDR, RTP, RTSP, H.323, SIP. IP Telephony. Streaming. Il problema della sicurezza. Firewall e protezioni. Tipologie di intrusione.

**Propedeuticità:** Reti di calcolatori.

**Prerequisiti:** Nessuno.

**Modalità di accertamento del profitto:** Partecipazione alle esercitazioni in laboratorio: 20% del voto finale. Sviluppo di un progetto di corso: 40 % del voto finale. Colloquio finale: 40 % del voto finale.

-----

**Insegnamento:** Reti di telecomunicazioni

Modulo didattico	SSD	Af	Anno	CFU
Reti di telecomunicazioni	ING-INF/03	c	II	6
<b>Modalità di insegnamento:</b> Lezione	<b>Ore impegno docente:</b> 42	<b>Ore impegno studente:</b> 126		
<b>Modalità di insegnamento:</b> Esercitazione	<b>Ore impegno docente:</b> 12	<b>Ore impegno studente:</b> 24		

**Obiettivi formativi:**

Acquisire la capacità di analizzare e progettare sistemi e reti di sistemi a coda. Imparare a costruire o adattare un modello matematico adeguato del problema in esame e a usarlo per effettuare l'analisi di un sistema (lo studio delle sue prestazioni) oppure la sintesi del sistema stesso (progetto/dimensionamento).

**Contenuti:**

Modello astratto di coda e misure di prestazione, teorema di Little. Code senza memoria: catene di Markov a tempo continuo e equazioni di bilancio del flusso, modelli M/M/n e formula Erlang-C, modelli M/M/n/n e formula Erlang-B, applicazioni alla telefonia, misura del traffico, congestione, progetto di commutatori, applicazioni alle reti dati, ALOHA. Code con tempi di servizio generici: modello M/G/1, tempi residui di servizio, teorema di Pollaczek-Kinchine, code con priorità. Analisi di code mediante embedded Markov chain, analisi nel dominio della trasformata Z. Applicazioni alle reti token passing, analisi semplificata delle prestazioni. Reti di code senza memoria: reti aperte, approssimazione di Kleinrock, teorema di Jackson, soluzioni prodotto, reti chiuse, algoritmo di Buzen, mean-value analysis. Applicazioni al problema dell'instradamento.

**Propedeuticità:** Reti di calcolatori o Fondamenti di reti di telecomunicazioni.

**Prerequisiti:** Nessuno.

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

-----

**Insegnamento:** Reti wireless

<b>Modulo didattico</b>	<b>SSD</b>	<b>Af</b>	<b>Anno</b>	<b>CFU</b>
Reti wireless	ING-INF/03	c	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:**

Apprendere le principali tecnologie impiegate nelle reti wireless. Acquisire le principali metodologie per il progetto di reti wireless.

**Contenuti:**

Caratterizzazione del canale per reti wireless. Tecniche di modulazione e codifica. Tecniche di ritrasmissione. Tecniche di accesso per reti wireless. Architetture per reti wireless. Reti wireless locali infra-strutturate. Reti non infra-strutturate: reti ad hoc e reti di sensori. Il local loop mediante reti wireless. La sicurezza nelle reti wireless. Cenni sul networking.

**Propedeuticità:** Reti di calcolatori o Fondamenti di reti di telecomunicazione.

**Prerequisiti:** Sistemi di telecomunicazioni.

**Modalità di accertamento del profitto:** Prova orale.

-----

**Insegnamento:** Ricerca operativa

<b>Modulo didattico</b>	<b>SSD</b>	<b>Af</b>	<b>Anno</b>	<b>CFU</b>
Ricerca operativa	MAT/09	c	I	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 II.

**Prerequisiti:** Geometria e algebra.

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

**Insegnamento:** Ricerca operativa II

<b>Modulo didattico</b>	<b>SSD</b>	<b>Af</b>	<b>Anno</b>	<b>CFU</b>
Ricerca operativa II	MAT/09	a	II	6

<b>Modalità di insegnamento:</b> Lezione	<b>Ore impegno docente:</b> 30	<b>Ore impegno studente:</b> 90
<b>Modalità di insegnamento:</b> Esercitazione	<b>Ore impegno docente:</b> 24	<b>Ore impegno studente:</b> 60

**Obiettivi formativi:**

Il corso fornisce elementi per affrontare problemi di ottimizzazione nella produzione di beni e servizi. Vengono affrontati problemi applicativi attraverso l'uso studio di tecniche di risoluzione euristiche.

**Contenuti:**

Modelli e metodi per la risoluzione di problemi di ottimizzazione. Algoritmi costruttivi e migliorativi, Algoritmi genetici, Simulated Annealing, Tabu Search.

Tecniche di previsione dei dati. La regressione lineare, tecniche basate sull'analisi delle serie storiche.

La localizzazione di servizi e il progetto delle reti. Il Simple Plant Location e la p-mediana, il progetto di reti.

La gestione delle scorte. Modelli continui e modelli discreti. Il problema del lot sizing.

I problemi di scheduling. Problemi su macchina singola e su macchine parallele, Flow Shop e Job Shop.

I problemi di routing. Il problema del commesso viaggiatore e del vehicle routing.

**Propedeuticità:** Ricerca operativa.

**Prerequisiti :** Nessuno

**Modalità di accertamento del profitto:** prova scritta ed orale.

**Insegnamento:** Sicurezza e affidabilità dei Sistemi Informatici

<b>Modulo didattico:</b>	<b>SSD</b>	<b>Af</b>	<b>Anno</b>	<b>CFU</b>
Sistemi ad alte prestazioni	ING-INF/05	b	II	6

<b>Modalità di insegnamento:</b> Lezione	<b>Ore impegno docente:</b> 35	<b>Ore impegno studente:</b> 105
<b>Modalità di insegnamento:</b> Esercitazione	<b>Ore impegno docente:</b> 15	<b>Ore impegno studente:</b> 40
<b>Modalità di insegnamento:</b> Laboratorio	<b>Ore impegno docente:</b> 5	<b>Ore impegno studente:</b> 5

**Obiettivi formativi;**

Fornire gli elementi metodologici di base, le conoscenze tecniche e gli strumenti per progettare e valutare l'architettura hardware e software di sistemi di elaborazione che consentano di ottenere elevate prestazioni di calcolo, affidabilità e sicurezza.

**Contenuti:**

*Concetti base:* Costo effettivo di un sistema informatico (Total Cost of Ownership, TCO); Impatto dei fault (guasti, attacchi e intrusioni) sul TCO di un sistema; Attributi di qualità (dependability) di un sistema informatico (security, reliability, availability, performability); Modelli per l'analisi di sistemi affidabili.

*Principi e tecniche per la realizzazione di sistemi dependable:* Ridondanza, replicazione e diversità; fault-avoidance e fault-tolerance; *Approccio gerarchico al progetto e all'analisi di un sistema complesso:* Livelli di un sistema informatico e propagazione dei fault; Detection e confinamento dei fault; Problematiche specifiche dei sistemi distribuiti; *Servizi di sicurezza:* autenticazione, integrità, confidenzialità, controllo degli accessi, non ripudio. *Principi di crittografia:* elementi di crittografia simmetrica e asimmetrica. *Infrastrutture a chiave pubblica e Firma Digitale:*

algoritmi di hash e di firma, certificati a chiave pubblica, certificati d'attributo; Standard per la sicurezza (ITSEC,

PKCS, FIPS); *Lo stato dell'arte del middleware* (approccio basato sull'integrazione, sull'intercettazione, sui servizi); *Esempi di sistemi reali e di prodotti commerciali con riferimento a problematiche di affidabilità e sicurezza* (gestione documentale, archiviazione dati affidabile, firewall, intrusion detection, applicazioni dei sistemi di elaborazione in applicazioni critiche)..

**Propedeuticità:** Reti di Calcolatori.

**Prerequisiti:** nessuno.

**Modalità di accertamento del profitto:** Elaborato e prova orale

**Insegnamento:** Sistemi e impianti di elaborazione

Modulo didattico	SSD	Af	Anno	CFU
Sistemi e impianti di elaborazione	ING-INF/05	b	II	6
<b>Modalità di insegnamento:</b> Lezione	<b>Ore impegno docente:</b> 35	<b>Ore impegno studente:</b> 105		
<b>Modalità di insegnamento:</b> Esercitazione	<b>Ore impegno docente:</b> 15	<b>Ore impegno studente:</b> 40		
<b>Modalità di insegnamento:</b> Laboratorio	<b>Ore impegno docente:</b> 5	<b>Ore impegno studente:</b> 5		

#### Obiettivi formativi;

Fornire gli elementi metodologici, le conoscenze tecniche e gli strumenti per progettare e valutare le architetture e le politiche di gestione degli impianti di elaborazione e dei sottosistemi hardware e software di cui si compongono (unità di elaborazione, dispositivi di rete, dispositivi di I/O). Particolare risalto è dato agli aspetti legati al ciclo di vita di impianti informatici di notevole complessità operanti in reti geografiche (definizione dei requisiti, attivazione, manutenzione, gestione, certificazione) .

#### Contenuti:

Progetto e valutazione di sistemi di elaborazione basati su più unità elaborative: Architetture multiprocessore, Architetture multicomputer, Sistemi GRID, Sistemi di interconnessione a elevate prestazioni; Coordinazione distribuita, il software di base, Modelli di programmazione e algoritmi; la programmazione parallela. Integrazione di sistemi.

Progetto e valutazione di unità di input-output: Architetture di un sistema di I/O, unità disco di tipo RAID, sistemi per l'archiviazione di grosse quantità di dati, sistemi di archiviazione a norma, sistemi basati su sensori per il controllo di ambienti e il controllo industriale.

Progetto di sistemi complessi: Ciclo di sviluppo di un sistema complesso, Tecniche per aumentare l'affidabilità e la sicurezza dei sistemi di calcolo, Architettura dei sistemi tolleranti ai guasti, Architettura di un sistema operante in sicurezza, Esempi operanti in tempo reale ad elevata affidabilità.

Dimensionamento e analisi delle prestazioni degli impianti di elaborazione : Modelli di analisi delle prestazioni, misurazione delle prestazioni, modelli di carico, modelli simulativi, modelli analitici (reti di code e operazionali)

Gestione di Impianti informatici : Specifiche per l'acquisizione di un impianto informatico, gestione, manutenzione certificazione, collaudo, tecniche per la valutazione in itinere ed ottimizzazione degli impianti.

Impianti per il calcolo ad elevate prestazioni: Calcolo numerico, elaborazione numerica dei segnali, applicazioni multimediali.

Impianti per applicazioni transazionali, per la cooperazione applicativa e per la gestione di flussi documentali: Sistemi di supporto all'organizzazione aziendale, sistemi interoperabili, sistemi per la gestione di archivi con validità giuridica.

**Propedeuticità:** Calcolatori Elettronici II

**Prerequisiti:** Nessuno.

**Modalità di accertamento del profitto:** Prove applicative in itinere e colloquio finale.

**Insegnamento:** Sistemi distribuiti

Modulo didattico	SSD	Af	Anno	CFU
Sistemi distribuiti	ING-INF/05	b	II	6
<b>Modalità di insegnamento:</b> Lezione	<b>Ore impegno docente:</b> 38	<b>Ore impegno studente:</b> 114		
<b>Modalità di insegnamento:</b> Esercitazione	<b>Ore impegno docente:</b> 9	<b>Ore impegno studente:</b> 18		
<b>Modalità di insegnamento:</b> Laboratorio	<b>Ore impegno docente:</b> 9	<b>Ore impegno studente:</b> 18		

#### Obiettivi formativi:

Il corso ha l'obiettivo di illustrare:

- i problemi avanzati tipici dei sistemi software distribuiti, relativi alla comunicazione, alla cooperazione e alla competizione tra processi, e i modelli e gli algoritmi per la loro risoluzione;

- i principali aspetti che caratterizzano i sistemi operativi quando evolvono da un ambiente monolitico a un ambiente distribuito.

#### **Contenuti:**

Caratterizzazione di un sistema distribuito. Sistemi distribuiti sincroni e asincroni, condivisione delle risorse, concorrenza, scalabilità, tolleranza ai guasti.

Sistemi operativi distribuiti. S. O. di rete e S.O. distribuiti. Elementi caratterizzanti un S. O. distribuito: trasparenza, flessibilità, affidabilità, prestazioni, *real-timeliness*.

Sincronizzazione. Sincronizzazione dei clock, tempo logico e orologi logici, algoritmi di coordinazione distribuita, mutua esclusione, algoritmi di elezione, problemi di consenso in presenza di guasti, controllo di concorrenza ottimistico, *timestamp ordering*, stallo.

Comunicazione. Comunicazioni di gruppo affidabili e non affidabili. Caso di studio: comunicazione di gruppo in ambiente Unix.

Consistenza. Consistenza dei dati, serializzabilità, transazioni, two-phase lock, effetto domino, memoria stabile, azioni atomiche multiprocesso, two-phase commit, azioni atomiche nidificate.

Scheduling. Thread, allocazione, scheduling nei sistemi distribuiti.

File system distribuiti. Architettura e proprietà dei file system distribuiti.

**Propedeuticità:** Programmazione II

**Prerequisiti:** Nessuno.

**Modalità di accertamento del profitto:** Elaborato e prova orale.

**Insegnamento:** Sistemi elettronici programmabili

<b>Modulo didattico</b>	<b>SSD</b>	<b>Af</b>	<b>Anno</b>	<b>CFU</b>
Sistemi elettronici programmabili	ING-INF/01	c	II	6

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

#### **Obiettivi formativi:**

Conoscenza, mediante lezioni teoriche e l'utilizzo di software, del flusso di progetto per circuiti programmabili. Familiarità con i circuiti programmabili in commercio ed evoluzione storica. Temporizzazione dei circuiti sequenziali. Comprensione degli standard di collegamento tra circuiti programmabili e tecniche di connessione. Studio di semplici linguaggi per la descrizione dell'hardware.

#### **Contenuti:**

Flusso di progetto per PLD (FPGA, CPLD). Temporizzazione dei circuiti sequenziali. Tempi di setup e di hold globali: interfacciamento di FPGA. Caratteristiche e classificazione dei package disponibili in commercio. PLD semplici, classificazione, caratteristiche ed esempi di circuiti in commercio (PAL 22v10, Altera Classic). Caratteristiche dei PLD complessi (CPLD). Esempi di CPLD in commercio. Addizionatori implementati su FPGA e CPLD: topologie carry ripple e carry lookahed. Il linguaggio per la descrizione dell'hardware ABEL. Classificazione di macchine a stati finiti, FSM di Mealy e di Moore e di Mealy sincronizzate. Codifica dello stato, tolleranza ai guasti. Macchine a memoria finita. Classificazione e caratteristiche delle FPGA in commercio. Tensioni di alimentazione dei circuiti programmabili, evoluzione storica e motivazioni. Uscite abilitate o three-state. Problemi di rieiezione del rumore. Effetti dovuti a induttanze parassite e alle linee di trasmissione. Adattamento di linee di trasmissione. Logiche digitali standard. Logiche veloci per trasferimento dati e per collegamento su backplane. Minimizzazione di funzioni booleane, tecniche di Karnaugh e Quine McQuiskey. Realizzazione di circuiti combinatori e sequenziali su FPGA e CPLD disponibili in laboratorio. Flusso di progetto schematico e di tipo HDL. Realizzazione di macchine a stati finiti. Linguaggio di script per la simulazione.

**Propedeuticità:** Elettronica digitale, Circuiti integrati digitali.

**Prerequisiti:** Introduzione ai circuiti, Elettronica analogica, Elementi di informatica.

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

**Insegnamento:** Strutture geometriche e algebriche

<b>Modulo didattico</b>	<b>SSD</b>	<b>Af</b>	<b>Anno</b>	<b>CFU</b>
Strutture geometriche e algebriche	MAT/03	a	I	3

**Modalità di insegnamento:** Lezione **Ore impegno docente:** 25 **Ore impegno studente:** 75

**Obiettivi formativi:**

L'obiettivo dell'insegnamento è quello di introdurre gli allievi allo studio della matematica discreta, ovvero a quella parte della matematica divenuta ormai fondamentale per i tecnici e ricercatori nei campi più disparati, dalla progettazione del software a quella dei calcolatori e degli automi.

**Contenuti:**

Relazioni binarie tra insiemi. Rappresentazione grafica e tabellare di una relazione. Relazioni su un insieme: relazioni di compatibilità e ricoprimento associato, relazioni di equivalenza e partizioni. Relazioni di equivalenza e classi di resto modulo  $n$ . Grafi multipli e semplici orientati. Rappresentazione di relazioni tramite grafi orientati. Raggiungibilità e connessione forte. Grafi multipli e semplici non orientati. Relazioni simmetriche. Problemi relativi a cammini: grafi euleriani e hamiltoniani. Alberi: definizioni e caratterizzazioni. Albero parziale di un grafo.

Strutture algebriche: semigrupp, omomorfismi tra strutture algebriche.

Gruppi: proprietà fondamentali. Gruppi finiti. Struttura algebrica delle classi resto. Gruppi ciclici. Lateral di un sottogruppo.

Anelli: proprietà fondamentali. Sottoanelli e ideali.

Applicazione dei concetti precedenti alla codifica e decodifica dei codici lineari.

Orientamenti parziali. Insiemi parzialmente ordinati e rappresentazione tramite diagramma di Hasse. Operazioni di congiunzione e disgiunzione. Problemi di estremo superiore ed inferiore. Reticoli e sottoreticoli.

**Propedeuticità:** Geometria e algebra.

**Prerequisiti:** Nessuno.

**Modalità di accertamento del profitto:** Prova orale.

-----

**Insegnamento:** Teoria dei circuiti

Modulo didattico	SSD	Af	Anno	CFU
Teoria dei circuiti	ING-IND/31	c	II	6
<b>Modalità di insegnamento:</b> Lezione	<b>Ore impegno docente:</b> 40	<b>Ore impegno studente:</b> 120		
<b>Modalità di insegnamento:</b> Esercitazione	<b>Ore impegno docente:</b> 10	<b>Ore impegno studente:</b> 20		
<b>Modalità di insegnamento:</b> Laboratorio	<b>Ore impegno docente:</b> 10	<b>Ore impegno studente:</b> 10		

**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:**

Circuito fisico, modello circuitale, soluzione analitica e numerica; esempi. Rivisitazione del modello circuitale e degli elementi circuitali. Elementi di teoria dei grafi: matrici di incidenza di nodo e di maglia, sistema fondamentale, equazioni di Tableau, forma canonica delle equazioni circuitali. Esempi di analisi di reti non lineari statiche e dinamiche, incongruenze di modellazione, fenomeno della "impasse". Problemi di esistenza e unicità della soluzione, teorema di Picard-Liendelöf; esempi. Equazioni di stato "locali". Stabilità delle soluzioni, esistenza e unicità del regime in reti non lineari. Comportamento asintotico di circuiti non lineari: esempi di circuiti con più soluzioni di regime; esempi di circuiti con biforcazioni e dinamiche caotiche. Circuiti a costanti distribuite (linee di trasmissione). Modelli di interconnessioni, identificazione e riduzione d'ordine.

Algoritmi per la soluzione numerica di circuiti statici non lineari: algoritmi di punto fisso, metodo di Newton-Raphson e secante, circuito equivalente. Algoritmi per la soluzione numerica di circuiti dinamici: integrazione e classificazione degli errori, algoritmi di Eulero e dei trapezi. Stabilità e stima dell'errore numerico. Introduzione ai problemi di ottimizzazione nella progettazione circuitale. Definizioni e background matematico. Principali algoritmi per l'ottimizzazione deterministici, di ordine zero, uno e due. Cenni ad algoritmi stocastici: evoluzionistici, genetici, simulated annealing.

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

**Prerequisiti:** Nessuno.

**Modalità di accertamento del profitto:** Colloquio per la verifica dell'acquisizione delle metodologie e dei principali risultati teorici, eventuale discussione di elaborato (facoltativo).

**Insegnamento:** Teoria dei sistemi

<b>Modulo didattico</b> Teoria dei sistemi	<b>SSD</b> ING-INF/04	<b>Af</b> b	<b>Anno</b> II	<b>CFU</b> 6
---	--------------------------	----------------	-------------------	-----------------

<b>Modalità di insegnamento:</b> Lezione	<b>Ore impegno docente:</b> 30	<b>Ore impegno studente:</b> 90
<b>Modalità di insegnamento:</b> Esercitazione	<b>Ore impegno docente:</b> 20	<b>Ore impegno studente:</b> 50
<b>Modalità di insegnamento:</b> Laboratorio	<b>Ore impegno docente:</b> 4	<b>Ore impegno studente:</b> 10

**Obiettivi formativi:**

Fornire le tecniche per l'analisi, qualitativa e quantitativa, del comportamento di sistemi dinamici causa-effetto descritti mediante modelli matematici.

**Contenuti:**

Tecniche di linearizzazione. Sistemi lineari tempo invarianti (LTI): cenni sull'analisi nel dominio del tempo e modi di evoluzione; risposta libera e forzata; modelli a dati campionati dei sistemi a tempo continuo; stabilità; analisi dei sistemi continui LTI nel dominio della trasformata di Laplace; analisi dei sistemi tempo discreto LTI nel dominio della Z-trasformata. Analisi dei sistemi continui LTI nel dominio della frequenza; DFT; equazioni simboliche; risposta a regime e in transitorio; diagrammi di Bode. Parametri globali di un sistema e loro valutazione. Valutazione qualitativa della risposta mediante parametri globali. Minimizzazione pratica di un modello. Principali tecniche di identificazione parametrica.

**Propedeuticità:** Metodi matematici per l'ingegneria.

**Prerequisiti:** Nessuno.

**Modalità di accertamento del profitto:** Prova scritta e colloquio orale.

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

**I ANNO**

<b>1° semestre</b>	<b>Inizio</b> 25 settembre 2006	<b>Termine</b> 16 Dicembre 2006
<b>Esami</b>	<b>Inizio</b> 18 Dicembre 2006	<b>Termine</b> 24 Febbraio 2007
<b>2° semestre</b>	<b>Inizio</b> 26 Febbraio 2007	<b>Termine</b> 09 Giugno 2007
<b>Esami</b>	<b>Inizio</b> 11 Giugno 2007	<b>Termine</b> 04 Agosto 2007
<b>Esami</b>	<b>Inizio</b> 20 Agosto 2007	<b>Termine</b> 29 Settembre 2007