

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

Il Corso di Laurea in Ingegneria dell'Automazione ha come obiettivo formativo la preparazione di ingegneri in grado di operare su applicazioni delle Tecnologie dell'Informazione a problemi di automazione industriale.

Il percorso didattico sarà quindi orientato a conferire a tale laureato: una buona preparazione fisico-matematica di base che gli consenta di descrivere svariati problemi dell'ingegneria mediante modelli matematici, e che lo proietti verso una laurea specialistica senza necessità di significative integrazioni di formazione ingegneristica di base; una conoscenza, almeno a livello di sistema, dei sistemi di controllo e di automazione, sia per quanto riguarda gli aspetti di processo e impianto sia le architetture informatiche di elaborazione (hardware e software), gli apparati di “misura”, i sistemi di “trasmissione dei segnali” e gli organi di “attuazione”; una professionalità specifica nella pianificazione, realizzazione, gestione ed esercizio di sistemi e infrastrutture per la rappresentazione e l'elaborazione delle informazioni, con particolare riferimento alle applicazioni di automazione industriale. Un tale laureato avrà, quindi, una conoscenza generale delle metodologie di analisi e progettazione di semestreplici sistemi di controllo e di automazione industriale e una professionalità specifica nel campo dell'informatica industriale.

I settori di sbocco si possono individuare in società produttrici di componenti e sistemi per l'automazione; società di ingegneria specificamente operanti nel campo delle tecnologie dell'informazione per l'automazione della produzione industriale; industrie di progettazione e produzione di macchine e/o sistemi ad alto contenuto di automazione (industria automobilistica, aeronautica/aerospaziale, trasporti); società utilizzatrici di sistemi di automazione (industria di processo, industria manifatturiera, società di gestione di reti di servizi).

### CURRICULUM

Insegnamento	Modulo	Settore scientifico – disciplinare	CFU	Attività formativa (#)	Propedeuticità
<b>I Anno - 1° semestre</b>					
Analisi matematica I	Analisi matematica I	MAT/05	9	6a+3f	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
<b>I Anno - 2° semestre</b>					
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
Calcolatori elettronici I	Calcolatori elettronici I	ING-INF/05	6	b	Elementi di informatica
Programmazione I	Programmazione I	ING-INF/05	6	b	Elementi di informatica
Economia e organizzazione aziendale	Economia e organizzazione aziendale	ING-IND/35	6	c	Nessuna
<b>II Anno - 1° semestre</b>					
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 meccanica	Fondamenti di meccanica	ING-IND/13	6	b	Fisica generale I
Modellistica e simulazione	Modellistica e simulazione	ING-INF/04	7	b	Analisi matematica II Fisica generale II
Disegno assistito dal calcolatore	Disegno assistito dal calcolatore	ING-IND/15	3	c	Elementi di informatica
	Lingua straniera		3	e	Nessuna

<b>II Anno - 2° semestre</b>					
Teoria dei sistemi	Teoria dei sistemi	ING-INF/04	6	b	Modellistica e simulazione Metodi matematici per l'ingegneria
Teoria dei segnali	Teoria dei segnali	ING-INF/03	6	c	Analisi matematica II Geometria e algebra
Elettronica analogica	Elettronica analogica	ING-INF/01	6	b	Introduzione ai circuiti
Sistemi operativi	Sistemi operativi	ING-INF/05	6	b	Calcolatori elettronici I
Elementi di trasmissione del calore	Elementi di trasmissione del calore	ING-IND/10	3	c	Fisica generale II
<b>III Anno - 1° semestre</b>					
Elettronica digitale	Elettronica digitale	ING-INF/01	6	b	Introduzione ai circuiti
Controlli automatici	Controlli automatici	ING-INF/04	6	b	Teoria dei sistemi
Misure per l'automazione e la produzione industriale	Misure per l'automazione e la produzione industriale	ING-INF/07	6	b	Introduzione ai circuiti
Macchine e azionamenti elettrici	Macchine e azionamenti elettrici	ING-IND/32	8	b	Introduzione ai circuiti
Meccanica degli attuatori	Meccanica degli attuatori	ING-IND/13	3	b	Fondamenti di meccanica
<b>III Anno - 2° semestre</b>					
Reti di calcolatori	Reti di calcolatori	ING-INF/05	6	b	Calcolatori elettronici I
Tecnologie dei sistemi di controllo	Tecnologie dei sistemi di controllo	ING-INF/04	6	b	Controlli automatici
Elementi di robotica industriale	Elementi di robotica industriale	ING-INF/04	3	b	Controlli automatici
	A scelta dello studente		9	d	
	Ulteriori conoscenze		6	f	
	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.

## Attività formative del Corso di Laurea in Ingegneria dell'Automazione.

**Insegnamento:** Analisi matematica I

Modulo didattico	SSD	Af	Anno	CFU
Analisi matematica I	MAT/05	6a+3f	I	9
<b>Modalità di insegnamento:</b> Lezione	<b>Ore impegno docente:</b> 40	<b>Ore impegno studente:</b> 140		
<b>Modalità di insegnamento:</b> Esercitazione	<b>Ore impegno docente:</b> 25	<b>Ore impegno studente:</b> 65		
<b>Modalità di insegnamento:</b> Laboratorio	<b>Ore impegno docente:</b> 15	<b>Ore impegno studente:</b> 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
<b>Modalità di insegnamento:</b> Lezione	<b>Ore impegno docente:</b> 30	<b>Ore impegno studente:</b> 106		
<b>Modalità di insegnamento:</b> Esercitazione	<b>Ore impegno docente:</b> 22	<b>Ore impegno studente:</b> 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:** Calcolatori elettronici I

<b>Modulo didattico</b>	<b>SSD</b>	<b>Af</b>	<b>Anno</b>	<b>CFU</b>
Calcolatori elettronici I	ING-INF/05	b	I	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> 20		<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 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 assembly).

**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 assembly. Simulatore di processore MC68000. Sottoprogrammi in linguaggio assembly. 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 orale.

-----

**Insegnamento:** Controlli automatici

<b>Modulo didattico</b>	<b>SSD</b>	<b>Af</b>	<b>Anno</b>	<b>CFU</b>
Controlli automatici	ING-INF/04	b	III	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 correttive, progetto delle reti correttive 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:** Disegno assistito dal calcolatore

Modulo didattico	SSD	Af	Anno	CFU
Disegno assistito dal calcolatore	ING-IND/15	c	II	3
<b>Modalità di insegnamento:</b> Lezione	<b>Ore impegno docente:</b> 12		<b>Ore impegno studente :</b> 36	
<b>Modalità di insegnamento:</b> Esercitazione	<b>Ore impegno docente:</b> 18		<b>Ore impegno studente :</b> 36	
<b>Modalità di insegnamento:</b> Prova intracorso	<b>Ore impegno docente:</b> 3		<b>Ore impegno studente :</b> 3	

**Obiettivi formativi:**

Assegnare e valutare caratteristiche e proprietà di sistemi meccanici in ambiente virtuale: forme, proporzioni, lavorabilità e tolleranze Realizzare in maniera interattiva disegni costruttivi e schemi di assemblaggio a partire dai modelli CAD tridimensionali.

**Contenuti:**

Norme di rappresentazione. Proiezioni ortogonali. Metodo europeo e americano di rappresentazione. Norme di rappresentazione delle sezioni. Quotatura: criteri per l'indicazione delle quote, convenzioni particolari di quotatura, sistemi di quotatura. Quotatura e processi tecnologici. Tolleranze dimensionali: accoppiamenti nel sistema ISO. Filettature, collegamenti filettati e loro rappresentazione: filettature metriche, filettature gas, filettature withworth; collegamenti con vite mordente, vite prigioniera e bullone. Collegamenti albero-mozzo: chiavette e linguette. Cenni ai collegamenti fissi. I sistemi di drafting e la rappresentazione di singoli elementi meccanici e di dispositivi con un CAD 2D. Utilizzo di sistemi CAD per la gestione integrata del processo di progettazione-produzione nell'ottica dell'ingegneria simultanea. Metodi e tecniche di modellazione geometrica: modellazione solida e di superfici nello spazio. Metodologie di Progettazione: sistemi parametrici e variazionali; evoluzione della progettazione in ambienti di Realtà Virtuale. Problematiche di scambio dati. Ruolo del CAD nella documentazione tecnica: marketing, manuali d'uso, assistenza ai clienti e manutenzione. Esercitazioni grafiche con correzione degli elaborati sui contenuti del corso.

**Propedeuticità:** Elementi di informatica.

**Prerequisiti:** Nessuno.

**Modalità di accertamento del profitto:** Elaborazione di un progetto e prova grafica.

-----

**Insegnamento:** Economia e organizzazione aziendale

Modulo didattico	SSD	Af	Anno	CFU
Economia e organizzazione aziendale	ING-IND/35	c	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> 10		<b>Ore impegno studente :</b> 20	
<b>Modalità di insegnamento:</b> Seminario	<b>Ore impegno docente:</b> 6		<b>Ore impegno studente :</b> 6	
<b>Modalità di insegnamento:</b> Prova intracorso	<b>Ore impegno docente:</b> 4		<b>Ore impegno studente :</b> 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 ed 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

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

<b>Modulo didattico</b>	<b>SSD</b>	<b>Af</b>	<b>Anno</b>	<b>CFU</b>
Elementi di robotica industriale	ING-INF/04	b	III	3
<b>Modalità di insegnamento:</b> Lezione	<b>Ore impegno docente:</b> 16	<b>Ore impegno studente:</b> 48		
<b>Modalità di insegnamento:</b> Esercitazione	<b>Ore impegno docente:</b> 12	<b>Ore impegno studente:</b> 24		
<b>Modalità di insegnamento:</b> Laboratorio	<b>Ore impegno docente:</b> 3	<b>Ore impegno studente:</b> 3		

**Obiettivi formativi:**

Fornire gli elementi di base sui componenti e la programmazione dei robot industriali. Presentare i criteri di scelta di un robot per applicazioni tipiche. Formare alcune competenze su modellistica, simulazione e controllo di semplici manipolatori.

**Contenuti:**

La robotica. Radici culturali. Robotica industriale e robotica avanzata. Il robot industriale. Automazione rigida, programmabile e flessibile. Capacità di impiego: trasporto, manipolazione, misura. Struttura dei manipolatori: cartesiane, cilindriche, antropomorfe, SCARA. Sistema di attuazione dei giunti. Servomotori elettrici e idraulici. Trasduttori di posizione e di velocità. Sensori. Unità di governo. Architettura funzionale. Ambiente di programmazione. Programmazione per insegnamento. Programmazione orientata al robot. Architettura hardware. Cinematica e dinamica di strutture semplici

di manipolazione. Pianificazione di traiettoria. Percorso e traiettoria. Moto punto–punto. Moto su percorso assegnato. Il problema del controllo del moto. Controllo indipendente ai giunti. Compensazione in avanti. Modellistica e controllo di un manipolatore planare a due bracci. Esempi di linguaggi di programmazione. Simulazione in ambiente MATLAB/Simulink®. Esperienze di laboratorio.

**Propedeuticità:** Controlli automatici.

**Prerequisiti:** Elementi di informatica, Calcolatori elettronici I, Programmazione I, Fondamenti di meccanica, Controlli automatici, Misure per l'automazione e la produzione industriale, Macchine e azionamenti elettrici, Meccanica degli attuatori.

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

-----

**Insegnamento:** Elementi di trasmissione del calore

Modulo didattico	SSD	Af	Anno	CFU
Elementi di trasmissione del calore	ING-IND/10	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> 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.

**Propedeuticità:** Fisica generale II.

**Prerequisiti:** Nessuno.

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

-----

**Insegnamento:** Elettronica analogica

Modulo didattico	SSD	Af	Anno	CFU
Elettronica analogica	ING-INF/01	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:**

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 digitale

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

<b>Modalità di insegnamento:</b> Lezione	<b>Ore impegno docente:</b> 50	<b>Ore impegno studente:</b> 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. Progetto di un MOS dato il K. 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 complesse in tecnologie a MOS. Progetto porta Xor. Effetto dello scaling tecnologico. Stadi separatori. Logiche tristate e Open-drain. Logiche bipolari saturate: RTL, TTL. Logiche TTL avanzate. Logiche BiCMOS. Logiche bipolari non saturate: CML ed ECL. Progetto del circuiti per la generazione della tensione di riferimento per le logiche bipolari non saturate. Circuiti sequenziali elementari. Realizzazione di latch e flip-flop. memorie non volatili EEPROM e Flash. Memorie ROM con indirizzamento bidimensionale. Classificazione delle memorie RAM. SRAM a 4T e 6T. RAM dinamiche 1T: Circuito open-bit line e dummy cell. Circuiti logici programmabili. Utilizzo classificazione, sistema di sviluppo e flusso di progetto. Schema PLA e PAL. PAL sequenziali CPLD ed FPGA.

**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 I

<b>Modulo didattico</b> Fisica generale I	<b>SSD</b> FIS/01	<b>Af</b> a	<b>Anno</b> I	<b>CFU</b> 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:**

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:** Fisica generale II

Modulo didattico	SSD	Af	Anno	CFU
Fisica generale II	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:**

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:** Fondamenti di meccanica

Modulo didattico	SSD	Af	Anno	CFU
Fondamenti di meccanica	ING-IND/13	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> 35		
<b>Modalità di insegnamento:</b> Laboratorio	<b>Ore impegno docente:</b> 5	<b>Ore impegno studente:</b> 10		

**Obiettivi formativi:**

Fornire conoscenze di base sulla meccanica applicata per poter:

- comprendere il funzionamento dei sistemi meccanici più comunemente presenti nelle macchine automatiche e per poter risolvere semplici problemi riguardanti gli stessi.
  - proseguire e approfondire lo studio di sistemi meccanici più complessi nel Corso di Laurea specialistica.
- Vengono, inoltre, forniti cenni su argomenti di Misure meccaniche e di Fisica matematica, propedeutici agli altri argomenti trattati.

**Contenuti:**

Unità di misura, sistemi di unità di misura, analisi dimensionale.

Richiami su: moto di un corpo rigido, geometria delle masse, classificazione delle forze, teorema dell'energia cinetica, equazioni cardinali della dinamica.

Sistemi meccanici costituiti da elementi "rigidi": studio di alcuni sistemi meccanici e meccanismi, il funzionamento di un gruppo costituito da una macchina motrice e una macchina operatrice.

Elementi fondamentali per lo studio delle vibrazioni in organi di macchina e in sistemi meccanici: moto periodico, moto armonico, vibrazioni meccaniche libere e forzate, isolamento dalle vibrazioni.

Organi meccanici e dei meccanismi per la trasmissione del moto: trasmissioni con ruote di frizione, con ruote dentate, con organi flessibili; rotismi; meccanismi per la trasformazione del moto rotatorio in moto traslatorio.

Cenni di Tribologia e Lubrificazione; criteri per la scelta e per il calcolo a durata di cuscinetti volventi.

Esercizi numerici ed esempi di applicazione su tutti gli argomenti trattati.

**Propedeuticità:** Fisica generale I.

**Prerequisiti:** Nessuno.

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

**Insegnamento:** Geometria e algebra

Modulo didattico	SSD	Af	Anno	CFU
Geometria e algebra	MAT/03	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:**

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 a 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
<b>Modalità di insegnamento:</b> Lezione	<b>Ore impegno docente:</b> 34		<b>Ore impegno studente:</b> 102	
<b>Modalità di insegnamento:</b> Esercitazione	<b>Ore impegno docente:</b> 23		<b>Ore impegno studente:</b> 46	
<b>Modalità di insegnamento:</b> Prova intracorso	<b>Ore impegno docente:</b> 2		<b>Ore impegno studente:</b> 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 Thévenin 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.

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

-----

**Insegnamento:** Macchine e azionamenti elettrici

Modulo didattico	SSD	Af	Anno	CFU
Macchine e azionamenti elettrici	ING-IND/32	b	III	8
<b>Modalità di insegnamento:</b> Lezione	<b>Ore impegno docente:</b> 50		<b>Ore impegno studente:</b> 150	
<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> 20		<b>Ore impegno studente:</b> 20	

**Obiettivi formativi:**

Fornire i concetti fondamentali per il dimensionamento degli azionamenti elettrici, con particolare riguardo alla scelta dei componenti di potenza e alla redazione degli schemi circuitali di potenza e di comando.

**Contenuti:**

Interruttori, sezionatori e contattori: caratteristiche operative, significato delle grandezze nominali. Trasformatori mono- e trifase. Convertitori elettronici di potenza: raddrizzatori, chopper, invertitori. Motori e attuatori elettrici per la conversione elettromagnetica dell'energia elettrica in meccanica: strutture elementari; tipologia e classificazione; perdite, rendimenti, definizione delle grandezze nominali e di targa. Cicli operativi e loro riconduzione a servizio continuativo. Azionamenti elettrici: guida al dimensionamento dei componenti di potenza.

**Propedeuticità:** Introduzione ai circuiti.

**Prerequisiti:** Nessuno.

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

**Insegnamento:** Meccanica degli attuatori

Modulo didattico	SSD	Af	Anno	CFU
Meccanica degli attuatori	ING-IND/13	b	III	3
<b>Modalità di insegnamento:</b> Lezione	<b>Ore impegno docente:</b> 22		<b>Ore impegno studente:</b> 66	
<b>Modalità di insegnamento:</b> Laboratorio	<b>Ore impegno docente:</b> 5		<b>Ore impegno studente:</b> 5	
<b>Modalità di insegnamento:</b> Seminario	<b>Ore impegno docente:</b> 4		<b>Ore impegno studente:</b> 4	

**Obiettivi formativi:**

L'obiettivo del corso è mettere gli allievi in condizioni di saper scegliere il sistema di azionamento del moto più idoneo alla specifica esigenza. Per questo il corso fornisce le conoscenze dei principali sistemi di azionamento, dei loro componenti e principi di funzionamento.

**Contenuti:**

Definizione di attuatore, sistemi di attuazione e loro caratteristiche. Attuatori pneumatici ed idraulici, attuatori lineari, cilindri rotativi, motori pneumatici, circuito di alimentazione, valvole di distribuzione, valvole pilota. Impianto di aria compressa, proprietà dell'aria, trattamento dell'aria. Circuito idraulico, pompa, valvole. Dinamica degli attuatori lineari e rotativi. Tenute statiche e dinamiche. Usura e attrito. Attuatori elettrici, caratteristica meccanica dei motori elettrici, riduttori di velocità e loro funzionamento. Attuatori meccanici, camme, determinazione delle leggi di alzata, generazione del profilo della camma, punterie, fenomeni dinamici. Leggi temporali del moto dell'azionamento, traiettorie, ottimizzazione delle leggi di moto. Esempi di applicazioni e di risoluzione di problematiche ricorrenti. Rappresentazione grafica con simboli unificati dei principali sistemi di azionamento. Progettazione assistita da calcolatore di impianti di azionamento pneumatico e idraulico.

**Propedeuticità:** Fondamenti di meccanica.

**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
<b>Modalità di insegnamento:</b> Lezione	<b>Ore impegno docente:</b> 30		<b>Ore impegnostudente:</b> 106	
<b>Modalità di insegnamento:</b> Esercitazione	<b>Ore impegno docente:</b> 22		<b>Ore impegno studente:</b> 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 l'automazione e la produzione industriale

<b>Modulo didattico</b>	<b>SSD</b>	<b>Af</b>	<b>Anno</b>	<b>CFU</b>
Misure per l'automazione e la produzione industriale	ING-INF/07	b	III	6

<b>Modalità di insegnamento:</b> Lezione	<b>Ore impegno docente:</b> 44	<b>Ore impegno studente:</b> 132
<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> 8	<b>Ore impegno studente:</b> 8

**Obiettivi formativi:**

Il corso intende fornire all'allievo le basi necessarie per realizzare e gestire stazioni automatiche di misura per il collaudo di componenti e sistemi prodotti industrialmente.

**Contenuti:**

Gli argomenti trattati riguardano i fondamenti della misurazione (concetti di misura e di incertezza, Sistema Internazionale delle unità di misura), predisposizione e uso degli strumenti più diffusi (multimetri, oscilloscopi, generatori di forme d'onda), architettura dei sistemi automatici di misura e relativi protocolli di comunicazione, strumentazione virtuale, linguaggi LabVIEW e LabWindows/CVI, sistemi di acquisizione dati, sistemi di tele-misura, stazioni automatiche di misura basate su DSP.

**Propedeuticità:** Introduzione ai circuiti.

**Prerequisiti:** Nessuno.

**Modalità di accertamento del profitto:** Prova di laboratorio e colloquio.

-----

**Insegnamento:** Modellistica e simulazione

<b>Modulo didattico</b>	<b>SSD</b>	<b>Af</b>	<b>Anno</b>	<b>CFU</b>
Modellistica e simulazione	ING-INF/04	b	II	7

<b>Modalità di insegnamento:</b> Lezione	<b>Ore impegno docente:</b> 40	<b>Ore impegno studente:</b> 135
<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> 8	<b>Ore impegno studente:</b> 10

**Obiettivi formativi:**

Introdurre allo studente il concetto di sistema astratto orientato. Fornire la descrizione unificata standard ingresso-stato-uscita di varie tipologie di sistemi dinamici. Fornire, infine, nozioni sulla simulazione numerica con calcolatore dei sistemi dinamici

**Contenuti:**

Sistemi e modelli: concetto di sistema; modello di un sistema; modelli ingresso-stato-uscita; classificazione di sistemi. Modelli ingresso-stato-uscita di sistemi dinamici: sistemi meccanici; robot elementari; sistemi elettrici; sistemi elettromeccanici; sistemi termici; sistemi idraulici; sistemi pneumatici. Simulazione numerica di sistemi dinamici: metodi di Runge e Kutta; metodi di predizione e di correzione; simulazione di sistemi dinamici in ambiente MATLAB/SIMULINK.

**Propedeuticità:** Analisi matematica II, Fisica generale II.

**Prerequisiti:** Nessuno.

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

-----

**Insegnamento:** Programmazione I

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

**Modalità di insegnamento:** Lezione  
**Modalità di insegnamento:** Esercitazione

**Ore impegno docente:** 30  
**Ore impegno docente:** 22

**Ore impegno studente:** 100  
**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. Riutilizzo 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:** Reti di calcolatori

<b>Modulo didattico</b>	<b>SSD</b>	<b>Af</b>	<b>Anno</b>	<b>CFU</b>
Reti di calcolatori	ING-INF/05	b	III	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> 16	<b>Ore impegno studente:</b> 32		
<b>Modalità di insegnamento:</b> Laboratorio	<b>Ore impegno docente:</b> 7	<b>Ore impegno studente:</b> 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 ed 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 ad 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 a estensione geografica. L'approccio adottato è volto allo studio pratico dei protocolli e delle tecniche di comunicazione e 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:** Calcolatori elettronici 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:** Sistemi operativi

Modulo didattico	SSD	Af	Anno	CFU
Sistemi operativi	ING-INF/05	b	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> 6		<b>Ore impegno studente:</b> 15	
<b>Modalità di insegnamento:</b> Laboratorio	<b>Ore impegno docente:</b> 6		<b>Ore impegno studente:</b> 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:** Tecnologie dei sistemi di controllo

Modulo didattico	SSD	Af	Anno	CFU
Tecnologie dei sistemi di controllo	ING-INF/04	b	III	6
<b>Modalità di insegnamento:</b> Lezione	<b>Ore impegno docente:</b> 30		<b>Ore impegno studente:</b> 96	
<b>Modalità di insegnamento:</b> Esercitazione	<b>Ore impegno docente:</b> 6		<b>Ore impegno studente:</b> 12	
<b>Modalità di insegnamento:</b> Laboratorio	<b>Ore impegno docente:</b> 22		<b>Ore impegno studente:</b> 33	
<b>Modalità di insegnamento:</b> Seminario	<b>Ore impegno docente:</b> 4		<b>Ore impegno studente:</b> 9	

**Obiettivi formativi:**

Rendere lo studente familiare con gli aspetti metodologici e tecnologici della progettazione e realizzazione dei sistemi di controllo a microcontrollore. E' prevista la sperimentazione diretta su varie piattaforme hardware delle fasi salienti della progettazione e della realizzazione del controllo per alcune tipologie di processi industriali riprodotti in laboratorio.

**Contenuti:**

Funzioni e componenti di un sistema di controllo di processo. Controllo dei processi continui. Caratteristiche dei principali anelli di regolazione. La misura delle principali grandezze fisiche di processo. Generalità sui trasduttori. Caratteristica di trasferimento statica e dinamica dei principali sensori di impiego industriale. Linearizzazione di caratteristiche di trasferimento dei trasduttori. Errori di misura, accuratezza, precisione, sensibilità, risoluzione. Reiezione ai disturbi nei sistemi di misura. Criteri di scelta mediante visione di datasheet. Valvole di regolazione e altri attuatori. Descrizione funzionale e proprietà dinamiche. Criteri di scelta mediante visione di datasheets. Trasmissione (wired, wireless, radiofrequenza, infrared), condizionamento (circuiti attivi e passivi, filtri, ponti) e conversione A/D e D/A dei segnali forniti dai sensori e di comando agli attuatori. Ingressi analogici e digitali, uscite analogiche e digitali. Attuatori ON-OFF e modulazione PWM. Controllori industriali PID e loro possibili implementazioni. Windup e tecniche di desaturazione dell'azione integrale. Cenni sui cicli di controllo multipli per il controllo multivariabile. Discretizzazione di leggi di controllo tempo continuo. Implementazione di leggi di controllo tempo-discreto. Microcontrollori. Generalità sui MCU PIC della Microchip. Programmazione. Interfacciamento. Guida al datasheet. Reti per il controllo. Bus di campo. Sistemi di controllo distribuito (DCS) per la supervisione, la regolazione automatica e l'automazione di processi industriali. Architetture funzionali e realizzative. Reti di dispositivi. La simulazione real-time. Le tecniche di simulazione HW-in-the-loop e la relativa strumentazione hardware e software.

**Propedeuticità** Controlli automatici.

**Prerequisiti:** Elettronica analogica, Elettronica digitale, Teoria dei segnali, Calcolatori elettronici I.

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

-----

**Insegnamento:** Teoria dei segnali

Modulo didattico	SSD	Af	Anno	CFU
Teoria dei segnali	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:**

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 nonlineare. 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.

-----

**Insegnamento:** Teoria dei sistemi

Modulo didattico	SSD	Af	Anno	CFU
Teoria dei sistemi	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 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:** Modellistica e simulazione; Metodi matematici per l'ingegneria.

**Prerequisiti:** Nessuno.

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

## Esame di laurea

La prova finale per il Corso di Laurea in Ingegneria dell'Automazione 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. Per tale attività di tirocinio, inoltre, lo studente interessato potrà anche utilizzare tutti o in parte i crediti della voce "ulteriori conoscenze".

## Opzioni dal preesistente ordinamento al nuovo Ordinamento

Gli studenti iscritti al Diploma Universitario in Ingegneria Informatica dell'ordinamento preesistente possono optare per l'iscrizione al Corso di Laurea in Ingegneria dell'Automazione del nuovo ordinamento, direttamente sostitutivo del preesistente, secondo quanto disposto dall'Art. 37 comma 2 del RDA. 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 i moduli dei due ordinamenti.

Le modalità di opzione sono riportate nella tabella seguente.

**Corrispondenza fra CFU degli insegnamenti del Corso di Diploma Universitario in Ingegneria Informatica, dell'Ordinamento preesistente, e CFU dei moduli del Corso di Laurea in Ingegneria dell'Automazione dell'Ordinamento regolato dal D.M. 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 (D.U.)	6	Analisi matematica I	9	
Fisica I	6	Fisica generale I	6	
Informatica I	12	Elementi di informatica	6	
		Programmazione I	6	
Fisica II	6	Fisica generale II	6	
Geometria (D.U.)	6	Geometria e algebra	6	
Elettrotecnica (D.U.)	6	Introduzione ai circuiti	6	
Metodi matematici per l'ingegneria (D.U.)	6	Metodi matematici per l'ingegneria	6	
Teoria dei segnali (D.U.)	6	Teoria dei segnali	6	
Calcolatori I	12	Calcolatori elettronici I	6	ING-INF/05
Elementi di automatica	12	Teoria dei sistemi	6	
		Controlli automatici	6	
Elettronica applicata	6	Elettronica analogica	6	
Misure elettriche ed elettroniche	6	Misure per l'automazione e la produzione industriale	6	
Elettronica dei sistemi digitali (D.U.)	6	Elettronica digitale	6	
Sistemi operativi (D.U.)	6	Sistemi operativi	6	
Tecnologie dei sistemi di controllo	12	Elementi di automazione	6	
		Tecnologie dei sistemi di controllo	6	
Economia e organizzazione aziendale (D.U.)	6	Economia e organizzazione aziendale	6	
Reti di calcolatori (D.U.)	6	Reti di calcolatori	6	
Tirocinio	12	Ulteriori conoscenze	9	Ulteriori conoscenze

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

**Corrispondenza fra insegnamenti del Corso di Laurea in Ingegneria Informatica dell'Ordinamento preesistente e moduli del Corso di Laurea in Ingegneria dell'Automazione dell'Ordinamento regolato dal D.M. 509 del 3.11.99.**

- 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	6	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	ING-INF/05
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	6	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	Modellistica e simulazione	4	
		Teoria dei sistemi	6	
Calcolatori elettronici I	10	Calcolatori elettronici I	6	ING-INF/05
Elettronica I	10	Elettronica analogica	6	ING-INF/01
Teoria dei segnali	10	Teoria dei segnali	6	ING-INF/03
Calcolatori elettronici II	10	Calcolatori elettronici II	6	ING-INF/05
Controlli automatici	10	Controlli automatici	6	ING-INF/04
Elettronica II	10	Elettronica digitale	6	ING-INF/01
Sistemi operativi	10	Sistemi operativi	6	ING-INF/05
Reti di calcolatori	10	Reti di calcolatori I	6	ING-INF/05

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

### I Anno

<b>1° semestre</b>	<b>Inizio</b> 11 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

Referente del Corso di Laurea per il Programma SOCRATES/ERASMUS è il Professore Enrico Pagano – Dipartimento di Ingegneria elettrica - tel. 081/7683494 - e-mail: enpagano@unina.it.

Responsabile del Corso di Laurea per i tirocini è il Professore Giuseppe Ambrosino - Dipartimento di Informatica e sistemistica – tel. 081/7683173 - e-mail: ambrosin@unina.it.