



# UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI NAPOLI FEDERICO II

## SCUOLA POLITECNICA E DELLE SCIENZE DI BASE

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA ELETTRICA E DELLE TECNOLOGIE  
DELL'INFORMAZIONE

Guida dello Studente

## *CORSO DI LAUREA IN INGEGNERIA ELETTRONICA*

*Classe delle Lauree in Ingegneria dell'Informazione L8*

# Generalità sul Corso di Studio

## Il Corso di Studio in breve

La laurea in Ingegneria Elettronica si inserisce nel contesto più ampio delle Tecnologie dell'Informazione e delle Comunicazioni (comunemente indicate come ICT). Le aree di intervento non sono però limitate a quelle specifiche dell'ICT ma comprendono anche quelle dell'elettronica industriale, della componentistica, dei sistemi a microonde, dell'optoelettronica, degli apparati biomedicali, dei sensori, della strumentazione elettronica per le misure e i controlli.

Il percorso formativo privilegia l'acquisizione di una formazione ad ampio spettro, in modo da salvaguardare l'ampia apertura culturale del laureato come condizione essenziale per un proficuo inserimento professionale e per garantire la prosecuzione del processo formativo nella successiva Laurea Magistrale.

Obiettivi formativi di tipo metodologico generale mirano a formare laureati che:

- conoscano adeguatamente gli aspetti metodologico-operativi della matematica e delle altre scienze di base, e siano capaci di utilizzare tale conoscenza per interpretare e descrivere i problemi dell'ingegneria;
- conoscano adeguatamente gli aspetti metodologico-operativi delle scienze dell'ingegneria, in particolare quelli dell'Ingegneria Elettronica;
- siano capaci di condurre esperimenti e di analizzarne e interpretarne i dati.

Il percorso formativo garantisce:

- una solida formazione nelle discipline di base;
- un'ampia e approfondita formazione nelle discipline ingegneristiche caratterizzanti: elettronica, campi elettromagnetici e circuiti, misure elettriche ed elettroniche;
- un'ampia formazione nelle discipline affini: elettrotecnica, automatica, telecomunicazioni, sistemi di elaborazione delle informazioni.

Più in dettaglio, il primo anno comprende insegnamenti di analisi matematica, fisica generale, geometria e algebra, fondamenti di informatica, calcolatori elettronici.

Il secondo anno fornisce le conoscenze di base e metodologiche delle discipline proprie dell'ingegnere dell'informazione: elettrotecnica, automazione, telecomunicazioni; fornisce inoltre le conoscenze di base e metodologiche dell'elettronica e dei campi elettromagnetici e circuiti.

Nel terzo anno si approfondiscono le discipline caratterizzanti e si dà spazio alle discipline a scelta autonoma dello studente.

## Sbocchi occupazionali

Il Corso di Laurea in Ingegneria Elettronica prepara all'esercizio delle professioni di Ingegnere Junior Tale profilo professionale, in virtù della sua versatilità e della capacità di integrare competenze tecnologiche di diversi settori dell'ingegneria dell'informazione, risponde in modo efficace alle esigenze dell'attuale contesto produttivo. I principali sbocchi occupazionali comprendono:

Imprese di progettazione e/o produzione di dispositivi, componenti, sistemi e apparati elettronici;  
Imprese di progettazione, installazione e gestione di infrastrutture nonché di fornitura di servizi per le telecomunicazioni;

Contesti produttivi che fanno largo uso di sistemi automatici e robotizzati;

Imprese elettromeccaniche, elettroniche, spaziali, aeronautiche, automobilistiche, navali, etc.

E' previsto un esame di abilitazione per l'iscrizione all'albo per l'esercizio della professione regolamentata di "Ingegnere dell'informazione junior".

La Laurea in Ingegneria Elettronica dà automaticamente accesso ai corsi di laurea magistrale del settore dell'Informazione attivi presso l'Università di Napoli. Maggiori informazioni al link [www.ingegneria-elettronica.unina.it/](http://www.ingegneria-elettronica.unina.it/)

### **Conoscenze richieste per l'accesso: termini e modalità di ammissione**

L'accesso al Corso di Laurea è subordinato al possesso di un Diploma di Scuola Secondaria Superiore o di altro Titolo di Studi conseguito all'estero e riconosciuto equipollente.

Come per tutti i Corsi di Laurea in Ingegneria dell'Università di Napoli Federico II, è previsto un test di orientamento non selettivo ma obbligatorio. Il test (TOLC-I) è erogato dal Consorzio Interuniversitario CISIA con struttura uniforme sul territorio nazionale ed è basato su un questionario a risposta multipla su argomenti di Matematica, Scienze, Logica e Comprensione Verbale.

Il TOLC può essere sostenuto in modalità on-line da febbraio a novembre di ciascun anno. Se l'esito del test è negativo, l'iscrizione è consentita ma è previsto un debito formativo da colmare.

Per maggiori informazioni consultare:

- la pagina dedicata della Scuola Politecnica e delle Scienze di Base <http://www.scuolapsb.unina.it/index.php/studiare-al-napoli/ammissione-ai-corsi>
- il sito del Consorzio Interuniversitario CISIA <https://www.cisiaonline.it/area-tematica-tolc-cisia/home-tolc-generale/>

# Piano di Studi

## Manifesto degli Studi del Corso di Laurea in Ingegneria Elettronica – A.A. 2022/2023

Insegnamento o attività formativa	Sem	CFU	SSD	AF	Propedeutici
<b>I anno</b>					
Analisi matematica I	1	9	MAT/05	1	Nessuna
Fisica generale I	1	6	FIS/01	1	Nessuna
Fondamenti di Informatica	1	9	ING-INF/05	1	Nessuna
Lingua inglese	1	3		5	Nessuna
Analisi matematica II	2	6	MAT/05	1	Analisi matematica I
Fisica generale II	2	6	FIS/01	1	Fisica generale I
Geometria ed Algebra	2	6	MAT/03	1	Nessuna
Calcolatori Elettronici	2	9	ING-INF/05	2	Fondamenti di Informatica
<b>II anno</b>					
Metodi matematici per l'ingegneria	1	8	MAT/05	1	Analisi matematica II, Geometria ed Algebra
Fondamenti di Circuiti	1	9	ING-IND/31	4	Analisi matematica II, Fisica generale II
Teoria dei segnali	1	9	ING-INF/03	4	Analisi matematica II, Geometria ed Algebra
Teoria dei sistemi	2	9	ING-INF/04	2	Analisi matematica II, Fisica generale II, Geometria ed Algebra
Elettronica I	2	9	ING-INF/01	2	Fondamenti di Circuiti
Campi Elettromagnetici e Circuiti	2	12	ING-INF/02	2	Fondamenti di Circuiti
<b>III anno</b>					
Fondamenti di misure elettroniche	1	9	ING-INF/07	2	Fondamenti di Circuiti
Elettronica II	1	10	ING-INF/01	2	Elettronica I
Elettronica per IoT	1	6	ING-INF/01	2	Elettronica I
Elettronica delle Telecomunicazioni	1	6	ING-INF/01	2	Elettronica I
Laboratorio CAD di circuiti elettronici	1	3		6	
A scelta autonoma dello studente	1/2	15		3	
Insegnamento Curriculare di Tabella A	2	9		2	
Insegnamento Curriculare di Tabella A	2	9		2	
Prova finale		3		5	

**Tabella A: Attività formative caratterizzanti a scelta dello studente**

Insegnamento o attività formativa	Sem	CFU	SSD	AF	Propedeutici
Sistemi elettronici programmabili	2	9	ING-INF/01	2	Elettronica I
Optoelettronica	2	9	ING-INF/01	2	Elettronica I
Microonde e Laboratorio dimicroonde	2	9	ING-INF/02	2	Campi elettromagnetici e circuiti
Strumentazione elettronica di misura	2	9	ING-INF/07	2	Fondamenti di misure elettroniche

**Tabella B: Attività formative disponibili per la scelta autonoma dello studente**

Insegnamento o attività formativa	Se m.	CF U	SSD	AF	Propedeuticità	CdS di riferimento
Sistemi elettronici programmabili	2	9	ING-INF/01		Elettronica I	L Ingegneria Elettronica
Optoelettronica	2	9	ING-INF/01		Elettronica I	L Ingegneria Elettronica
Microonde e laboratorio di microonde	2	9	ING-INF/02		Campi elettromagnetici e circuiti	L Ingegneria Elettronica
Strumentazione elettronica di misure	2	9	ING-INF/07		Fondamenti di misure elettroniche	L Ingegneria Elettronica
Laboratorio di programmazione	2	9	ING-INF/05		Fondamenti di Informatica	LM Ingegneria Elettronica
Controlli Automatici	2	9	ING-INF/04		Teoria dei sistemi	L Ingegneria Informatica
Misure per la compatibilità elettromagnetica	2	9	ING-INF/07		Fondamenti di misure elettroniche	LM Ingegneria Elettronica
Antenne e Dispositivi per la Comunicazione Digitale	2	9	ING-INF/02		Campi elettromagnetici e circuiti	L Ingegneria Telecomunicazioni
Basi di dati	1	9	ING-INF/05		Fondamenti di Informatica	L Ingegneria Informatica
Fondamenti chimici delle tecnologie	1	9	CHIM/07			LM Ingegneria Aerospaziale
Trasmissione del calore	1	9	ING-IND/10			LM Ingegneria Elettronica
Fisica dello stato solido	1	9	FIS/01			LM Ingegneria Elettronica
Economia ed organizzazione aziendale	1	6	ING-IND/35			LM Ingegneria Elettrica
Nozioni giuridiche fondamentali	1	6	IUS/01			LM Ingegneria Elettrica
Telerilevamento e diagnostica elettromagnetica	2	9	ING-INF/02		Campi Elettromagnetici e Circuiti	L Ingegneria Telecomunicazioni
Reti di Calcolatori	2	6	ING-INF/05		Calcolatori Elettronici	L Ingegneria Telecomunicazioni
Computer Systems Design	2	9	ING-INF/05		Calcolatori Elettronici	LM Ingegneria Informatica

(\*) **Legenda delle tipologie delle attività formative ai sensi del DM 270/04**

Attività formativa	1	2	3	4	5	6	7
rif. DM270/04	Art. 10 comma 1, a)	Art. 10 comma 1, b)	Art. 10 comma 5, a)	Art. 10 comma 5, b)	Art. 10 comma 5, c)	Art. 10 comma 5, d)	Art. 10 comma 5, e)

## **Note al Piano di Studi**

### **Regole per la formulazione del Piano di Studi**

**Il Piano di Studi è approvato automaticamente se la scelta autonoma avviene selezionando due insegnamenti dalla Tabella B, altrimenti il Piano di Studi deve essere esaminato dalla Commissione di Coordinamento Didattico per l'eventuale approvazione o modifica. La compatibilità degli orari può essere garantita solo per i primi quattro insegnamenti riportati nella Tabella B; per gli altri insegnamenti potrebbero esserci sovrapposizioni negli orari**

### **Personalizzazione del piano di studi**

Oltre agli insegnamenti obbligatori, lo studente deve inserire nel proprio Piano di Studi due insegnamenti da 9 CFU scelti fra quelli offerti nella Tabella A. Inoltre, lo studente deve selezionare ulteriori insegnamenti a scelta autonoma, coerenti con il percorso formativo, per altri 15 CFU. Modulistica e istruzioni per la compilazione sono aggiornate anno per anno e sono disponibili al link [www.ingegneria-elettronica.unina.it/](http://www.ingegneria-elettronica.unina.it/)

### **Attività di tirocinio curriculare**

Gli studenti iscritti al CdS possono decidere di effettuare attività di tirocinio o *stage* formativi presso Enti o Aziende convenzionati con l'Ateneo. Le attività di tirocinio e *stage* non sono obbligatorie, e concorrono all'attribuzione di crediti formativi per le Altre attività formative a scelta dello studente inserite nel piano di studi, così come previsto dall'Art. 10, comma 5, lettere d ed e, del D.M. 270/2004<sup>1</sup>.

### **Attività per la preparazione e lo svolgimento della prova finale**

- La preparazione della prova finale consiste nella scrittura di un elaborato di tesi su un argomento deciso di concerto con un Docente Relatore. La prova finale è sostenuta dal Candidato innanzi a una Commissione presieduta dal Coordinatore del Corso di Studio e consiste nella presentazione del lavoro svolto e nella successiva discussione con i componenti della Commissione.
- Per la presentazione, il candidato può avvalersi di un fascicoletto di sintesi, da consegnare in copia a ciascun componente della Commissione.
- Al termine della presentazione, ciascun docente può rivolgere osservazioni al candidato, inerenti l'argomento del lavoro di tesi.
- Di norma, la presentazione ha una durata di 15 minuti.

### **Periodi di formazione all'estero – Programmi ERASMUS**

Il corso di laurea favorisce lo svolgimento di periodi di studio all'estero nell'ambito del programma ERASMUS. L'accesso al programma avviene rispondendo ad un bando emanato tipicamente nel mese di marzo di ogni anno. La scelta della sede estera può essere effettuata tra quelle per le quali esiste una convenzione con l'Università di Napoli. L'elenco delle sedi disponibili e tutte le informazioni sulle modalità di accesso al programma ERASMUS possono essere reperite al link <http://erasmus.dieti.unina.it/>

### **Percorsi speciali**

*NON PREVISTI*

---

<sup>1</sup> I tirocini *ex* lettera d possono essere sia interni che esterni; tirocini e *stage ex* lettera e possono essere solo esterni.

# Orientamento e Tutorato

## **Orientamento in ingresso**

L'attività di orientamento in ingresso del Corso di Studio è condotta in forma coordinata con gli altri Corsi di Studio e Dipartimenti della Scuola Politecnica e delle Scienze di Base e si sviluppa attraverso tre modalità complementari:

- incontri con la platea studentesca attraverso la partecipazione ad iniziative di orientamento coordinate a livello della Scuola Politecnica e delle Scienze di Base o di Ateneo
- incontri con classi o gruppi selezionati sia presso le sedi universitarie che presso gli Istituti scolastici, a seguito di interazioni puntuali con le dirigenze scolastiche
- divulgazione e disseminazione delle informazioni attraverso specifiche sezioni del portale web della Scuola Politecnica e delle Scienze di Base ([www.scuolapsb.unina.it](http://www.scuolapsb.unina.it)) e quello del Corso di Studio (<https://ingegneria-elettronica.diati.unina.it/>).

## **Orientamento e tutorato in itinere**

Il Corso di Studio è partecipe di una iniziativa coordinata a livello della Scuola Politecnica e delle Scienze di Base rivolta alla attivazione di iniziative di tutorato a supporto di insegnamenti selezionati tra gli insegnamenti collocati ai primi anni di corso. Il servizio viene offerto con il supporto di Tutor qualificati individuati mediante una procedura selettiva tra studenti dei Programmi di Dottorato di Ricerca, e tra gli studenti più brillanti dei corsi di Laurea Magistrale

I Tutor monitorano lo stato di apprendimento e forniscono sostegno agli studenti mantenendo uno stretto coordinamento con i docenti titolari degli insegnamenti.

Ulteriori servizi di supporto sono inoltre forniti dal Centro di Ateneo SINAPSI ([www.sinapsi.unina.it](http://www.sinapsi.unina.it)), in particolare:

- a) servizi di tutorato specializzato rivolti agli studenti con disabilità e agli studenti con Disturbo Specifico dell'Apprendimento (DSA);
- b) servizi di supporto al successo universitario rivolti a tutti gli studenti dell'Università degli Studi di Napoli Federico II che vivono una difficoltà nell'affrontare il proprio percorso universitario.
- c) interventi inerenti l'area Anti-Discriminazione e Cultura delle Differenze orientati a prevenire e contrastare le violazioni dei diritti umani e le prevaricazioni legate al genere, all'orientamento sessuale, all'etnia, allo status socio-economico

## **Orientamento in uscita e attività di placement**

L'Ateneo ha attivo uno sportello per l'orientamento in uscita ed il placement accessibile attraverso il portale

<http://www.orientamento.unina.it/>, dal quale si attingono informazioni su iniziative ed opportunità di inserimento professionale.

La Scuola Politecnica e delle Scienze di Base, organizza incontri strutturati con le aziende denominato "La Scuola incontra le Imprese" durante la quale i laureati/laureandi hanno la possibilità di stabilire un contatto mirato con le realtà produttive

Tutte le informazioni possono essere reperite sul portale della Scuola Politecnica e delle Scienze di Base ([www.scuolapsb.unina.it](http://www.scuolapsb.unina.it)) nell'apposita sezione (La Scuola incontra le Imprese) nel quale sono sistematicamente segnalati gli eventi di recruitment, le "job fairs", le opportunità di inserimento lavorativo che vengono segnalate dalle aziende. Ulteriori informazioni sono reperibili sul portale <http://www.jobservice.unina.it/it/>

## **Calendario, scadenze e date da ricordare**

### **Termini e scadenze**

L'immatricolazione e l'iscrizione agli anni successivi hanno luogo, di norma, dal 1 settembre al 31 ottobre di ogni anno, con modalità che sono rese note con una specifica Guida alla iscrizione e al pagamento delle tasse pubblicata alla URL:

<https://www.unina.it/didattica/sportello-studenti/guide-dello-studente>

Ulteriori scadenze (termini per la presentazione dei piani di studio, termini per la presentazione delle candidature ERASMUS, etc.) sono segnalate nel sito del Corso di Studio:

<https://www.ingegneria-elettronica.unina.it>

### **Calendario delle attività didattiche e degli esami di profitto**

Il calendario delle attività didattiche si articola in "periodi didattici", durante i quali si tengono le lezioni e, di norma, non si sostengono esami, e "finestre d'esame", durante le quali le lezioni sono sospese e si sostengono gli esami.

Il Calendario dettagliato, aggiornato in tempo reale, è consultabile al link

<http://www.scuolapsb.unina.it/index.php/studiare-al-napoli/calendario-delle-attivita-didattiche>

### **Orario delle attività formative**

L'orario delle attività didattiche è, di norma, articolato per sedi (Polo Didattico di San Giovanni e Polo Didattico di Fuorigrotta) e per cognomi.

L'Orario dettagliato, aggiornato in tempo reale, è consultabile al link

<http://easyacademy.unina.it/agendastudenti/index.php?view=easycourse& lang=it>

### **Calendario delle sedute di laurea**

Le sedute di esame finale si tengono, di norma, a mesi alterni.

Il Calendario dettagliato, aggiornato in tempo reale, è consultabile al link

<http://www.scuolapsb.unina.it/index.php/laurea-ingegneria>

## Referenti del Corso di Studio

Coordinatore Didattico: Prof. Santolo Daliento; tel. 081/7683122; e-mail: [daliento@unina.it](mailto:daliento@unina.it)

Referente per il Programma ERASMUS: Prof. Nicola Petra; e-mail: [nicpetra@unina.it](mailto:nicpetra@unina.it)

Responsabile per i Tirocini: Prof. Santolo Daliento; e-mail: [daliento@unina.it](mailto:daliento@unina.it)

Referente per l'Orientamento: e-mail: [daliento@unina.it](mailto:daliento@unina.it)

.....

Rappresentanti degli Studenti:

Sig. Domenico Pio Rocco Vitale [domenicop.vitale@studenti.unina.it](mailto:domenicop.vitale@studenti.unina.it)

Sig. Lorenzo Mele: [lor.mele@studenti.unina.it](mailto:lor.mele@studenti.unina.it),

.....

Segreteria didattica area Ingegneria: [segreing@unina.it](mailto:segreing@unina.it)

Segreteria Didattica dipartimentale: [segreteriadidattica.dieti@unina.it](mailto:segreteriadidattica.dieti@unina.it)

## Contatti e Strutture

Indicazione della Sede (georeferenziata)

### **Polo Fuorigrotta**

- [Via Claudio 21](#)
- [Via Nuova Agnano 11](#)

### **Polo San Giovanni**

- [Corso Nicolangelo Protopisani 70](#)

Sito web del Corso di Studio:

[Ingegneria Elettronica \(unina.it\)](http://www.unina.it)

Sito web del Dipartimento:

<https://www.dieti.unina.it/index.php/it/>

Sito web della Scuola:

<http://www.scuolapsb.unina.it/>

Sito web di Ateneo

<http://www.unina.it/home>

Portale Orientamento:

<http://www.orientamento.unina.it/>

Canali Social ufficiali:

[Ingegneria Elettronica - UniNa | Facebook](#)

## Schede Insegnamenti

Il contenuto e gli obiettivi degli insegnamenti insieme al nome del titolare del corso, alla modalità di svolgimento e di verifica sono consultabili al link [Ingegneria Elettronica \(unina.it\)](http://Ingegneria Elettronica (unina.it))

## INSEGNAMENTI

"Analisi matematica I"	12
"Fisica generale I"	15
"Fondamenti di informatica"	18
"Analisi matematica II"	21
"Fisica generale II"	24
"Geometria e algebra"	27
"Calcolatori elettronici"	30
"Metodi matematici per l'ingegneria"	33
"Fondamenti di circuiti"	36
"Teoria dei segnali"	39
"Teoria dei Sistemi"	42
"Elettronica I"	45
"Campi elettromagnetici e circuiti"	48
"Fondamenti di misure"	51
"Elettronica II"	53
"Elettronica per IoT"	56
"Elettronica delle telecomunicazioni"	59
"Sistemi elettronici programmabili"	62
"Optoelettronica"	65
"Microonde e laboratorio di microonde"	68
"Strumentazione elettronica di misura"	71
"Laboratorio di programmazione"	74
"Controlli automatici"	77
"Misure per la compatibilità elettromagnetica"	80
"Antenne e dispositivi per la comunicazione digitale"	83
"Basi di dati"	86
"Fondamenti chimici delle tecnologie"	89
"Trasmissione del calore"	92
"Fisica dello stato solido"	95
"Telerilevamento e diagnostica elettromagnetica"	98
"Reti di calcolatori"	101
"Computer systems design"	104

## SCHEDA DELL'INSEGNAMENTO (SI)

### "ANALISI MATEMATICA I"

SSD MAT/05

DENOMINAZIONE DEL CORSO DI STUDIO:  
CORSO DI LAUREA IN INGEGNERIA ELETTRONICA

ANNO ACCADEMICO: 2022-23

## INFORMAZIONI GENERALI - DOCENTE

DOCENTE: CORSO A CANALI MULTIPLI – DOCENTI DA DEFINIRE  
TELEFONO:  
EMAIL:

## INFORMAZIONI GENERALI - ATTIVITÀ

CANALI: DA DEFINIRE  
ANNO DI CORSO (I, II, III): I  
SEMESTRE (I, II): I  
CFU: 9

## **INSEGNAMENTI PROPEDEUTICI (se previsti dall'Ordinamento del CdS)**

Nessuna propedeuticità.

## **EVENTUALI PREREQUISITI**

Il contenuto matematico dei programmi della scuola secondaria.

## **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.

## **RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI (DESCRIPTORI DI DUBLINO)**

### **Conoscenza e capacità di comprensione**

Lo Studente dovrà dimostrare di conoscere le nozioni (definizioni, enunciati, dimostrazioni se previste dal programma) relative al calcolo infinitesimale, differenziale ed integrale per le funzioni reali di una variabile reale e gli strumenti di calcolo sviluppati, e saper comprendere argomenti affini elaborando le nozioni acquisite.

### **Capacità di applicare conoscenza e comprensione**

Deve, infine, dimostrare di saper applicare quanto appreso nella risoluzione di esercizi di verifica elaborati dal Docente, in linea di massima legati ad argomenti quali: campi di esistenza, limiti di successioni e di funzioni, serie numeriche, studi di funzione, integrazione definita e indefinita.

## **PROGRAMMA-SYLLABUS**

(1 CFU) Insiemi numerici - Numeri naturali, interi, razionali. Gli assiomi dei numeri reali. Estremo superiore, estremo inferiore, massimo, minimo. Principio di Archimede. Densità di  $\mathbb{Q}$  in  $\mathbb{R}$ ; radice  $n$ -ma; potenza con esponente reale (s.d.). Principio di induzione. Disuguaglianza di Bernoulli. Formula del binomio.

(1 CFU) Funzioni elementari.

(1.5 CFU) Successioni - Limite di una successione; prime proprietà dei limiti: teoremi di unicità del limite, del confronto, della permanenza del segno. Operazioni con i limiti e forme indeterminate. Successioni monotone: teorema di regolarità; il numero  $e$ . Criterio del rapporto. Criterio della radice. Tema della media aritmetica e della media geometrica. Criterio rapporto-radice. Criterio di convergenza di Cauchy. Successioni estratte. Teorema di Bolzano-Weierstrass.

(1 CFU) Serie numeriche - Definizioni e prime proprietà; operazioni con le serie. Serie geometrica, serie armonica e serie armonica generalizzata. Criterio di Cauchy per le serie. Serie a termini non negativi: criteri della radice, del rapporto, del confronto, del confronto asintotico, degli infinitesimi. Costante di Eulero-Mascheroni. Serie a segni alterni: criterio di Leibniz; stima del resto. Serie assolutamente convergenti e loro proprietà.

(1 CFU) Funzioni - Topologia della retta reale: punti di accumulazione, chiusi, aperti, compatti. Limiti di funzioni e relative proprietà. Definizione equivalente di limite. Operazioni con i limiti e forme indeterminate. Funzioni monotone: teoremi di regolarità; funzioni continue; funzioni lipschitziane; funzioni inverse; funzioni composte. Limite di una funzione composta. Estremi assoluti: teorema di Weierstrass. Teorema degli zeri, teorema dei valori intermedi. Funzioni uniformemente continue, teorema di Cantor.

(2 CFU) Calcolo differenziale - Definizione di derivata e suo significato geometrico. Regole di derivazione; derivate delle funzioni elementari. Estremi relativi: condizione necessaria del primo ordine. Teoremi di Rolle e Lagrange; caratterizzazione delle funzioni monotone in intervalli. Estremi relativi: condizioni sufficienti del primo ordine. Teorema di prolungabilità della derivata. Primo teorema di de L'Hôpital; secondo teorema di de L'Hôpital; calcolo di limiti che si presentano in forma indeterminata. Infinitesimi e infiniti: principi di cancellazione. Formula di Taylor con resto in forma di Peano. Formula di Taylor con resto in forma di Lagrange. Cenni alle serie di Taylor. Estremi relativi: condizioni necessarie e condizioni sufficienti del secondo ordine. Significato geometrico della derivata seconda. Convessità e concavità in un intervallo; caratterizzazione delle funzioni convesse in intervalli; flessi; asintoti; grafici di funzioni.

(1,5 CFU) Calcolo integrale - Cenni sulla misura secondo Peano-Jordan. Integrale di Riemann di una funzione limitata in un intervallo compatto. Area del rettangoloide. Integrabilità delle funzioni monotone in intervalli compatti. Integrabilità delle funzioni continue in intervalli compatti. Proprietà dell'integrale definito. Teorema della media integrale. Teorema fondamentale del calcolo integrale. Primitive ed integrazione indefinita. Regole di integrazione indefinita: decomposizione in somma, integrazione per parti, integrazione per sostituzione, integrazione di funzioni razionali. Generalizzazione del concetto di integrale: sommabilità. Criteri di sommabilità.

## MATERIALE DIDATTICO

Si veda sito web del docente della materia

## MODALITÀ DI SVOLGIMENTO DELL'INSEGNAMENTO

Le lezioni saranno frontali, e circa un terzo delle lezioni avrà carattere esercitativo.

## VERIFICA DI APPRENDIMENTO E CRITERI DI VALUTAZIONE

Modalità di esame:

L'esame si articola in prova	
scritta e orale	X
solo scritta	
solo orale	
discussione di elaborato progettuale	
altro	

In caso di prova scritta i quesiti sono (*)	A risposta multipla	X
	A risposta libera	X
	Esercizi numerici	X

(\*) È possibile rispondere a più opzioni



## SCHEDA DELL'INSEGNAMENTO (SI)

"FISICA GENERALE I"

SSD FIS/01

DENOMINAZIONE DEL CORSO DI STUDIO:  
CORSO DI LAUREA IN INGEGNERIA ELETTRONICA

ANNO ACCADEMICO: 2022-23

### INFORMAZIONI GENERALI - DOCENTE

DOCENTE: CORSO A CANALI MULTIPLI – DOCENTI DA DEFINIRE  
TELEFONO:  
EMAIL:

### INFORMAZIONI GENERALI - ATTIVITÀ

CANALE (EVENTUALE): DA DEFINIRE  
ANNO DI CORSO: I  
SEMESTRE: I  
CFU: 6

## **INSEGNAMENTI PROPEDEUTICI (se previsti dall'Ordinamento del CdS)**

Nessuna propedeuticità.

## **EVENTUALI PREREQUISITI**

Nessun prerequisito.

## **OBIETTIVI FORMATIVI**

Lo studente acquisirà i concetti fondamentali della Meccanica Classica e i primi concetti della Termodinamica, privilegiando gli aspetti metodologici e fenomenologici. Inoltre, acquisirà una abilità operativa consapevole nella risoluzione di semplici esercizi.

## **RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI (DESCRIPTORI DI DUBLINO)**

### **Conoscenza e capacità di comprensione**

Lo studente dovrà dimostrare di:

- 1) *Comprendere i principi fondamentali della fisica e le loro applicazioni in situazioni problematiche. In particolare:*
  - a. *enunciare i principi;*
  - b. *indicare le relazioni tra i principi;*
  - c. *confrontare spiegazioni dello stesso fenomeno o situazione mediante principi diversi.*
- 2) *Conoscere le principali leggi che spiegano i fenomeni fisici. In particolare:*
  - a. *illustrare la legge in termini matematici;*
  - b. *valutare i limiti della legge;*
  - c. *estendere la legge a situazioni simili e a situazioni non note.*
- 3) *Conoscere le grandezze fisiche operativamente indicando le corrette unità di misura. In particolare:*
  - a. *definire le grandezze fondamentali;*
  - b. *conoscere le operazioni tra le grandezze fondamentali;*
  - c. *descrivere le grandezze derivate in termini delle grandezze fondamentali.*
- 4) *Conoscere il campo di indagine della fisica. In particolare:*
  - a. *comprendere il significato fisico degli enti matematici utilizzati per descrivere i fenomeni;*
  - b. *delineare il campo di applicabilità (macroscopico/microscopico) delle leggi utilizzate per descrivere i fenomeni;*
  - c. *descrivere i metodi di indagine utilizzati in fisica.*

### **Capacità di applicare conoscenza e comprensione**

Lo studente dovrà dimostrare di essere in grado di:

- 5) *analizzare ed esaminare le situazioni fisiche proposte formulando ipotesi esplicative attraverso modelli matematici, analogie o leggi fisiche;*
- 6) *formalizzare situazioni problematiche e applicare i concetti esposti al corso, i metodi matematici e gli strumenti disciplinari appresi durante il corso e rilevanti per la loro risoluzione, eseguendo, ove necessario, calcoli, stime, ragionamenti qualitativi;*
- 7) *interpretare e/o elaborare dati proposti e/o ricavati, anche di natura sperimentale, verificandone la pertinenza al modello scelto e rappresentandoli, ove necessario, mediante linguaggio grafico-simbolico;*
- 8) *argomentare e descrivere strategie risolutive adottate in situazioni fisiche problematiche, comunicando i risultati ottenuti valutandone al contempo la coerenza con la situazione problematica proposta.*
- 9)

Livelli per tutti i descrittori: L1 – ingenuo o inadeguato; L2 – superficiale o frammentario; L3 – parziale; L4 – completo o generalmente completo.

## **PROGRAMMA-SYLLABUS**

Il Metodo Scientifico. Grandezze fisiche e loro definizione operativa, unità di misura, dimensioni. Cinematica del punto materiale in una dimensione. Grandezze vettoriali e cinematica del punto in più dimensioni. Moto parabolico dei corpi e moto circolare. Sistemi di riferimento inerziali, definizione di forza e di massa. Principi della dinamica. Forze fondamentali e leggi di forza. Forze di contatto, forze vincolari, leggi di forza empiriche (forza elastica, forze di attrito e viscosità). Problemi notevoli: piano inclinato, oscillatore armonico, pendolo semplice. Impulso e quantità di moto. Lavoro ed energia cinetica. Forze conservative ed energia potenziale. Conservazione dell'energia meccanica e della quantità di moto. Urti in una dimensione. Momento angolare e momento delle forze. Moti relativi, sistemi di riferimento non inerziali e concetto di forza apparente. Cenni sul moto dei pianeti nel sistema solare. Dinamica dei sistemi di punti materiali: equazioni

cardinali, centro di massa, leggi di conservazione, teorema di Koenig per l'energia cinetica. Elementi di dinamica del corpo rigido, rotazioni attorno ad asse fisso. Elementi di statica e dinamica dei fluidi. Temperatura e calore, primo principio della termodinamica. Gas ideali.

### **MATERIALE DIDATTICO**

Libro di testo (es. Mazzoldi-Nigro-Voci, Halliday-Resnick, Serway-Jevett), esercizi o questionari da svolgere a casa.

### **MODALITÀ DI SVOLGIMENTO DELL'INSEGNAMENTO**

Lezioni frontali ed esercitazioni in aula.

### **VERIFICA DI APPRENDIMENTO E CRITERI DI VALUTAZIONE**

**Modalità di esame:**

<b>L'esame si articola in prova</b>	
<b>scritta e orale</b>	X
<b>solo scritta</b>	
<b>solo orale</b>	
<b>discussione di elaborato progettuale</b>	
<b>altro</b>	

<b>In caso di prova scritta i quesiti sono (*)</b>	<b>A risposta multipla</b>	X
	<b>A risposta libera</b>	X
	<b>Esercizi numerici</b>	X

(\*) È possibile rispondere a più opzioni



## SCHEDA DELL'INSEGNAMENTO (SI)

### "FONDAMENTI DI INFORMATICA"

SSD ING-INF/05

DENOMINAZIONE DEL CORSO DI STUDIO:  
CORSO DI LAUREA IN INGEGNERIA ELETTRONICA

ANNO ACCADEMICO: 2022-23

## INFORMAZIONI GENERALI - DOCENTE

DOCENTE: CORSO A CANALI MULTIPLI – DOCENTI DA DEFINIRE

TELEFONO:

EMAIL:

## INFORMAZIONI GENERALI - ATTIVITÀ

CANALI: DA DEFINIRE

ANNO DI CORSO (I, II, III): I

SEMESTRE (I, II): I

CFU: 9

## **INSEGNAMENTI PROPEDEUTICI (se previsti dall'Ordinamento del CdS)**

Nessuna propedeuticità.

## **EVENTUALI PREREQUISITI**

Nessun prerequisito.

## **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.

## **RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI (DESCRITTORI DI DUBLINO)**

### **Conoscenza e capacità di comprensione**

Lo studente deve dimostrare di conoscere, saper comprendere e saper descrivere i concetti di base relativi all'informatica teorica, all'architettura dei calcolatori e ai linguaggi di programmazione ad alto livello. Inoltre, lo studente deve dimostrare di conoscere e saper comprendere i programmi per la risoluzione di problemi di limitata complessità.

### **Capacità di applicare conoscenza e comprensione**

Lo studente deve dimostrare di saper applicare le conoscenze apprese per la soluzione di semplici problemi di programmazione, progettando e sviluppando programmi per la soluzione di problemi di limitata complessità.

## **PROGRAMMA-SYLLABUS**

Il concetto di elaborazione e di algoritmo. I modelli in Informatica. Automi a stati finiti: definizione, grafo e tabella. Macchina di Turing. Calcolabilità.

Algebra di Boole: definizioni e teorema di De Morgan. Funzioni booleane. L'algebra della logica delle proposizioni.

La codifica e la rappresentazione dell'informazione. Rappresentazione dei numeri naturali, relativi, reali.

Fondamenti di architettura dei sistemi di elaborazione: il modello di Von Neumann, funzionamento del processore. Le memorie, l'Input/Output.

Il sistema operativo. Il ciclo di vita di un programma. Traduttori ed interpreti. I linguaggi di programmazione: grammatiche; la Backus-Naur Form.

Fondamenti di programmazione: tipi di dato semplici strutturati; istruzioni elementari e strutture di controllo.

La programmazione strutturata. Array. I sottoprogrammi e le librerie standard.

Allocazione dinamica e puntatori. Algoritmi su sequenze e array. Strutture e stringhe. Operazioni di Input/Output verso le memorie di massa.

I tipi di dato astratto: liste, pile, code. Algoritmi di ricerca ed ordinamento.

Il linguaggio C++. Impiego di un ambiente di sviluppo dei programmi con esempi di algoritmi fondamentali e di gestione di tipi di dato astratto. Elementi di programmazione ad oggetti.

## **MATERIALE DIDATTICO**

- Chianese, V. Moscato, A. Picariello, C. Sansone: *Le radici dell'Informatica: dai bit alla programmazione strutturata*, Maggioli Editore, 2017.
- E. Burattini, A. Chianese, A. Picariello, V. Moscato, C. Sansone, *Che C serve? per iniziare a programmare*, Maggioli Editore, 2016.
- MOOC "Fondamenti di Informatica" disponibile sulla piattaforma Federica.EU ([www.federica.eu](http://www.federica.eu))

## **MODALITÀ DI SVOLGIMENTO DELL'INSEGNAMENTO**

I docenti utilizzeranno: a) lezioni frontali per circa il 60% delle ore totali, b) ed esercitazioni sullo sviluppo di programmi in linguaggio C++ per circa il 40% delle ore totali.

Le esercitazioni vengono svolte in aula e/o in laboratorio con l'utilizzo di un ambiente di sviluppo integrato ed attraverso piattaforme per laboratori didattici virtuali.

## **VERIFICA DI APPRENDIMENTO E CRITERI DI VALUTAZIONE**

a) Modalità di esame:

L'esame si articola in prova	
scritta e orale	X
solo scritta	
solo orale	
discussione di elaborato progettuale	
altro	X

In caso di prova scritta i quesiti sono (*)	A risposta multipla	
	A risposta libera	X
	Esercizi numerici	

(\*) È possibile rispondere a più opzioni

*L'esame consiste in una prova di programmazione al calcolatore e una prova orale.*

**b) Modalità di valutazione:**

*L'esito della prova di programmazione è vincolante ai fini dell'accesso alla prova orale.*



## SCHEDA DELL'INSEGNAMENTO (SI)

### "ANALISI MATEMATICA II"

SSD MAT/05

DENOMINAZIONE DEL CORSO DI STUDIO:  
CORSO DI LAUREA IN INGEGNERIA ELETTRONICA

ANNO ACCADEMICO: 2022-23

## INFORMAZIONI GENERALI - DOCENTE

DOCENTE: CORSO A CANALI MULTIPLI – DOCENTI DA DEFINIRE

TELEFONO:

EMAIL:

## INFORMAZIONI GENERALI - ATTIVITÀ

CANALI: DA DEFINIRE

ANNO DI CORSO (I, II, III): I

SEMESTRE (I, II): II

CFU: 6

## INSEGNAMENTI PROPEDEUTICI (se previsti dall'Ordinamento del CdS)

Analisi Matematica I

### OBIETTIVI FORMATIVI

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

### RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI (DESCRITTORI DI DUBLINO)

#### Conoscenza e capacità di comprensione

Lo Studente dovrà dimostrare di conoscere le nozioni (definizioni, enunciati, dimostrazioni se previste dal programma) relative al calcolo infinitesimale, differenziale ed integrale per le funzioni reali di più variabili reali e gli strumenti di calcolo sviluppati, e saper comprendere argomenti affini elaborando le nozioni acquisite.

#### Capacità di applicare conoscenza e comprensione

Lo studente deve dimostrare di saper applicare quanto appreso nella risoluzione di esercizi di verifica elaborati dal Docente, in linea di massima legati ad argomenti quali: successioni e serie di funzioni, limiti e studi di funzioni di più variabili, integrazione multipla, equazioni differenziali ordinarie e problemi di Cauchy.

### PROGRAMMA-SYLLABUS

(.5 cfu) Successioni e serie di funzioni. Convergenza puntuale ed uniforme; criteri di convergenza di Cauchy puntuale ed uniforme. Teoremi sulla continuità del limite uniforme, di passaggio al limite sotto il segno di integrale e di derivata. Serie assolutamente convergenti e totalmente convergenti; criteri di Cauchy per le serie; convergenza totale e convergenza uniforme. Teoremi di continuità della somma uniforme di una serie, di integrazione per serie e derivazione per serie. Serie di Taylor: sviluppabilità e sviluppi notevoli. Funzioni analitiche.

(2 cfu) Calcolo differenziale per funzioni di più variabili.

Elementi di topologia. Distanza euclidea; definizione di intorno. Punti interni, esterni, punti di frontiera. Insiemi aperti e chiusi; punti di accumulazione e punti isolati. Insiemi limitati; teorema di Bolzano-Weierstrass. Compattezza e caratterizzazione dei compatti. Convessità e connessione. Funzioni di più variabili: limiti, continuità e proprietà relative; teorema di Weierstrass. Derivate parziali; differenziabilità e teorema del differenziale; derivate direzionali e gradiente; derivazione delle funzioni composte. Funzioni con gradiente nullo in un aperto connesso. Derivate di ordine superiore e teorema di Schwarz. Teorema di Lagrange. Formula di Taylor del primo e second'ordine. Estremi relativi: condizione necessaria del prim'ordine. Estremi relativi di funzioni di due variabili: condizione necessaria del second'ordine, condizione sufficiente del second'ordine. Ricerca di massimi e minimi assoluti di funzioni continue in insiemi compatti del piano. Estremi relativi di funzioni di tre variabili: condizioni sufficienti. Funzioni positivamente omogenee, teorema di Eulero. Funzioni implicite. Equivalenza locale di una curva piana con un grafico. Teorema del Dini per le equazioni del tipo  $f(x,y)=0$ . Massimi e minimi vincolati di funzioni di due variabili. Teorema sui moltiplicatori di Lagrange.

(0.5 cfu) Curve. Curve regolari e generalmente regolari: retta tangente; curve orientate. Lunghezza di una curva, rettificabilità delle curve regolari. Ascissa curvilinea. Curvatura di una curva piana. Integrale curvilineo di una funzione.

(.5 cfu) Integrali multipli. Integrali doppi su domini normali. Integrabilità delle funzioni continue. Formule di riduzione per gli integrali doppi. Cambiamento di variabili negli integrali doppi. Integrali tripli; formule di riduzione; cambiamento di variabili. Solidi di rotazione e Teorema di Guldino.

(.5 cfu) Superfici. Superfici regolari: piano tangente; superfici orientabili; superfici con bordo; superfici chiuse. Area di una superficie. Superfici di rotazione e Teorema di Guldino. Integrale superficiale di una funzione. Integrali di flusso di un campo vettoriale. Teorema della divergenza in  $R^3$ .

(1 cfu) Forme differenziali lineari. Forme differenziali esatte e campi conservativi. Integrale curvilineo di una forma differenziale lineare. Criterio di integrabilità delle forme differenziali. Forme differenziali chiuse. Lemma di Poincaré. Forme radiali. Forme omogenee. Formule di Gauss-Green nel piano. Teorema della divergenza nel piano. Formula di Stokes nel piano. Forme differenziali chiuse in aperti semplicemente connessi del piano. Forme differenziali nello spazio. Campi irrotazionali. Formula di Stokes in  $R^3$ . Forme differenziali chiuse in aperti semplicemente connessi dello spazio.

(1 cfu) Equazioni differenziali. Problema di Cauchy per equazioni differenziali di ordine  $n$ : teoremi di esistenza e unicità locale e globale. Integrali generali; integrali particolari, integrali singolari. Equazioni differenziali lineari di ordine  $n$ : teorema sull'integrale generale di un'equazione omogenea, teorema del Wronskiano, teorema sull'integrale generale di un'equazione completa. Equazioni lineari del prim'ordine; equazioni lineari a coefficienti costanti. Metodo della variazione delle costanti. Equazioni a variabili separabili. Equazioni della forma  $y' = f(y/x)$ . Equazioni di Bernoulli. Equazioni della forma  $y'' = f(x, y')$ .

### MATERIALE DIDATTICO

Si veda sito web del docente della materia

### MODALITÀ DI SVOLGIMENTO DELL'INSEGNAMENTO

Le lezioni saranno frontali, e circa un terzo delle lezioni avrà carattere esercitativo.

### VERIFICA DI APPRENDIMENTO E CRITERI DI VALUTAZIONE

Modalità di esame:

L'esame si articola in prova	
scritta e orale	X
solo scritta	
solo orale	
discussione di elaborato progettuale	
altro	

In caso di prova scritta i quesiti sono (*)	A risposta multipla	X
	A risposta libera	X
	Esercizi numerici	X

(\*) È possibile rispondere a più opzioni



## SCHEDA DELL'INSEGNAMENTO (SI)

### "FISICA GENERALE II"

SSD FIS/01

DENOMINAZIONE DEL CORSO DI STUDIO:  
CORSO DI LAUREA IN INGEGNERIA ELETTRONICA

ANNO ACCADEMICO: 2022-23

## INFORMAZIONI GENERALI - DOCENTE

DOCENTE: CORSO A CANALI MULTIPLI – DOCENTI DA DEFINIRE

TELEFONO:

EMAIL:

## INFORMAZIONI GENERALI - ATTIVITÀ

CANALI: DA DEFINIRE

ANNO DI CORSO (I, II, III): I

SEMESTRE (I, II): II

CFU: 6

## INSEGNAMENTI PROPEDEUTICI (se previsti dal Regolamento del CdS)

Fisica Generale 1

### EVENTUALI PREREQUISITI

Nessun prerequisito.

### OBIETTIVI FORMATIVI

Lo studente acquisirà i concetti di base dell'elettromagnetismo, privilegiando gli aspetti metodologici e fenomenologici. Inoltre, acquisirà una abilità operativa consapevole nella risoluzione di semplici esercizi.

### RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI (DESCRITTORI DI DUBLINO)

#### Conoscenza e capacità di comprensione

Dopo aver seguito il corso, lo studente dovrà dimostrare di:

- comprendere i principi fondamentali dell'elettromagnetismo e le sue leggi fondanti in termini matematici, con gli adeguati strumenti di calcolo integro-differenziale
- conoscere gli ambiti di validità delle leggi che regolano l'interazione della materia con il campo elettromagnetico nei regimi macroscopici e microscopici e come applicarle sia ai fenomeni illustrati durante il corso sia a situazioni non note
- saper descrivere le tecniche di indagine utilizzate in elettromagnetismo ed i principali ambiti applicativi delle sue leggi

#### Capacità di applicare conoscenza e comprensione

Al termine del processo di apprendimento lo studente sarà in grado di:

- formulare ipotesi esplicative dei fenomeni elettrici e magnetici proposti durante il corso attraverso modelli matematici, analogie o leggi fisiche;
- analizzare e formalizzare situazioni fisiche problematiche pertinenti l'elettromagnetismo con l'uso corretto di concetti esposti al corso, applicando gli appropriati metodi matematici e gli strumenti disciplinari appresi e rilevanti per la loro risoluzione, ed eseguendo, ove necessario, calcoli, stime, ragionamenti qualitativi;
- esaminare ed elaborare dati proposti e/o ricavati, anche di natura sperimentale, verificandone la pertinenza al modello scelto per descrivere i processi elettromagnetici e rappresentandoli, ove necessario, mediante linguaggio grafico-simbolico;
- argomentare e descrivere con adeguato approccio scientifico strategie risolutive adottate in applicazioni dell'elettromagnetismo, comunicando i risultati ottenuti e valutandone al contempo la coerenza con la situazione problematica proposta.

### PROGRAMMA-SYLLABUS

**Fenomeni d'interazione elettrica.** Conduttori ed isolanti, elettrizzazione. Carica elettrica, legge di conservazione, quantizzazione. Legge di Coulomb. Principio di sovrapposizione.

**Campo elettrico.** Moto di particella carica in presenza di un campo elettrico. Campi generati da distribuzioni di carica.

**Potenziale elettrostatico.** Potenziale generato da distribuzioni di carica. Energia elettrostatica. Relazione tra campo e potenziale elettrostatico. Calcolo del campo elettrico generato da un dipolo. Forza e momento meccanico su dipolo posto in campo elettrico esterno.

**Legge di Gauss.** Flusso di un campo vettoriale. Enunciato e semplici applicazioni della legge di Gauss. Divergenza del campo elettrostatico.

**I conduttori nei campi elettrici.** Proprietà elettrostatiche dei conduttori. Condensatore. Densità di energia del campo elettrico.

**Gli isolanti nei campi elettrici.** Polarizzazione dei dielettrici. Equazioni generali dell'elettrostatica in presenza di dielettrici.

**Corrente elettrica.** Interpretazione microscopica della corrente. Legge di Ohm. Legge di Joule. Generatore elettrico, forza elettromotrice. Leggi di Kirchhoff. Circuito RC.

**Fenomeni d'interazione magnetica.** Forza di Lorentz e campo magnetico. Moto di particella carica in campo magnetico uniforme. Forza su un conduttore percorso da corrente. Momento meccanico su una spira di corrente.

**Il campo magnetico generato da correnti stazionarie.** Il campo di una spira a grande distanza, dipolo magnetico, momento magnetico di una spira. Legge di Gauss per il magnetismo. Legge della circuitazione di Ampere.

**Introduzione alle proprietà magnetiche della materia.** Meccanismi di magnetizzazione e correnti amperiane. Classificazione dei materiali magnetici.

**L'induzione elettromagnetica.** Legge di Faraday e sue applicazioni. Auto e mutua induzione elettromagnetica. Circuito RL. Densità di energia del campo magnetico. Corrente di spostamento.

**Equazioni di Maxwell.** Introduzione alle onde elettromagnetiche piane. Energia dell'onda elettromagnetica.

## MATERIALE DIDATTICO

Libro di testo (es. Mazzoldi-Nigro-Voci, Mencuccini-Silvestrini, Halliday-Resnick, Serway-Jevett), esercizi o questionari da svolgere a casa.

## MODALITÀ DI SVOLGIMENTO DELL'INSEGNAMENTO

Lezioni frontali per circa 80% delle ore totali ed esercitazioni in aula con semplici applicazioni delle leggi dell'elettromagnetismo.

## VERIFICA DI APPRENDIMENTO E CRITERI DI VALUTAZIONE

a) Modalità di esame:

L'esame si articola in prova	
scritta e orale	✓
solo scritta	
solo orale	
discussione di elaborato progettuale	
altro	

In caso di prova scritta i quesiti sono (*)	A risposta multipla	✓
	A risposta libera	✓
	Esercizi numerici	✓

(\*) È possibile rispondere a più opzioni

b) Modalità di valutazione:

L'esito positivo della prova scritta è generalmente vincolante ai fini dell'accesso alla prova orale. Nel caso di test a risposta multipla, la numerosità  $n$  delle risposte è compresa tra 3 e 4, e ogni risposta selezionata contribuisce al punteggio finale con peso normalizzato: 1 per scelta corretta,  $-1/(n-1)$  (valore negativo) per scelta non corretta.



## SCHEDA DELL'INSEGNAMENTO (SI)

### "GEOMETRIA E ALGEBRA"

SSD MAT/03

DENOMINAZIONE DEL CORSO DI STUDIO:  
CORSO DI LAUREA IN INGEGNERIA ELETTRONICA

ANNO ACCADEMICO: 2022-23

## INFORMAZIONI GENERALI - DOCENTE

DOCENTE: CORSO A CANALI MULTIPLI – DOCENTI DA DEFINIRE

TELEFONO:

EMAIL:

## INFORMAZIONI GENERALI - ATTIVITÀ

CANALI: DA DEFINIRE

ANNO DI CORSO (I, II, III): I

SEMESTRE (I, II): II

CFU: 6

## INSEGNAMENTI PROPEDEUTICI (se previsti dal Regolamento del CdS)

Nessuna propedeuticità.

## EVENTUALI PREREQUISITI

Il contenuto matematico dei programmi della scuola secondaria.

## OBIETTIVI FORMATIVI

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

## RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI (DESCRITTORI DI DUBLINO)

Lo Studente dovrà dimostrare di conoscere le nozioni (definizioni, enunciati, dimostrazioni se previste dal programma) relative alle strutture algebriche e geometriche studiate (spazi vettoriali, spazi della geometria elementare in dimensione 2 e 3, spazi di matrici) e gli strumenti di calcolo sviluppati, e saper comprendere argomenti affini elaborando le nozioni acquisite. Deve, infine, dimostrare di saper applicare quanto appreso nella risoluzione di esercizi di verifica elaborati dal Docente, in linea di massima legati ad argomenti quali : rette e piani, matrici, equazioni, vettori.

Lo studente dovrà dimostrare di conoscere le problematiche relative alle strutture algebriche

## PROGRAMMA-SYLLABUS

### **Richiami di teoria degli insiemi e strutture algebriche: 0,5 CFU**

Unione, intersezione, complemento, prodotto cartesiano; corrispondenze e relazioni, applicazioni o funzioni, restrizioni, applicazioni iniettive, suriettive, biettive, composizione di applicazioni, caratterizzazione delle applicazioni biettive; relazioni di equivalenza (esempio: equipollenza tra vettori applicati). Operazioni interne: proprietà associativa, esistenza dell'elemento neutro (e unicità), esistenza degli elementi simmetrici (e unicità, se l'operazione soddisfa la proprietà associativa), proprietà commutativa, (esempi: operazioni di addizione in insiemi numerici e sui vettori liberi ed applicati). Gruppi abeliani e non (esempi). Definizione di campo. Esempi: campo dei numeri reali, campo il cui sostegno contiene solo due elementi. Operazioni esterne (esempio: operazione di moltiplicazione esterna sui vettori liberi ed applicati).

### **Spazi vettoriali ed euclidei (su un campo): 1,5 CFU**

Definizione, proprietà elementari; esempi (spazi vettoriali numerici, di polinomi, di matrici, di vettori liberi ed applicati della geometria elementare). Combinazioni lineari, dipendenza e indipendenza lineare e loro caratterizzazioni; sistemi di generatori. Sottospazi vettoriali e caratterizzazione; insiemi di vettori che generano lo stesso sottospazio vettoriale; basi e componenti di un vettore in una base ordinata; teorema di estrazione di una base da un sistema di generatori; lemma di Steinitz e conseguenze: dimensione di uno spazio vettoriale, teorema di completamento in una base di un insieme linearmente indipendente; sottospazio intersezione, sottospazio somma, somma diretta, relazione di Grassmann. Spazi vettoriali euclidei: prodotto scalare in uno spazio vettoriale sui reali: lunghezza di un vettore, angolo tra due vettori, esistenza di basi ortonormali: procedimento di Gram-Schmidt; prodotto scalare canonico (o naturale) tra vettori numerici. Prodotto scalare tra vettori geometrici. Calcolo di un prodotto scalare usando le componenti dei vettori in una base ortonormale ordinata. Teorema di Pitagora.

### **Matrici e determinanti: 1 CFU**

Operazioni elementari di riga; matrici ridotte a scalini. Rango di una matrice e numero di pivot di una matrice a scalini. Matrici triangolari e diagonali; prodotto righe per colonne; definizione classica di determinante (con l'uso delle permutazioni) e proprietà elementari (senza dimostrazione); caratterizzazione del rango massimo mediante il non annullarsi del determinante; metodi di calcolo del determinante: enunciati del Teorema di Laplace e del secondo teorema di Laplace; enunciato del Teorema degli orlati (Kronecker); matrici invertibili e determinazione della matrice inversa; matrici simili.

### **Sistemi lineari: 1 CFU**

Soluzioni, compatibilità (Teorema di Rouchè-Capelli); Teorema di Cramer; metodo di riduzione a scalini (metodo di eliminazione di Gauss) e risoluzione di un sistema di equazioni lineari; determinazione di una base dello spazio vettoriale delle soluzioni di un sistema lineare omogeneo; ogni sottospazio di uno spazio vettoriale numerico è lo spazio delle soluzioni di un sistema lineare omogeneo e viceversa: rappresentazione cartesiana e parametrica dei sottospazi vettoriali numerici.

### **Applicazioni lineari: 0,5 CFU**

definizione e prime proprietà; conservazione della dipendenza lineare; nucleo e immagine; caratterizzazione delle applicazioni lineari iniettive e suriettive; teorema fondamentale delle applicazioni lineari; endomorfismi, isomorfismi;

isomorfismo associato a una base ordinata; matrici associate e di cambiamento di base. Enunciato del Teorema della dimensione. Relazione di similitudine tra matrici associate a endomorfismi in basi ordinate diverse.

**Diagonalizzazione di endomorfismi e matrici: 0,5 CFU**

autovalori, autovettori e autospazi di endomorfismi (e di matrici quadrate); polinomio caratteristico; molteplicità geometrica e molteplicità algebrica di un autovalore; caratterizzazione degli endomorfismi e delle matrici diagonalizzabili mediante l'esistenza di una base di autovettori; determinazione degli autovalori e di una base di autovettori di un endomorfismo diagonalizzabile e di una matrice diagonalizzabile.

**Spazi (affini) euclidei su un campo: 1 CFU**

definizione, riferimenti (affini) cartesiani e coordinate di un punto, sottospazi (affini) euclidei, definizione di parallelismo, rette sghembe, rappresentazione parametrica e cartesiana dei sottospazi (affini) euclidei. Studio di incidenza e parallelismo tra sottospazi. Condizioni di ortogonalità tra sottospazi in dimensione 2 e 3. Distanza tra insiemi di punti; distanza di un punto da un iperpiano; studio della distanza tra sottospazi euclidei in dimensione 2 e 3, Teorema della comune perpendicolare. Definizione di fasci impropri e fasci propri di piani in dimensione 3.

**MATERIALE DIDATTICO**

Si veda sito web del docente della materia

**MODALITÀ DI SVOLGIMENTO DELL'INSEGNAMENTO**

Le lezioni saranno frontali, e circa un terzo delle lezioni avrà carattere esercitativo.

**VERIFICA DI APPRENDIMENTO E CRITERI DI VALUTAZIONE**

Modalità di esame:

<b>L'esame si articola in prova</b>	
<b>scritta e orale</b>	x
<b>solo scritta</b>	
<b>solo orale</b>	
<b>discussione di elaborato progettuale</b>	
<b>altro</b>	

<b>In caso di prova scritta i quesiti sono (*)</b>	<b>A risposta multipla</b>	x
	<b>A risposta libera</b>	x
	<b>Esercizi numerici</b>	x

(\*) È possibile rispondere a più opzioni



## SCHEDA DELL'INSEGNAMENTO (SI)

### "CALCOLATORI ELETTRONICI"

SSD ING-INF/05

DENOMINAZIONE DEL CORSO DI STUDIO:  
CORSO DI LAUREA IN INGEGNERIA ELETTRONICA

ANNO ACCADEMICO: 2022-23

## INFORMAZIONI GENERALI - DOCENTE

DOCENTE: CORSO A CANALI MULTIPLI – DOCENTI DA DEFINIRE

TELEFONO:

EMAIL:

## INFORMAZIONI GENERALI - ATTIVITÀ

CANALI: DA DEFINIRE

ANNO DI CORSO (I, II, III): I

SEMESTRE (I, II): II

CFU: 9

## INSEGNAMENTI PROPEDEUTICI (se previsti dal Regolamento del CdS)

Fondamenti di Informatica

### EVENTUALI PREREQUISITI

Conoscenza base di linguaggi di programmazione e di algoritmi fondamentali per gestire strutture dati elementari

### OBIETTIVI FORMATIVI

Fornire gli strumenti metodologici per l'analisi e la sintesi di macchine elementari per la elaborazione delle informazioni (reti logiche combinatorie e sequenziali). Progettare macchine elementari fondamentali.

Presentare i fondamenti dell'architettura dei calcolatori elettronici di tipo von Neumann, il repertorio dei codici operativi e la programmazione in linguaggio assemblativo.

### RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI (DESCRITTORI DI DUBLINO)

#### Conoscenza e capacità di comprensione

Lo studente deve dimostrare di conoscere e comprendere le problematiche relative al progetto di macchine elementari con particolare riferimento alle macchine elementari per applicazioni elementari e aritmetiche, alle macchine sequenziali (registri, contatori, flip flop). Deve inoltre dimostrare di conoscere le architetture dei calcolatori e dei relativi sottosistemi, incluso il funzionamento del processore, le modalità di comunicazione con la memoria, il dimensionamento delle memorie e il collegamento con i vari dispositivi di input e output.

#### Capacità di applicare conoscenza e comprensione

Lo studente deve dimostrare di essere in grado di progettare e sviluppare reti combinatorie elementari, reti combinatorie aritmetiche, reti sequenziali.

Deve inoltre essere in grado di sviluppare semplici programmi in linguaggio assembler per la gestione di strutture dati elementari (vettori, pile,...).

### PROGRAMMA-SYLLABUS

**Analisi e sintesi di reti combinatorie.** Minimizzazione di funzioni booleane completamente e incompletamente specificate. Mappe di Karnaugh. Metodo di Quine-McCluskey. Sintesi di reti combinatorie in logica NAND e NOR. Ritardi e problemi di alea nelle reti combinatorie.

Reti combinatorie elementari. Multiplexer e de-multiplexer. Encoder e decoder. Controllori di parità.

Macchine aritmetiche elementari: addizionatori, sottrattori, comparatori.

**Analisi e sintesi di reti sequenziali.** Modelli per la tempificazione e struttura delle reti sequenziali sincrone e asincrone. Flip-flop: generalità, Flip-flop RS a porte NOR. Flip-flop latch ed edge-triggered. Flip-flop D. Flip-flop a commutazione. Flip-flop T e JK. Registri. Caricamento seriale e parallelo. Registri a scorrimento.

**Metodologia di progetto delle reti sincrone.** Contatori sincroni e asincroni. Collegamento di contatori. Riconoscitori di sequenza. Bus e trasferimenti tra registri.

**Il calcolatore elettronico:** sottosistemi e architettura.

**Il processore.** Algoritmo del processore. Il ruolo dell'unità di controllo. Processori ad accumulatore e processori a registri generali. Tecniche di indirizzamento. Codifica delle istruzioni.

**La memoria centrale.** Interfacciamento processore-memoria. Organizzazione del sistema memoria.

Collegamento di moduli di memoria. Memorie RAM statiche e dinamiche. Sistemi di interconnessione e bus. Meccanismo delle interruzioni. Protezioni e controlli del processore. Gestione dell'I/O mediante polling e interruzioni. Il sottosistema di I/O.

**Linguaggio macchina e linguaggio assembler.** Corrispondenza tra linguaggi di alto livello e linguaggio macchina. Linguaggio assembler del processore Motorola 68000. Direttive di assemblaggio.

Allocazione in memoria dei programmi.

**Simulatore di processore MC68000.** Assemblaggio ed esecuzione di programmi in linguaggio assembler. Sottoprogrammi in linguaggio assembler. Tecniche di passaggio dei parametri a procedure in linguaggio macchina.

### MATERIALE DIDATTICO

Libri di testo, dispense integrative, strumenti software:

- G. Conte, A. Mazzeo, N. Mazzocca, P. Prinetto. Architettura dei calcolatori. Città Studi Edizioni, 2015.
- C. Bolchini, C. Brandolese, F. Salice, D. Sciuto, Reti logiche, Apogeo Ed., 2008.
- B. Fadini, N. Mazzocca. Reti logiche: complementi ed esercizi. Liguori Editore, 1995.

- Dispense e presentazioni fornite dai docenti relative ad argomenti teorici e applicativi trattati al corso.

### MODALITÀ DI SVOLGIMENTO DELL'INSEGNAMENTO

Il corso prevede circa il 70% di lezioni frontali in cui vengono affrontati gli argomenti teorici, mentre il restante 30% è riservato a lezioni pratiche ed esercitazioni riguardanti lo sviluppo di macchine combinatorie, macchine sincrone e sviluppo di programmi in linguaggio assembler.

### VERIFICA DI APPRENDIMENTO E CRITERI DI VALUTAZIONE

#### Modalità di esame:

L'esame prevede una prova scritta propedeutica che include esercizi su analisi e progetto di reti combinatorie, reti sequenziali, sviluppo di un programma assembler.

<b>L'esame si articola in prova</b>	
<b>scritta e orale</b>	X
<b>solo scritta</b>	
<b>solo orale</b>	
<b>discussione di elaborato progettuale</b>	
<b>altro</b>	

<b>In caso di prova scritta i quesiti sono (*)</b>	<b>A risposta multipla</b>	
	<b>A risposta libera</b>	X
	<b>Esercizi numerici</b>	X

(\*) È possibile rispondere a più opzioni



## SCHEDA DELL'INSEGNAMENTO (SI)

### "METODI MATEMATICI PER L'INGEGNERIA"

SSD MAT/05

DENOMINAZIONE DEL CORSO DI STUDIO:  
CORSO DI LAUREA IN INGEGNERIA ELETTRONICA

ANNO ACCADEMICO: 2022-23

## INFORMAZIONI GENERALI - DOCENTE

DOCENTE: CORSO A CANALI MULTIPLI – DOCENTI DA DEFINIRE

TELEFONO:

EMAIL:

## INFORMAZIONI GENERALI - ATTIVITÀ

CANALI: FUORIGROTTA (FG) E SAN GIOVANNI (SG)

ANNO DI CORSO (I, II, III): II

SEMESTRE (I, II): I

CFU: 8

## INSEGNAMENTI PROPEDEUTICI (se previsti dall'Ordinamento del CdS)

Analisi matematica II – Geometria e Algebra

### EVENTUALI PREREQUISITI

Nessun prerequisito.

### OBIETTIVI FORMATIVI

Fornire i concetti e i risultati fondamentali, in vista delle applicazioni, relativi alla teoria delle funzioni analitiche, delle distribuzioni, delle serie di Fourier, delle trasformate di Fourier e Laplace e delle loro applicazioni.

### RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI (DESCRITTORI DI DUBLINO)

Lo Studente dovrà dimostrare di conoscere le nozioni (definizioni, enunciati, dimostrazioni se previste dal programma) relative alla teoria delle funzioni olomorfe e dell'integrazione in campo complesso, delle distribuzioni, delle serie di Fourier, delle trasformate di Fourier e di Laplace e gli strumenti di calcolo sviluppati, e saper comprendere argomenti affini elaborando le nozioni acquisite. Deve, infine, dimostrare di saper applicare quanto appreso nella risoluzione di esercizi di verifica elaborati dal Docente, in linea di massima legati ad argomenti quali: calcolo di integrali in campo reale e in campo complesso con la teoria dei residui, equazioni alle differenze lineari, serie e trasformate di Fourier di segnali periodici, trasformate di Laplace di funzioni e applicazioni a problemi differenziali lineari, calcolo distribuzionale.

### PROGRAMMA-SYLLABUS

**(0.5 cfu) Numeri complessi.** Forma algebrica, trigonometrica, esponenziale. Proprietà del modulo e dell'argomento. Formule di De Moivre e delle radici n-esime. Funzioni elementari nel campo dei numeri complessi: esponenziale, seno e coseno, seno e coseno iperbolici, logaritmo, potenza. Successioni e serie nel campo dei numeri complessi. Serie di potenze: raggio di convergenza e proprietà, derivazione termine a termine.

**(1 cfu) Funzioni analitiche.** Olomorfia e condizioni di Cauchy-Riemann. Integrali di linea di funzioni di variabile complessa. Teorema e formule di Cauchy. Sviluppo in serie di Taylor. Sviluppo in serie di Laurent. Zeri delle funzioni analitiche e principi di identità. Classificazione delle singolarità isolate. Teorema di Liouville.

**(0.5 cfu) Integrazione.** Cenni sulla misura e sull'integrale di Lebesgue. Funzioni sommabili. Teoremi di passaggio al limite sotto il segno di integrale. Integrali nel senso del valore principale secondo Cauchy. Spazi di funzioni sommabili.

**(1 cfu) Residui.** Teorema dei residui. Calcolo dei residui nei poli. Calcolo di integrali col metodo dei residui. Lemmi di Jordan. Scomposizione in fratti semplici.

**(0.5 cfu) Equazioni alle differenze.** Z-trasformata: definizione e proprietà. Z-antitrasformata. Successioni definite per ricorrenza.

**(1 cfu) Trasformazione di Laplace.** Segnali. Generalità sui segnali. Segnali periodici. Convoluzione. Definizione e dominio della trasformata bilatera di Laplace. Analiticità e comportamento all'infinito. Esempi notevoli di trasformata di Laplace. Proprietà formali della trasformata di Laplace. Trasformata unilatera di Laplace e proprietà. Teoremi del valore iniziale e finale. Antitrasformata (s.d.). Uso della trasformata di Laplace nei modelli differenziali lineari.

**(0.5 cfu) Serie di Fourier.** Cenni su spazi di Banach e di Hilbert. Energia di un segnale periodico. Polinomi trigonometrici. Serie di Fourier esponenziale e trigonometrica. Convergenza nel senso puntuale e nel senso dell'energia

**(0.5 cfu) Trasformata di Fourier.** Definizione di trasformata di Fourier. Proprietà formali della trasformata di Fourier. Antitrasformata. La trasformata di Fourier e l'equazione del calore.

**(1.5 cfu) Distribuzioni.** Funzionali lineari. Limiti nel senso delle distribuzioni. Derivata nel senso delle distribuzioni. Regole di derivazione. Esempi notevoli:  $\delta$  di Dirac, v.p.  $1/t$ . Convoluzione di distribuzioni. Spazio delle funzioni a decrescenza rapida e relativa topologia. Distribuzioni temperate e funzioni a crescita lenta. Trasformata di Fourier di distribuzioni temperate. Trasformata di Laplace di distribuzioni. Trasformata di Fourier della  $\delta$  di Dirac, del treno di impulsi. Trasformata di Fourier di segnali periodici.

**(0.5 cfu) Problemi ai limiti** Equazioni autoaggiunte. La funzione di Green, il teorema dell'alternativa. Il problema di Sturm-Liouville, ortogonalità autofunzioni.

**(0.5 cfu) Equazioni differenziali alle derivate parziali** Generalità. Equazioni di Laplace e Poisson, funzioni armoniche, problemi di Dirichlet e Neumann. Risoluzione del problema di Dirichlet per l'equazione di Laplace in un cerchio. Equazione del calore, problema di Cauchy nel semipiano. Equazione delle onde, problema di Cauchy nel semipiano, problema misto nella semistriscia.

### MATERIALE DIDATTICO

Si veda sito web del docente della materia

## MODALITÀ DI SVOLGIMENTO DELL'INSEGNAMENTO

Le lezioni saranno frontali, e circa un terzo delle lezioni avrà carattere esercitativo.

## VERIFICA DI APPRENDIMENTO E CRITERI DI VALUTAZIONE

Modalità di esame:

L'esame si articola in prova	
scritta e orale	X
solo scritta	
solo orale	
discussione di elaborato progettuale	
altro	

In caso di prova scritta i quesiti sono (*)	A risposta multipla	X
	A risposta libera	X
	Esercizi numerici	X

(\*) È possibile rispondere a più opzioni

## SCHEDA DELL'INSEGNAMENTO (SI)

### “FONDAMENTI DI CIRCUITI”

SSD ING-IND/31

DENOMINAZIONE DEL CORSO DI STUDIO:  
CORSO DI LAUREA IN INGEGNERIA ELETTRONICA

ANNO ACCADEMICO: 2022-23

## INFORMAZIONI GENERALI - DOCENTE

### FG

DOCENTE: RAFFAELE ALBANESE  
TELEFONO: 0817685945  
EMAIL: RAFFAELE.ALBANESE@UNINA.IT

### SG

DOCENTE: SALVATORE PERNA  
EMAIL: SALVATORE.PERNA@UNINA.IT

### AA

DOCENTE: CARLO PETRARCA  
TELEFONO: 081- 7683245  
EMAIL: CARLO.PETRARCA@UNINA.IT

## INFORMAZIONI GENERALI - ATTIVITÀ

CANALI: CANALI: FUORIGROTTA (FG), SAN GIOVANNI (SG) E ACCADEMIA AERONAUTICA (AA)  
ANNO DI CORSO (I, II, III): II  
SEMESTRE (I, II): I  
CFU: 9

## INSEGNAMENTI PROPEDEUTICI

Analisi Matematica II, Fisica Generale II

### OBIETTIVI FORMATIVI

L'insegnamento si propone di fornire agli studenti le nozioni di base della teoria dei circuiti in condizioni di funzionamento stazionario, sinusoidale e periodico e dei circuiti dinamici lineari del I e del II ordine; di introdurre sistematicamente le proprietà generali del modello circuitale, i principali teoremi e le principali metodologie di analisi.

### RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI (DESCRITTORI DI DUBLINO)

#### Conoscenza e capacità di comprensione

Il percorso formativo fornisce agli studenti le conoscenze e gli strumenti metodologici di base necessari per analizzare circuiti lineari, in condizioni di funzionamento stazionario, sinusoidale e periodico e per analizzare circuiti dinamici lineari del I e del II ordine. Lo studente saprà riconoscere i limiti di validità e le principali implicazioni dei teoremi fondamentali dei circuiti.

#### Capacità di applicare conoscenza e comprensione

Lo studente deve dimostrare di essere in grado di risolvere circuiti lineari, in condizioni di funzionamento stazionario, sinusoidale e periodico e circuiti dinamici lineari del I e del II ordine, individuando il metodo di soluzione più appropriato, e utilizzando ove necessario i principali teoremi dei circuiti. Lo studente dovrà essere in grado di esporre i concetti di base della teoria dei circuiti e di derivare i principali teoremi utilizzando correttamente il linguaggio disciplinare.

### PROGRAMMA-SYLLABUS

#### 1. LE LEGGI DELL'ELETTROMAGNETISMO

Carica elettrica, corrente elettrica, densità di corrente. Campo elettrico, campo magnetico, forza di Lorentz. Le leggi dell'elettromagnetismo nel vuoto in forma integrale. Legge di conservazione della carica. {Le leggi dell'elettromagnetismo nella materia in forma integrale}. Lavoro del campo elettrico, energia immagazzinata nel campo elettrico, energia immagazzinata nel campo magnetico, Potenza elettrica, energia elettrica. Unità di misura.

#### 2. IL MODELLO CIRCUITALE

I circuiti elettrici in condizioni lentamente variabili. Bipolo: intensità della corrente elettrica, tensione elettrica, potenza elettrica, energia elettrica. Convenzione dell'utilizzatore e del generatore. Circuiti di bipoli: leggi di Kirchhoff. Bipoli canonici: resistore, interruttore, generatori indipendenti, condensatore, induttore. Generatori reali. Bipoli attivi, bipoli passivi, bipoli dissipativi e bipoli conservativi. {Limiti in frequenza del modello circuitale.}

#### 3. LE EQUAZIONI CIRCUITALI

Circuito resistivo semplice; circuito resistivo non lineare e metodo di soluzione grafico; {algoritmo di Newton Raphson}; circuiti dinamici lineari del primo ordine, regime stazionario e sinusoidale. Grafo di un circuito, sottografo, grafo connesso, albero, coalbero, maglia, {insieme di taglio}; grafi planari ed anelli; insieme delle maglie fondamentale {ed insieme di taglio fondamentale}; matrice di incidenza e matrice di incidenza ridotta, {matrice di maglia e matrice di maglia ridotta}, equazioni di Kirchhoff in forma matriciale, equazioni di Kirchhoff indipendenti, il sistema di equazioni fondamentali. Potenziali di nodo; {correnti di maglia}. Conservazione delle potenze virtuali (teorema di Tellegen); conservazione delle potenze elettriche.

#### 4. CIRCUITI RESISTIVI

Bipolo equivalente, resistori in serie, resistori in parallelo; partitori di tensione e corrente, serie e parallelo di generatori ideali e casi patologici, equivalenza di generatori reali; circuiti resistivi lineari, sovrapposizione degli effetti; generatore equivalente di Thévenin-Norton; non amplificazione delle tensioni {e delle correnti}. Trasformazione stella-triangolo.

#### 5. ELEMENTI CIRCUITALI A PIÙ TERMINALI

N-poli, correnti e tensioni descrittive, doppi bipoli, condizione di porta. potenza elettrica assorbita; generatori controllati lineari, trasformatore ideale; giratore, doppi bipoli di resistori, teorema di reciprocità, matrice delle resistenze, matrice delle conduttanze, {matrici ibride, matrice di trasmissione} circuiti mutuamente accoppiati (trasformatore), relazioni caratteristiche, accoppiamento perfetto, circuiti equivalenti. {Collegamento di doppi bipoli in serie parallelo e cascata}. Sintesi di doppi bipoli: configurazioni a T e  $\pi$ .

#### 6. CIRCUITI A REGIME

Circuiti in regime permanente. Circuiti in regime stazionario. Circuiti in regime sinusoidale. Fasori, metodo simbolico; numeri complessi. Impedenza, circuiti di impedenze, proprietà dei circuiti di impedenze. Potenza complessa, potenza media, potenza reattiva. Diagrammi fasoriali dei bipoli elementari. Conservazione della potenza complessa, potenza media e potenza reattiva. Bipoli di impedenze; reti in regime periodico. Circuito risonante, fattore di qualità, bilanci di

potenza ed energia, {curve universali di risonanza}. Risposta in frequenza di un circuito; filtri. {Sistemi trifase spostamento del centro stella e formula di Millmann, misura della potenza e inserzione di Aron.}

### 7. CIRCUITI DINAMICI LINEARI

Equazioni di stato di circuiti del primo ordine, equazioni di stato di circuiti del secondo ordine, circuito resistivo associato. Continuità delle grandezze di stato; soluzione di circuiti del primo e del secondo ordine. Evoluzione libera, evoluzione forzata, modi naturali di evoluzione, frequenza naturale, costante di tempo, termine transitorio, termine permanente, circuito dissipativo, circuito tempo-variante, {circuito con forzamento impulsivo}; soluzione di circuiti del secondo ordine, circuito RLC serie, circuito RLC parallelo, modi naturali aperiodici, modi naturali oscillanti, circuiti RC e circuiti RL del secondo ordine. {Risposta all'impulso e integrale di convoluzione, impedenze operatoriali, funzione di rete ed analisi nel dominio di Laplace. Cenni alla simulazione circuitale ed all'uso di SPICE.}

N.B. La scelta tra gli argomenti riportati tra {parentesi graffe} può variare in base alle scelte dei docenti di ciascun canale.

## MATERIALE DIDATTICO

### Testi di riferimento

M. de Magistris, G. Miano, Circuiti, II edizione, SPRINGER, settembre 2009.

### Testi Di Consultazione

- L.O. Chua, C.A. Desoer, E.S. Kuh, Circuiti Lineari E Non Lineari, Jackson, 1991.
- G. Miano, Lezioni Di Elettrotecnica, Ed. Cuen, 1998;
- L. De Menna, Elettrotecnica, Ed. Pironti, Napoli, 1998.
- I.D. Mayergoyz, W. Lawson, Elementi Di Teoria Dei Circuiti, Utet, 2000.
- H. A. Haus, J.R. Melcher, "Electromagnetic Fields And Energy," Prentice Hall, 1989 Per Ulteriori Esercizi Svolti

### Eserciziari

- S. Bobbio, L. De Menna, G. Miano, L. Verolino, Quaderno N ° 1: Circuiti In Regime Stazionario, Ed. Cuen, Napoli, 1998.
- " " Quaderno N ° 2: Circuiti In Regime Sinusoidale, Ed. Cuen, Napoli, 1998.
- " " Quaderno N ° 3: Circuiti In Evoluzione Dinamica: Analisi Nel Dominio Del Tempo Ed. Cuen, Napoli, 1998.
- S. Bobbio, Esercizi Di Elettrotecnica, Ed. Cuen, Napoli, 1995.

### Mooc

Corso online aperto e di massa (Mooc) disponibile su <https://www.federica.eu/>

## MODALITÀ DI SVOLGIMENTO DELL'INSEGNAMENTO

Lezioni frontali (60% circa) ed esercitazioni frontali (40% circa)

## VERIFICA DI APPRENDIMENTO E CRITERI DI VALUTAZIONE

Modalità di esame:

L'esame si articola in prova	
scritta e orale	X
solo scritta	
solo orale	
discussione di elaborato progettuale	
altro	

In caso di prova scritta i quesiti sono (*)	A risposta multipla	
	A risposta libera	
	Esercizi numerici	X



## SCHEDA DELL'INSEGNAMENTO (SI)

### "TEORIA DEI SEGNALI"

SSD ING-INF/03

DENOMINAZIONE DEL CORSO DI STUDIO:  
CORSO DI LAUREA IN INGEGNERIA ELETTRONICA

ANNO ACCADEMICO: 2022-23

## INFORMAZIONI GENERALI - DOCENTE

DOCENTE: CORSO A CANALI MULTIPLI – DOCENTI DA DEFINIRE  
TELEFONO:  
EMAIL:

## INFORMAZIONI GENERALI - ATTIVITÀ

CANALI: FUORIGROTTA (FG) E SAN GIOVANNI (SG)  
ANNO DI CORSO (I, II, III): II  
SEMESTRE (I, II): I  
CFU: 9

## **INSEGNAMENTI PROPEDEUTICI (se previsti dall'Ordinamento del CdS)**

*Analisi Matematica II, Geometria e Algebra*

## **EVENTUALI PREREQUISITI**

*Nessun prerequisito.*

## **OBIETTIVI FORMATIVI**

*Obiettivo dell'insegnamento è fornire gli strumenti di base per l'analisi dei segnali deterministici e per la loro elaborazione mediante sistemi (in particolare sistemi lineari) sia nel dominio del tempo che in quello della frequenza. Ulteriore obiettivo è introdurre i concetti di base della teoria della probabilità.*

## **RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI (DESCRITTORI DI DUBLINO)**

### **Conoscenza e capacità di comprensione**

*Lo studente deve dimostrare di saper classificare e descrivere i segnali d'interesse per l'ingegneria, sia nel dominio del tempo che in quello della frequenza. Deve dimostrare di saper analizzare semplici schemi di elaborazione dei segnali, in particolare mediante sistemi lineari. Deve inoltre dimostrare di comprendere la natura aleatoria di molti fenomeni d'interesse per l'ingegneria e di conoscere gli aspetti fondamentali della teoria della probabilità.*

### **Capacità di applicare conoscenza e comprensione**

*Lo studente deve dimostrare di saper riconoscere problemi che prevedono l'analisi e l'elaborazione dei segnali, scegliendo modelli adeguati alla loro descrizione e soluzione. Deve dimostrare di saper dimensionare semplici schemi di elaborazione dei segnali, in particolare mediante sistemi lineari. Deve inoltre dimostrare di saper modellare e risolvere con gli strumenti della teoria della probabilità semplici problemi di natura aleatoria.*

## **PROGRAMMA-SYLLABUS**

*Segnali deterministici: segnali a tempo continuo e a tempo discreto, caratterizzazione energetica dei segnali, serie e trasformata di Fourier, banda di un segnale. Classificazione dei sistemi: causalità, stabilità, linearità, tempo-invarianza. Sistemi lineari tempo-invarianti: filtraggio nel dominio del tempo e della frequenza, banda di un sistema, distorsione lineare e non lineare. Conversione analogico/digitale e digitale/analogica. Elementi di teoria della probabilità. Variabili aleatorie: caratterizzazione completa e sintetica di una variabile, di una coppia di variabili, di un vettore di variabili aleatorie. Variabili aleatorie notevoli.*

## **MATERIALE DIDATTICO**

### **Libri di testo:**

- E. Conte: "Lezioni di Teoria dei Segnali", Liguori.
- E. Conte, C. Galdi, "Fenomeni Aleatori", Liguori.
- G. Gelli: "Probabilità e Informazione", [www.docenti.unina.it](http://www.docenti.unina.it).
- G. Gelli, F. Verde: "Segnali e sistemi", Liguori.
- M. Luise, G.M. Vitetta: "Teoria dei segnali", III edizione, 2009, McGraw-Hill.

### **Dispense:**

*L. Verdoliva: "Appunti di Teoria dei Segnali", [www.docenti.unina.it](http://www.docenti.unina.it).*

## **MODALITÀ DI SVOLGIMENTO DELL'INSEGNAMENTO**

*La didattica è erogata per il 100% con lezioni frontali, che includono sia teoria che esercitazioni.*

## **VERIFICA DI APPRENDIMENTO E CRITERI DI VALUTAZIONE**

### **Modalità di esame:**

L'esame si articola in prova	
scritta e orale	X
solo scritta	
solo orale	
discussione di elaborato progettuale	
Altro	

i quesiti della prova scritta sono	A risposta multipla	
	A risposta libera	
	Esercizi numerici	X



## SCHEDA DELL'INSEGNAMENTO (SI)

### "TEORIA DEI SISTEMI"

SSD ING-INF/04

DENOMINAZIONE DEL CORSO DI STUDIO:  
CORSO DI LAUREA IN INGEGNERIA ELETTRONICA

ANNO ACCADEMICO: 2022-23

## INFORMAZIONI GENERALI - DOCENTE

DOCENTE: CORSO A CANALI MULTIPLI – DOCENTI DA DEFINIRE

TELEFONO:

EMAIL:

## INFORMAZIONI GENERALI - ATTIVITÀ

CANALI: FUORIGROTTA (FG) E SAN GIOVANNI (SG)

ANNO DI CORSO: II

SEMESTRE: II

CFU: 9

## INSEGNAMENTI PROPEDEUTICI (se previsti dall'Ordinamento del CdS)

*Analisi Matematica II, Geometria e Algebra, Fisica Generale II*

## EVENTUALI PREREQUISITI

*Conoscenze di base sulle trasformate di Laplace, Zeta e di Fourier.*

## OBIETTIVI FORMATIVI

*Fornire allo studente: le basi della modellistica matematica di sistemi naturali e/o artificiali a tempo continuo e discreto, le tecniche di analisi di sistemi descritti mediante modelli matematici ingresso-stato-uscita e ingresso-uscita, con particolare riferimento ai sistemi lineari e stazionari, le principali tecniche di analisi dei sistemi in retroazione. Introdurre lo studente all'uso dei principali software per l'analisi e la simulazione di sistemi.*

## RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI (DESCRITTORI DI DUBLINO)

### Conoscenza e capacità di comprensione

*Il percorso formativo intende fornire agli studenti gli strumenti metodologici per descrivere semplici sistemi ingegneristici mediante un adeguato modello matematico, ricavare i modelli per piccoli segnali di sistemi non lineari, e caratterizzare la risposta nel tempo e le principali proprietà strutturali dei sistemi lineari. A questo scopo, lo studente sarà introdotto alle principali tecniche di analisi dei sistemi dinamici, sia nel dominio del tempo, che nel dominio complesso. Inoltre, verrà trattata l'analisi dei sistemi nel dominio della frequenza presentando i principali parametri che, in questo contesto, caratterizzano i sistemi lineari.*

### Capacità di applicare conoscenza e comprensione

*Al termine del corso, gli studenti saranno in grado di analizzare schemi a blocchi, ricavandone un modello complessivo, e di valutare la risposta di tale modello a segnali assegnati. Inoltre, lo studente sarà in grado di analizzare le proprietà strutturali di tale modello con particolare riferimento alla stabilità. Sarà, inoltre, in grado di usare il software Matlab/Simulink per l'analisi e la simulazione di sistemi.*

## PROGRAMMA-SYLLABUS

- *Richiami di algebra matriciale: operazioni elementari su matrici e vettori. Autovalori ed autovettori di una matrice. Spazi vettoriali. Spazi di Banach e spazi di Hilbert. Norme  $p$  di matrici e vettori.*
- *Sistemi dinamici: variabili di ingresso, stato ed uscita, rappresentazioni di stato e ingresso-uscita, classificazione dei sistemi dinamici.*
- *Elementi di modellistica, esempi di modelli matematici.*
- *Sistemi non lineari: punti di equilibrio di un sistema non lineare, linearizzazione intorno ad una traiettoria e ad un punto di equilibrio.*
- *Analisi di sistemi lineari e stazionari a tempo continuo e discreto: il principio di sovrapposizione degli effetti, risposta in evoluzione libera e risposta forzata. Calcolo della matrice di transizione attraverso la diagonalizzazione. I modi naturali.*
- *Analisi di sistemi lineari e stazionari a tempo continuo con l'ausilio della trasformata di Laplace: funzione di trasferimento, risposta impulsiva e risposta al gradino, parametri caratteristici della risposta al gradino, risposta a segnali polinomiali e sinusoidali, risposta a regime e transitoria.*
- *Analisi di sistemi lineari e stazionari a tempo discreto con l'ausilio della trasformata Zeta: funzione di trasferimento, risposta impulsiva e risposta al gradino, risposta a regime e transitoria.*
- *Stabilità dei punti di equilibrio: stabilità semplice e asintotica, instabilità. Esempi di analisi della stabilità dei punti di equilibrio di sistemi non lineari (pendolo, etc.). Cenni sulla Teoria di Lyapunov. Stabilità dei sistemi lineari, criterio di Routh, applicazione del criterio di Routh a sistemi tempo discreti. Stabilità ingresso-uscita dei sistemi lineari.*
- *Sistemi interconnessi e schemi a blocchi: sistemi in serie, in parallelo ed in retroazione. Rappresentazione dei sistemi interconnessi. Cenni sulla stabilità dei sistemi interconnessi.*
- *Teoria della realizzazione per sistemi monovariabili, forma canonica di osservabilità e forma canonica di raggiungibilità.*
- *Tecniche di digitalizzazione di un sistema a tempo continuo. I sistemi a dati campionati: campionario e filtro ZOH. Rappresentazione a dati campionati di un sistema lineare a dimensione finita.*
- *Serie e trasformata di Fourier. Risposta in frequenza di un sistema lineare e stazionario.*
- *Tracciamento dei diagrammi di Bode.*
- *Azione filtrante dei sistemi dinamici: filtri passa-basso, passa-alto, passa-banda, a spillo.*

- *Analisi della stabilità dei sistemi a ciclo chiuso: tracciamento dei diagrammi di Nyquist, il criterio di Nyquist. Margini di stabilità.*
- *Le proprietà strutturali: raggiungibilità, controllabilità ed osservabilità, forme canoniche di Kalman.*
- *Il Matlab ed il Simulink per la simulazione e l'analisi dei sistemi dinamici.*

### MATERIALE DIDATTICO

- *G. Celentano, L. Celentano – “Modellistica, Simulazione, Analisi, Controllo e Tecnologie dei Sistemi Dinamici - Fondamenti di Dinamica dei Sistemi”, Vol. II, Edises, 2010.*
- *Altri Testi e/o appunti suggeriti dal docente.*

### MODALITÀ DI SVOLGIMENTO DELL'INSEGNAMENTO

*Il docente utilizzerà: a) lezioni frontali per l'80% delle ore totali, b) esercitazioni in aula mediante l'utilizzo del tool MATLAB/SIMULINK (<https://www.mathworks.com/>) per circa il 20% delle ore totali.*

### VERIFICA DI APPRENDIMENTO E CRITERI DI VALUTAZIONE

#### a) Modalità di esame:

L'esame si articola in prova	
scritta e orale	X
solo scritta	
solo orale	
discussione di elaborato progettuale	X
altro	

In caso di prova scritta i quesiti sono	A risposta multipla	
	A risposta libera	X
	Esercizi numerici	X

*La prova scritta è rivolta a verificare la capacità dello studente di calcolare la risposta di un sistema lineare a segnali assegnati, di tracciare i diagrammi di Bode, e di analizzare le proprietà di stabilità di sistemi interconnessi.*

*Il colloquio orale, che segue la prova scritta, consta di una discussione sugli argomenti teorici trattati nel corso e su semplici elaborati in Matlab/Simulink, al fine di accertare l'acquisizione dei concetti e dei contenuti trattati durante le lezioni.*

#### b) Modalità di valutazione:

*L'esito della prova scritta è vincolante ai fini dell'accesso alla prova orale. Il superamento della prova scritta non è sufficiente per il superamento dell'esame.*



## SCHEMA DELL'INSEGNAMENTO (SI)

"ELETTRONICA I"

SSD ING-INF/01

DENOMINAZIONE DEL CORSO DI STUDIO:  
CORSO DI LAUREA IN INGEGNERIA ELETTRONICA

ANNO ACCADEMICO: 2022-23

### INFORMAZIONI GENERALI - DOCENTE

#### FG

DOCENTE: SANTOLO DALIENTO

TELEFONO: 081 7683122

EMAIL: [DALIENTO@UNINA.IT](mailto:DALIENTO@UNINA.IT)

#### SG

DOCENTE: FRANCESCO GIUSEPPE DELLA CORTE

EMAIL: FRANCESCOGIUSEPPE.DELLACORTE@UNINA.IT

### INFORMAZIONI GENERALI - ATTIVITÀ

CANALI: FUORIGROTTA (FG) E SAN GIOVANNI (SG)

ANNO DI CORSO (I, II, III): II

SEMESTRE (I, II): II

CFU: 9

## INSEGNAMENTI PROPEDEUTICI (se previsti dall'Ordinamento del CdS)

Fondamenti di Circuiti

### EVENTUALI PREREQUISITI

Nessun prerequisito.

### OBIETTIVI FORMATIVI

Il corso di Elettronica I si pone come obiettivo l'apprendimento di alcuni concetti fondamentali relativi al funzionamento e l'utilizzo di dispositivi elettronici a semiconduttore per il trattamento di segnali analogici e digitali. Gli studenti sono posti in condizione di analizzare il comportamento di semplici circuiti, anche a vari livelli di astrazione, basati dispositivi comuni, quali diodi, transistor, amplificatori operazionali. Sono forniti gli strumenti teorici per l'analisi di circuiti in regime sinusoidale a piccoli segnali. L'analisi di circuiti operanti in presenza di ampi segnali è prevalentemente svolta per via grafica. Il corso prevede altresì una parte di sintesi circuitale con lo scopo di fornire agli studenti gli elementi di base necessari per la progettazione di circuiti digitali basati su porte logiche a MOSFET.

### RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI (DESCRITTORI DI DUBLINO)

#### Conoscenza e capacità di comprensione

A seguito del superamento dell'esame, lo studente possiede nozioni essenziali sui principi fisici che sono alla base del funzionamento di semplici dispositivi elettronici a stato solido. Conosce le caratteristiche fondamentali dei dispositivi a stato solido maggiormente utilizzati in elettronica (diodi, transistori MOSFET e BJT), ed è in grado di evidenziarne, dal punto di vista delle caratteristiche ai terminali, similitudini e differenze. Conosce la classificazione degli amplificatori dal punto di vista delle caratteristiche ingresso-uscita, e le principali configurazioni circuitali di amplificatori basati su BJT e MOSFET. Conosce alcune fondamentali applicazioni dei MOSFET nell'ambito dei circuiti per l'elaborazione e la memorizzazione di segnali logici. Conosce le proprietà degli Amplificatori Operazionali ed alcuni fondamentali circuiti basati su di essi.

#### Capacità di applicare conoscenza e comprensione

Ai fini del superamento dell'esame, lo studente deve essere in grado di illustrare le motivazioni teoriche e tecniche che sono alla base delle proprietà di fondamentali circuiti analogici e digitali. Deve in particolare dimostrare di essere in grado di analizzare semplici circuiti elettronici che utilizzano diodi e transistori MOSFET o BJT, utilizzando i modelli più appropriati di tali dispositivi a seconda dell'applicazione prevista per il circuito. Deve essere inoltre in grado di prevedere il comportamento elettrico di semplici configurazioni circuitali note in letteratura, siano esse per applicazioni digitali o analogiche, ricorrendo, laddove necessario, allo studio in corrente continua, in presenza di piccoli segnali in regime sinusoidale, o per ampi segnali.

Lo studente deve anche essere in grado di analizzare alcuni fondamentali circuiti basati su Amplificatori Operazionali, a singolo stadio o multi-stadio, ovvero, partendo da essi, dimensionarne opportunamente i componenti passivi per ottenere assegnate specifiche in termini di amplificazione o resistenza di ingresso e uscita.

### PROGRAMMA-SYLLABUS

Segnali analogici e segnali digitali, amplificazione di segnali analogici, modelli generali degli amplificatori e parametri caratteristici. L'Amplificatore Operazionale (OpAmp): modello semplificato e circuiti fondamentali ad OpAmp (invertente, non-invertente, sommatore, integratore, derivatore).

Materiali semiconduttori, trasporto della carica nei semiconduttori, drogaggio. La giunzione p-n: barriera di potenziale, capacità della giunzione. Polarizzazione del diodo, raddrizzatori, modello a piccoli segnali del diodo. La commutazione del diodo. Simulatori circuitali: SPICE.

Principi di funzionamento del MOSFET, modello ad ampi segnali, il MOSFET come interruttore comandato. Parametri caratteristici dei circuiti logici reali, margini di rumore, prestazioni, dissipazione di potenza. Circuiti logici basati su MOSFET, la tecnologia CMOS, sintesi di reti logiche CMOS statiche. Memorie a semiconduttore. Modelli a piccoli segnali del MOSFET, il MOSFET come amplificatore, stadi amplificatori a MOSFET.

Principio di funzionamento del BJT, modello ad ampi segnali, modelli a piccoli segnali. Il BJT come amplificatore, caratteristiche degli amplificatori a BJT.

Introduzione all'acquisizione ed elaborazione di segnali mediante semplici sistemi programmabili.

### MATERIALE DIDATTICO

- Sedra, K. Smith, Circuiti per la microelettronica
- S. Daliento, A. Irace, Elettronica generale

- Agarwal, J. H. Lang, *Foundations of analog and digital electronic circuits*

Slide utilizzate durante le lezioni, videoregistrazioni di lezioni e soluzioni di esercizi.

### MODALITÀ DI SVOLGIMENTO DELL'INSEGNAMENTO

Il docente utilizzerà: a) lezioni frontali per circa il 70% delle ore totali, b) esercitazioni per l'applicazione e l'approfondimento degli aspetti teorici, sia numeriche che basate sull'utilizzo di simulatori circuitali o semplici sistemi programmabili. Sono inoltre previsti brevi seminari tenuti da esperti nell'ambito della progettazione di circuiti analogici o digitali.

### VERIFICA DI APPRENDIMENTO E CRITERI DI VALUTAZIONE

Modalità di esame:

L'esame si articola in prova	
scritta e orale	
solo scritta	
solo orale	x
discussione di elaborato progettuale	
altro	

In caso di prova scritta i quesiti sono (*)	A risposta multipla	
	A risposta libera	
	Esercizi numerici	



## SCHEDA DELL'INSEGNAMENTO (SI)

### "CAMPI ELETTROMAGNETICI E CIRCUITI"

SSD ING-INF/02

DENOMINAZIONE DEL CORSO DI STUDIO:  
CORSO DI LAUREA IN INGEGNERIA ELETTRONICA

ANNO ACCADEMICO: 2022-23

## INFORMAZIONI GENERALI - DOCENTE

### FG

DOCENTE: AMEDEO CAPOZZOLI  
TELEFONO: 081 7683358  
EMAIL: AMEDEO.CAPOZZOLI@UNINA.IT

### SG

DOCENTE: ANTONIO IODICE  
TELEFONO: 081-7683106  
EMAIL: ANTONIO.IODICE@UNINA.IT

## INFORMAZIONI GENERALI - ATTIVITÀ

CANALI: FUORIGROTTA (FG) E SAN GIOVANNI (SG)  
ANNO DI CORSO (I, II, III): II  
SEMESTRE (I, II): II  
CFU: 12

## **INSEGNAMENTI PROPEDEUTICI (se previsti dall'Ordinamento del CdS)**

Fondamenti di Circuiti

### **EVENTUALI PREREQUISITI**

Metodi matematici per l'Ingegneria

### **OBIETTIVI FORMATIVI**

Fornire gli strumenti metodologici e le conoscenze di base necessarie per lo studio delle proprietà dei campi elettromagnetici, in relazione ai problemi di propagazione libera e guidata e all'irradiazione. Fornire gli strumenti metodologici e operativi per lo studio della propagazione elettromagnetica guidata e per la caratterizzazione e l'uso delle linee di trasmissione e delle guide d'onda, con riferimento ai problemi applicativi di maggiore rilevanza. Fornire i concetti fondamentali per la descrizione delle caratteristiche radiative e circuitali di antenne di comune utilizzo.

### **RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI (DESCRITTORI DI DUBLINO)**

#### **Conoscenza e capacità di comprensione**

Lo studente deve dimostrare di conoscere e saper comprendere le problematiche relative ai fondamenti dell'elettromagnetismo applicato, alla propagazione libera e guidata, all'irradiazione. In tal senso il percorso formativo intende fornire agli studenti le conoscenze base e gli strumenti metodologici essenziali per comprendere la fenomenologia e il funzionamento dei sistemi elementari di collegamento elettromagnetico.

#### **Capacità di applicare conoscenza e comprensione**

Lo studente deve dimostrare di essere in grado di utilizzare le conoscenze acquisite per l'analisi dei più semplici sistemi di collegamento elettromagnetico applicandole concretamente alla soluzione di problemi elementari di propagazione libera, di propagazione guidata, di irradiazione e ricezione.

### **PROGRAMMA-SYLLABUS**

Generalità e leggi fondamentali: Equazioni di Maxwell in forma integrale, e 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. Formulazione di un problema elettromagnetico. Teoremi fondamentali in elettromagnetismo. [3 CFU]

Propagazione in spazio libero: Onde Piane. Velocità di propagazione. Propagazione di un segnale a banda stretta. Espansione in onde piane. Incidenza di un'onda piana su una discontinuità piana tra dielettrici. Legge di Snell. Coefficienti di riflessione e trasmissione: formule di Fresnel. Incidenza di un'onda piana su semispazio metallico. Condizione di Leontovic. [3 CFU]

Propagazione guidata: Guide d'onda metalliche: definizione e contesti applicativi. Il concetto di modo: modi TEM, TE e TM e loro proprietà di rappresentazione. Modi TEM. Linee di trasmissione: definizione e contesti applicativi. Equazioni delle linee. Propagazione della tensione e della corrente su una linea. Lunghezza d'onda, coefficiente di riflessione, impedenza. Trasporto d'impedenza e abaco di Smith. Adattamento e principali tecniche di adattamento. Analisi e caratterizzazione delle linee di trasmissione di maggiore interesse applicativo. Modi TE e TM. Linea di trasmissione equivalente. Potenza ed energia in guida. Perdite nelle guide. Costante di attenuazione. Dispersione in guida d'onda. La guida d'onda rettangolare. [3 CFU]

Radiazione e ricezione: Potenziali elettrodinamici. Campo irradiato da un dipolo elettrico elementare. Dipolo magnetico elementare. Campo irradiato da una distribuzione arbitraria di corrente. Regione di Fraunhofer. Elementi di antenne: Altezza efficace, diagramma di radiazione, direttività, guadagno, area efficace, efficienza. Esempi di antenne. Dipolo corto, antenne filiformi. Esercitazioni sulle linee di trasmissione, sulle guide e sulle antenne. [3 CFU]

### **MATERIALE DIDATTICO**

Si veda sito docente del titolare dell'insegnamento

### **MODALITÀ DI SVOLGIMENTO DELL'INSEGNAMENTO**

Lezioni frontali (75%) ed esercitazioni (25%)

### **VERIFICA DI APPRENDIMENTO E CRITERI DI VALUTAZIONE**

Modalità di esame:

<b>L'esame si articola in prova</b>	
<b>scritta e orale</b>	X
<b>solo scritta</b>	
<b>solo orale</b>	
<b>discussione di elaborato progettuale</b>	
<b>altro</b>	

<b>In caso di prova scritta i quesiti sono (*)</b>	<b>A risposta multipla</b>	
	<b>A risposta libera</b>	
	<b>Esercizi numerici</b>	X

(\*) È possibile rispondere a più opzioni



## SCHEMA DELL'INSEGNAMENTO (SI)

### "FONDAMENTI DI MISURE"

#### SSD ING-INF/07 – MISURE ELETTRICHE ED ELETTRONICHE

DENOMINAZIONE DEL CORSO DI STUDIO:  
CORSO DI LAUREA IN INGEGNERIA ELETTRONICA

ANNO ACCADEMICO: 2022-23

#### INFORMAZIONI GENERALI - DOCENTE

##### SG

DOCENTE: LEOPOLDO ANGRISANI

TELEFONO: 081-7683170

EMAIL: [ANGRISAN@UNINA.IT](mailto:ANGRISAN@UNINA.IT)

##### FG

DOCENTE: PASQUALE ARPAIA

TELEFONO: 081-7683163

EMAIL: PASQUALE.ARPAIA@UNINA.IT

#### INFORMAZIONI GENERALI - ATTIVITÀ

CANALI: FUORIGROTTA (FG) E SAN GIOVANNI (SG)

ANNO DI CORSO (I, II, III): III

SEMESTRE (I, II): I

CFU: 9

## INSEGNAMENTI PROPEDEUTICI (se previsti dal Regolamento del CdS)

Fisica II, Fondamenti di circuiti.

## EVENTUALI PREREQUISITI

Nessun prerequisito.

## OBIETTIVI FORMATIVI

Fornire i fondamenti teorici della metrologia. Informare e formare l'allievo sui concetti fondanti della teoria della misurazione, sulle principali metodologie e procedure di misura e sugli strumenti di base per l'analisi dei segnali nel dominio del tempo e delle ampiezze.

## RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI (DESCRITTORI DI DUBLINO)

### Conoscenza e capacità di comprensione

Il corso fornisce agli studenti le conoscenze e gli strumenti metodologici di base necessari per analizzare le principali problematiche della teoria della misurazione. Tali strumenti possono consentire allo studente di cogliere le connessioni causali tra i fenomeni fisici nel mondo empirico e le proprietà delle grandezze fisiche nel mondo simbolico, unitamente alle principali caratteristiche che un adeguato metodo di misurazione indirizzato a tali proprietà deve presentare, e di comprendere le implicazioni delle scelte di misura sugli esiti finali della misurazione.

### Capacità di applicare conoscenza e comprensione

Il corso fornisce abilità e strumenti necessari per applicare le conoscenze nella pratica, favorendo la capacità di utilizzare strumenti metodologici di base per definire, progettare e implementare un approccio metrologico adeguato ad affrontare ordinarie problematiche di misura nelle applicazioni ingegneristiche tipiche del settore dell'informazione.

## PROGRAMMA-SYLLABUS

Fondamenti teorici della misurazione: concetto di misura e misurazione; misurando, riferimento e loro confronto; unità di misura; riferibilità metrologica; taratura e verifica di taratura; errore di misura; incertezza di misura; legge di propagazione dell'incertezza; espressione e rappresentazione di un risultato di misura; principali caratteristiche metrologiche degli strumenti di misura; principali metodologie e procedure di misura per l'analisi dei segnali nel dominio del tempo (misurazione diretta di frequenza, misurazione diretta di periodo, misurazione di intervallo di tempo, misurazione di differenza di fase) e delle ampiezze (misurazione di tensioni continue, misurazione di tensioni alternate); architettura e modalità di impiego della strumentazione di base per l'analisi dei segnali nel dominio delle ampiezze (voltmetri e multimetri numerici) e nel dominio del tempo (contatori numerici, oscilloscopi numerici); problematiche di inserzione della strumentazione nei circuiti di misura e di collegamento fra diverse apparecchiature.

## MATERIALE DIDATTICO

Dispense del corso, slide proiettate durante il corso, norme internazionali.

## MODALITÀ DI SVOLGIMENTO DELL'INSEGNAMENTO

Il docente utilizzerà: a) lezioni frontali per circa il 65 % delle ore totali; b) laboratori per l'applicazione e l'approfondimento delle conoscenze acquisite durante le lezioni frontali per circa il 30% delle ore complessive; d) seminari su temi specifici per circa il 5% delle ore complessive.

## VERIFICA DI APPRENDIMENTO E CRITERI DI VALUTAZIONE

Modalità di esame:

L'esame si articola in prova	
scritta e orale	
solo scritta	
solo orale	X
discussione di elaborato progettuale	X
altro	



## SCHEDA DELL'INSEGNAMENTO (SI)

"ELETTRONICA II"

SSD ING-INF/01

DENOMINAZIONE DEL CORSO DI STUDIO:  
CORSO DI LAUREA IN INGEGNERIA ELETTRONICA

ANNO ACCADEMICO: 2022-23

### INFORMAZIONI GENERALI - DOCENTE

#### FG

DOCENTE: VINCENZO D'ALESSANDRO

TELEFONO: 081-7683509

EMAIL: [VINDALES@UNINA.IT](mailto:VINDALES@UNINA.IT)

#### SG

DOCENTE: PIERLUIGI GUERRIERO

TELEFONO: 081-7683539

EMAIL: [PIERLUIGI.GUERRIERO@UNINA.IT](mailto:PIERLUIGI.GUERRIERO@UNINA.IT)

### INFORMAZIONI GENERALI - ATTIVITÀ

CANALI: FUORIGROTTA (FG) E SAN GIOVANNI (SG)

ANNO DI CORSO (I, II, III): III

SEMESTRE (I, II): I

CFU: 10

## INSEGNAMENTI PROPEDEUTICI (se previsti dall'Ordinamento del CdS)

Nessuna propedeuticità.

## EVENTUALI PREREQUISITI

Conoscenza di base di matematica, fisica, ed elettrotecnica.

## OBIETTIVI FORMATIVI

L'insegnamento è rivolto (i) a richiamare il funzionamento di amplificatori a singolo stadio in tecnologia bipolare; (ii) a studiare/progettare circuiti analogici bipolari avanzati; (iii) a consolidare i concetti fondamentali di elettronica digitale; (iv) a studiare circuiti digitali integrati in logica MOS; (v) ad analizzare le tecniche di scalamento proposte in letteratura. Il tutto con particolare attenzione al progetto, alla simulazione SPICE, al disegno del set di maschere tramite il layout editor Microwind2.

## RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI (DESCRITTORI DI DUBLINO)

### Conoscenza e capacità di comprensione

Al termine del processo di apprendimento lo studente è edotto (i) sul comportamento in un ampio range di frequenze degli amplificatori a singolo stadio, dell'amplificatore Cascode, dell'amplificatore differenziale; (ii) sul funzionamento dei circuiti controeazionati; (iii) sul comportamento e dimensionamento di circuiti integrati digitali in logica a rapporto e logica CMOS; (iv) sul comportamento di circuiti digitali complessi come disaccoppiatori, multiplexer, decodificatori, memorie ROM e RAM; (v) sulle principali tecniche di scalamento proposte in letteratura.

### Capacità di applicare conoscenza e comprensione

Al termine del processo di apprendimento lo studente è in grado (i) di analizzare vari circuiti analogici avanzati in tecnologia bipolare con particolare enfasi sulle scelte progettuali, e (ii) di analizzare, dimensionare e disegnare su wafer tutti i circuiti digitali integrati in logica MOS, con il supporto di simulazioni circuitali tramite il software SPICE e il layout editor Microwind2.

### Autonomia di giudizio, Abilità comunicative, Capacità di apprendimento

In relazione a tutte le capacità descritte in precedenza, lo studente acquisisce inoltre capacità autonoma di giudizio essendo, questa, tra l'altro, nel particolare contesto, un presupposto imprescindibile dell'attività creativa di tipo progettuale che rientra nelle capacità di applicare la conoscenza che sono sviluppate.

Durante l'insegnamento gli studenti vengono inoltre stimolati nella acquisizione degli strumenti che consentono l'approfondimento in modo autonomo degli argomenti trattati, mentre le metodologie di verifica dell'apprendimento da parte degli studenti tendono a sviluppare anche le loro abilità comunicativa.

## PROGRAMMA-SYLLABUS

**Elettronica Analogica:** Cenni sul funzionamento del transistor bipolare a giunzione (BJT). Modello SPICE. Richiami sui principali amplificatori a BJT. Risposta in bassa/alta frequenza dell'amplificatore a BJT ad emettitore comune e risposta in frequenza; simulazioni SPICE. Configurazione Cascode: analisi alle frequenze medio/alte; simulazioni SPICE. Amplificatore differenziale; comportamento alle frequenze medio/alte e simulazioni SPICE. Specchio di corrente semplice e di Widlar. Amplificatori differenziali a carico attivo. Introduzione alla controeazione. Configurazione serie-parallelo, serie-serie, parallelo-parallelo, parallelo-serie.

**Introduzione all'elettronica digitale:** Cenni sulla fisica dei semiconduttori. Drogaggio. Meccanismi di trasporto. Concetto di mobilità. Richiami sui fondamenti dei circuiti digitali. Fattori di merito di un sistema digitale. Caratteristica di trasferimento di un invertitore e tensioni notevoli. Escursione logica e margini di rumore. Tempi di propagazione. Tecnologie dei circuiti integrati. Processo fotolitografico. Tecniche di ossidazione. Metodi per l'introduzione del drogante. Realizzazione di un diodo e di una resistenza. Analisi del funzionamento di un MOSFET a canale N ad arricchimento. Concetto di auto-isolamento. Modello SPICE. Regole scalabili di progetto e composizione. Introduzione all'uso di Microwind2. Simulazioni del MOSFET.

**Logiche a rapporto:** Invertitore NMOS a carico resistivo e problematiche. Cenni agli invertitori NMOS EE, ED. Funzionamento del MOSFET ad arricchimento a canale P. Logica pseudo-NMOS. Invertitore. Strategia di

dimensionamento. Sistema poco vincolato. Porte NOR, NAND e confronto. Porte complesse. Topologia e dimensionamento. Simulazioni SPICE e layout Microwind2.

**Logica CMOS:** Invertitore: caratteristica di trasferimento. Simmetrizzazione. Dimensionamento completo. Valutazione del tempo di propagazione esatto ed approssimato. Potenza dissipata dinamica. Layout Microwind2. Porte NAND, NOR e confronto. Progetto e dimensionamento tramite la teoria del grafo ad archi e dei percorsi di Eulero. Esercizi sul dimensionamento di porte CMOS. Simulazioni SPICE e layout Microwind2.

**Tecniche di scalamento:** Tecniche di scalamento a campo, tensione e frequenza costanti.

**Circuiti complessi in logica CMOS:** Stadi disaccoppiatori (buffer), porte di trasmissione, multiplexer, decodificatori in logica NOR pseudo-NMOS.

**Memorie:** Memorie ROM programmate dal costruttore. Tecnica di indirizzamento 2-D. Tempo di accesso minimo se la ROM è quadrata. Memorie ROM programmabili dall'utente. PROM, EPROM, EEPROM, Flash. Memorie RAM. SRAM e DRAM. Topologia, dimensionamento e simulazioni SPICE. Utilizzo dell'amplificatore OBL.

### MATERIALE DIDATTICO

- Diapositive presentate a lezione più appunti addizionali.
- A. S. Sedra, K. C. Smith, *Circuiti per la Microelettronica*, EdISES, 3a edizione Italiana, 2005.
- S. Daliento, A. Irace, *Elettronica Generale*, McGraw-Hill, 2011.
- P. Spirito, *Elettronica Digitale*, McGraw-Hill, 3a edizione, 2006.

### MODALITÀ DI SVOLGIMENTO DELL'INSEGNAMENTO

Lo svolgimento dell'insegnamento prevede lezioni frontali.

### VERIFICA DI APPRENDIMENTO E CRITERI DI VALUTAZIONE

Modalità di esame:

L'esame si articola in prova	
scritta e orale	✓
solo scritta	
solo orale	
discussione di elaborato progettuale	✓
altro (discussione esercitazioni)	

In caso di prova scritta i quesiti sono (*)	A risposta multipla	
	A risposta libera	
	Esercizi numerici	

(\*) È possibile rispondere a più opzioni



## SCHEDA DELL'INSEGNAMENTO (SI)

### "ELETTRONICA PER IOT"

SSD ING-INF/01

DENOMINAZIONE DEL CORSO DI STUDIO:  
CORSO DI LAUREA IN INGEGNERIA ELETTRONICA

ANNO ACCADEMICO: 2022-23

## INFORMAZIONI GENERALI - DOCENTE

### FG

DOCENTE: MICHELE RICCIO

TELEFONO: 081-7683117

EMAIL: [MICHELE.RICCIO@UNINA.IT](mailto:MICHELE.RICCIO@UNINA.IT)

### SG

DOCENTE: LUCA MARESCA

TELEFONO: 081-7683199

EMAIL: [LUCA.MARESCA@UNINA.IT](mailto:LUCA.MARESCA@UNINA.IT)

## INFORMAZIONI GENERALI - ATTIVITÀ

CANALI: FUORIGROTTA (FG) E SAN GIOVANNI (SG)

ANNO DI CORSO (I, II, III): III

SEMESTRE (I, II): I

CFU: 6

## INSEGNAMENTI PROPEDEUTICI (se previsti dall'Ordinamento del CdS)

Elettronica I

### EVENTUALI PREREQUISITI

Nessun prerequisito

### OBIETTIVI FORMATIVI

*Il corso di Elettronica per IoT si pone come obiettivo l'apprendimento dei concetti fondamentali relativi ai sistemi elettronici utilizzati nell'ambito dell'Internet of Things. Gli studenti sono posti in condizione di analizzare la struttura di semplici nodi sensoriali basati su microcontrollori, partendo da una schematizzazione a blocchi del nodo fino a giungere alla rete internet che collega questi ultimi a sistemi connessi per la raccolta/elaborazione dei dati (cloud). Sono, quindi, forniti gli strumenti teorici per l'analisi e la sintesi di firmware per: (i) l'implementazione di algoritmi utili all'interfacciamento di circuiti a microcontrollore con sensori analogici e digitali; (ii) elaborazione dei dati raccolti in forma numerica; (iii) comunicazione tramite protocolli digitali di sistemi a microcontrollori con periferiche esterne utili alla connessione alla rete internet. Vengono, altresì, introdotti i concetti base per l'implementazione di elaborazioni real-time tramite RTOS. Il corso prevede, infine, una parte di sintesi circuitale dove verificare il corretto funzionamento hardware/firmware di semplici applicazioni di nodi sensoriali IoT.*

### RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI (DESCRITTORI DI DUBLINO)

#### Conoscenza e capacità di comprensione

*A seguito del superamento dell'esame, lo studente possiede concetti essenziali sulla struttura di semplici sistemi a microcontrollori e sull'architettura di un nodo sensoriale per applicazioni IoT: dalla rilevazione di grandezze fisiche tramite sensori fino all'immissione di questi ultimi sulla rete internet. Conosce le specifiche circuitali e le tecniche di programmazione fondamentali per l'utilizzo delle più comuni periferiche integrate nei moderni microcontrollori con architettura ARM a 32 bit (input/output digitali, input analogici, periferiche PWM, periferiche di comunicazione seriali, etc.). Conosce le tecniche di interrogazione delle periferiche (i) cicliche (polling); (ii) temporizzate basate su contatori binari (iii) guidate da eventi (event-driven); (iv) basate su meccanismi tipici dei sistemi operativi real-time (RTOS). In ultimo, lo studente possiede una conoscenza di base dei protocolli propri dell'IoT con cui può avvenire lo scambio di dati tra un sistema elettronico a microcontrollore e la rete internet.*

#### Capacità di applicare conoscenza e comprensione

*A seguito del superamento dell'esame, lo studente possiede concetti essenziali sulla realizzazione di semplici sistemi a microcontrollori utili alla implementazione circuitale e firmware di nodi sensoriali per la rete IoT. Ai fini del superamento dell'esame, quindi, lo studente deve essere in grado di illustrare le specifiche teoriche e tecniche che sono alla base dei sistemi a microcontrollore per applicazioni IoT. Deve in particolare dimostrare di essere in grado di analizzare semplici routine firmware per l'interfacciamento con sensori esterni, elaborare i dati raccolti e inviarli opportunamente alla rete internet tramite uno dei protocolli IoT studiati durante il corso. Deve essere inoltre in grado di implementare firmware per assolvere a particolari funzioni richieste in un contesto IoT.*

*Lo studente deve anche essere in grado di analizzare alcuni aspetti tecnici dei componenti elettronici utilizzati nell'ambito dell'IoT, partendo dai datasheet ed individuando le specifiche rilevanti al fine di una corretta progettazione hardware/firmware.*

### PROGRAMMA-SYLLABUS

*Definizione di IoT, applicazioni IoT, infrastruttura IoT e concetto di nodo IoT. Cenni di Smart City, Smart Building, Smart Home, Smart Agricolture, Smart Mobility, Manufacturing 4.0. Microcontrollore: definizione, architettura e differenza con microprocessore. Ciclo di sviluppo del firmware. Architetture ARM: storia, CISC vs RISC. Famiglia di microcontrollori STM32. Ambienti di sviluppo (IDE) per microcontrollori STM32. Digital Input e Output per STM32: GPIO Design, registri GPIO e settings/funzionalità. Ingressi analogici: definizione, ADC e caso studio dei micro STM32. Modalità di funzionamento, frequenza di campionamento, tecniche di polling, interrupt e DMA. Utilizzo dell'ADC con la tecnica del polling. Utilizzo di sensori analogici. Conversione D/A: cenni di funzionamento. Utilizzo del DAC. Segnali "pseudo-analogici" PWM: dal segnale digitale al segnale analogico, filtraggio. Segnali PWM. Introduzione ai protocolli seriali: utilizzo dello shift register. Serial Peripheral Interface (SPI). Moduli SPI nei micro STM32. Utilizzo di sensori SPI. Introduzione al protocollo I2C: specifiche di comunicazione, confronto con il protocollo SPI. Utilizzo di sensori I2C. Introduzione al protocollo UART. Diagrammi temporali e differenze con il protocollo USART. Interrupt, Timers e Tasks. Programmazione event-driven e time-driven. Introduzione al concetto di interrupt come evoluzione del polling. Concetto di interrupt prioritised, masked e nested.*

Latenza. Introduzione ai Real-Time Operating System (RTOS). Concetto di programmazione parallela. Thread, Mutex, Semaphore, Queue, Mail. Keil RTX e CMSIS-RTOS. Scheduler dei processi: Pre-emptive, Round-Robin, Co-operative. Protocolli e standards per l'IoT: architetture di una rete IoT, protocolli dati e protocolli di rete. Cenni al modello OSI ed TCP/IP. Introduzione al protocollo TCP/IP. Overview degli IoT data protocols. Specifiche ed implementazione del protocollo MQTT. Overview dei protocolli di rete per IoT: reti a raggio corto; a medio raggio; a lungo raggio. Confronto tra le diverse tecnologie: WiFi, Bluetooth, BLE, Cellular, LoRA. Circuiti elettronici per la connessione wireless alla rete internet. Introduzione ai servizi Cloud per applicazione IoT: Overview. Concetto di rete di sensori IoT. Casi studio basati su sistemi cloud per IoT: realizzazione della configurazione back-end, user-app, azioni e data visualization.

## MATERIALE DIDATTICO

- “Fast and Effective Embedded Systems Design: Applying the ARM mbed” di Rob Toulson, Tim Wilmshurst.
- “Microcontrollers hardware and firmware for 8-bit and 32-bit devices” di Franco Zappa, Società Editrice Esculapio.

Slide utilizzate durante le lezioni.

## MODALITÀ DI SVOLGIMENTO DELL'INSEGNAMENTO

Il docente utilizzerà: a) lezioni frontali per circa il 70% delle ore totali, b) esercitazioni volte ad (i) applicare ed approfondire gli aspetti teorici, sull'utilizzo delle tecniche firmware per l'utilizzo dei sistemi a microcontrollore; (ii) applicare ed approfondire gli aspetti tecnici per la realizzazione hardware di sistemi embedded a microcontrollore, l'interfacciamento con sensori e con la rete internet.

## VERIFICA DI APPRENDIMENTO E CRITERI DI VALUTAZIONE

### a) Modalità di esame:

L'esame si articola in prova	
scritta e orale	
solo scritta	
solo orale	
discussione di elaborato progettuale	
altro	X

In caso di prova scritta i quesiti sono (*)	A risposta multipla	
	A risposta libera	
	Esercizi numerici	

### b) Modalità di valutazione:

Gli esami di accertamento e di valutazione consistono:

- in una prova al calcolatore, volta ad accertare la capacità di analisi e sintesi di uno dei seguenti aspetti: (i) firmware per applicazioni IoT basate su microcontrollori; (ii) schemi, componenti e circuiti elettronici di sistemi embedded a microcontrollore per IoT.

- in una prova orale, volta ad accertare la comprensione dei metodi teorici per l'analisi e la sintesi di sistemi elettronici a microcontrollori per IoT sia da un punto di vista firmware che hardware.

Il voto finale è la media aritmetica dei voti conseguiti nelle due prove.

Ai fine del superamento dell'esame con votazione minima di 18/30 è necessario che le conoscenze/competenze della materia siano almeno ad un livello elementare, sia per la parte di analisi/scrittura firmware che per quella orale. Agli studenti che abbiano acquisito competenze eccellenti sia nella prova al calcolatore che in quella orale può essere attribuita la lode.



## SCHEDA DELL'INSEGNAMENTO (SI)

### "ELETTRONICA DELLE TELECOMINCAZIONI"

SSD ING-INF/01

DENOMINAZIONE DEL CORSO DI STUDIO:  
CORSO DI LAUREA IN INGEGNERIA ELETTRONICA

ANNO ACCADEMICO: 2022-23

#### INFORMAZIONI GENERALI - DOCENTE

**FG E SG**

DOCENTE: GIOVANNI BREGLIO

TELEFONO: 3335281109

EMAIL: BREGLIO@UNINA.IT

#### INFORMAZIONI GENERALI - ATTIVITÀ

CANALI: FUORIGROTTA (FG) E SAN GIOVANNI (SG)

ANNO DI CORSO (I, II, III): III

SEMESTRE (I, II): I

CFU: 6CFU

## INSEGNAMENTI PROPEDEUTICI (se previsti dall'Ordinamento del CdS)

Nessuna propedeuticità.

## EVENTUALI PREREQUISITI

Nessun prerequisito.

## OBIETTIVI FORMATIVI

*Il corso si prefigge di trasferire le conoscenze di base e le nomenclature dei principali sottosistemi elettronici componenti un moderno sistema di telecomunicazione radio. Inoltre, si prevede che, alla fine del corso, lo studente abbia acquisito padronanza degli schemi circuitali e del principio di funzionamento di alcuni principali sottosistemi elettronici tali da permettergli una loro progettazione nel senso del miglior dimensionamento dei componenti elettronici in essi contenuti.*

## RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI (DESCRITTORI DI DUBLINO)

### Conoscenza e capacità di comprensione

*Nel corso si descriverà, principalmente dal punto di vista del sistema elettronico, un moderno schema di ricetrasmittitore elettronico per Radio Frequenza. Lo studente, quindi deve dimostrare la conoscenza delle principali problematiche inerenti e connesse all'uso di sottosistemi elettronici utilizzati in tale ambito. Dovrà inoltre essere in grado di elaborare connessioni multidisciplinari, specialmente fra i campi dell'elaborazione delle informazioni dei segnali e sistemi circuitali definiti allo scopo.*

*Per questo, si analizzano, a diverso livello di dettaglio i principali sottosistemi elettronici che compongono un apparato rice/trasmittente: la sezione di ricezione; la sezione di traslazione in frequenza; i circuiti per il filtraggio del segnale; i sistemi per la generazione dei segnali di riferimento; i sistemi di demodulazione per le principali forme di modulazione di segnale; i sottosistemi per la conversione A/D e D/A dei segnali.*

*Tali descrizioni ed analisi consentiranno agli studenti di comprendere le connessioni causali tra la necessità di giungere ad una funzione di scopo e le principali configurazioni circuitali esemplificative che possono essere utilizzate per realizzarle.*

### Capacità di applicare conoscenza e comprensione

*Ai fini del superamento dell'esame, lo studente deve essere in grado di illustrare le motivazioni teoriche e pratiche che sono alla base delle proprietà di circuiti e dei sistemi elettronici svolti nell'ambito del programma del corso. Deve in particolare dimostrare di essere in grado di disegnare e analizzare circuiti elettronici in uso per le Telecomunicazioni, come ad esempio: Celle di Gilbert, Oscillatori Sinusoidali, Filtri Attivi, circuiti per la conversione A/D D/A dei segnali, etc...*

*Deve essere inoltre in grado di dare dimostrazione della padronanza dei collegamenti multidisciplinari che permettono di valutare il comportamento elettrico/elettronico di configurazioni di sistemi di elaborazione di segnali.*

*Lo studente deve anche essere in grado di definire criteri di dimensionamento di alcuni fondamentali circuiti per le telecomunicazioni nel senso della scelta delle opportunamente componenti passivi e attive per ottenere assegnate specifiche comportamentali.*

## PROGRAMMA-SYLLABUS

*Il programma del corso prevede la trattazione a diverso livello di dettaglio, dei i principali sottosistemi elettronici che compongono un apparato rice/trasmittente:*

*la sezione di ricezione (amplificatore a basso rumore con le sue problematiche di adattamento all'antenna e minimizzazione del rumore);*

*la sezione di traslazione in frequenza: i mixer di segnale (descrivendo ed analizzando il funzionamento dei moltiplicatori analogici: cella di Gilbert);*

*i circuiti per il filtraggio del segnale: filtri passivi ed attivi (criteri di progettazione di filtri attivi di I e II ordine);*

*i sistemi per la generazione dei segnali di riferimento: oscillatori sinusoidali (concetti di stabilità di ampiezza e purezza spettrale, oscillatori al quarzo e controllati in tensione VCO);*

*i sistemi di demodulazione per le principali forme di modulazione (AM, FM, PM, PSK, etc.): circuiti rivelatori di fase e anelli ad aggancio di fase (PLL) ed applicazioni;*

*i sottosistemi per la conversione A/D e D/A dei segnali: circuiti sample and hold (problematiche e dimensionamenti), convertitori a rampa o a scala pesata.*

## MATERIALE DIDATTICO

- *Elettronica per telecomunicazioni, Dante Del Corso, McGraw-Hill*
- *Trasparenze delle lezioni (sul sito Docenti del professore dopo le lezioni)*

- *Appunti e dispense integrative (sul sito Docenti)*

### **MODALITÀ DI SVOLGIMENTO DELL'INSEGNAMENTO**

*Il docente utilizzerà: a) lezioni frontali per circa il 80% delle ore totali, b) esercitazioni per l'applicazione e l'approfondimento degli aspetti teorici, sia numeriche che basate sull'utilizzo di simulatori circuitali o semplici sistemi programmabili.*

### **VERIFICA DI APPRENDIMENTO E CRITERI DI VALUTAZIONE**

**Modalità di esame:**

<b>L'esame si articola in prova</b>	
<b>scritta e orale</b>	
<b>solo scritta</b>	
<b>solo orale</b>	X
<b>discussione di elaborato progettuale</b>	
<b>altro</b>	



## SCHEMA DELL'INSEGNAMENTO (SI)

### "SISTEMI ELETTRONICI PROGRAMMABILI"

SSD ING-INF/01

DENOMINAZIONE DEL CORSO DI STUDIO:  
CORSO DI LAUREA TRIENNALE IN INGEGNERIA ELETTRONICA

ANNO ACCADEMICO 2022-23

## INFORMAZIONI GENERALI - DOCENTE

DOCENTE: ETTORE NAPOLI  
TELEFONO: 081-964207  
EMAIL: [ENAPOLI@UNISA.IT](mailto:ENAPOLI@UNISA.IT)

## INFORMAZIONI GENERALI - ATTIVITÀ

ANNO DI CORSO (I, II, III): III  
SEMESTRE (I, II): II  
CFU: 9

## **INSEGNAMENTI PROPEDEUTICI (se previsti dall'Ordinamento del CdS)**

Nessuna propedeuticità.

## **EVENTUALI PREREQUISITI**

Conoscenza di base di matematica, fisica, chimica ed elettrotecnica.

## **OBIETTIVI FORMATIVI**

L'insegnamento è rivolto (i) allo studio di elementi di fisica dei semiconduttori, (ii) all'analisi del funzionamento dei principali dispositivi elettronici a semiconduttore, i.e., diodo, transistor bipolare, condensatore MOS, MOSFET; (iii) al progetto dei suddetti dispositivi elettronici. Pertanto l'obiettivo consta nel fornire agli studenti le nozioni e competenze necessarie alla comprensione dei meccanismi fisici e delle problematiche, nonché dei trade-off, progettuali dei dispositivi.

## **RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI (DESCRITTORI DI DUBLINO)**

### **Conoscenza e capacità di comprensione**

Al termine del processo di apprendimento lo studente:

- conosce le tecniche di progettazione di semplici sistemi digitali,
- comprende lo schema a blocchi di un circuito digitale,
- conosce i costrutti del linguaggio HDL Verilog necessari per la descrizione di un circuito digitale,
- conosce i costrutti del linguaggio HDL Verilog necessari per la realizzazione di un testbench,
- comprende il funzionamento di un testbench,
- conosce le tecniche di progetto utili alla realizzazione di circuiti digitali che implementano operazioni aritmetiche,
- conosce la struttura di un componente FPGA (Field Programmable Gate Array),
- comprende il datasheet di un FPGA.

### **Capacità di applicare conoscenza e comprensione**

Al termine del processo di apprendimento lo studente:

- è in grado di progettare/creare lo schema a blocchi di un circuito digitale sulla base delle specifiche date,
- comprende come suddividere un circuito di media complessità in sezioni combinatorie, sequenziali, aritmetiche, e basate su Finite State Machine (FSM) per la gestione dell'intero sistema,
- è in grado di descrivere un circuito digitale in linguaggio HDL Verilog
- è in grado di ideare e realizzare un testbench in linguaggio HDL Verilog
- è in grado di implementare un circuito digitale su di uno specifico dispositivo FPGA.

### **Autonomia di giudizio, Abilità comunicative, Capacità di apprendimento**

In relazione a tutte le capacità descritte in precedenza, lo studente acquisisce la capacità di descrivere per iscritto, anche utilizzando linguaggi standard, le scelte progettuali. E' in grado di giustificare le scelte progettuali effettuate e può studiare circuiti di media complessità ed i datasheet di un FPGA apprendendo le possibilità progettuali aggiuntive.

## **PROGRAMMA-SYLLABUS**

Flusso di progetto per circuiti digitali da implementare su FPGA.

Classificazione e caratteristiche delle FPGA in commercio.

Package degli FPGA: dimensionamento termico e classificazione in funzione del costo e delle dimensioni.

Il linguaggio per la descrizione dell'hardware HDL Verilog.

Descrizione di circuiti combinatori in linguaggio Verilog. I testbench in linguaggio Verilog.

Addizionatori implementati su FPGA.

Circuiti aritmetici implementati in linguaggio Verilog. Circuiti sequenziali implementati in linguaggio Verilog.

Temporizzazione dei circuiti sequenziali sincroni. Influenza della temporizzazione su prestazioni ed affidabilità dei circuiti sequenziali sincroni.

Descrizione circuitale in linguaggio Verilog di macchine a stati finiti con riferimento alla topologia di Mealy, Moore e Mealy sincronizzata. Codifica dello stato per macchine a stati finiti e tolleranza ai guasti. Macchine a memoria finita. Realizzazione di circuiti combinatori e sequenziali su FPGA disponibili in laboratorio.

Potenza dissipata dei circuiti implementati su FPGA, stima e simulazione.

Tensioni di alimentazione dei circuiti programmabili, evoluzione storica.

Uscite abilitate o three-state. Reiezione del rumore.

Effetti dovuti a induttanze parassite ed alle linee di trasmissione.  
Logiche veloci per trasferimento dati e per collegamento su backplane.

### MATERIALE DIDATTICO

E. Napoli "Progetto di sistemi elettronici digitali basati su dispositivi FPGA", ed. Esculapio, 2011.

### MODALITÀ DI SVOLGIMENTO DELL'INSEGNAMENTO

Lo svolgimento dell'insegnamento prevede lezioni frontali (50%) ed esercitazioni ed esperimenti in laboratorio (50%).

### VERIFICA DI APPRENDIMENTO E CRITERI DI VALUTAZIONE

#### a) Modalità di esame:

L'esame si articola in prova	
scritta e orale	✓
solo scritta	
solo orale	
discussione di elaborato progettuale	✓
altro (discussione esercitazioni)	

In caso di prova scritta i quesiti sono (*)	A risposta multipla	
	A risposta libera	✓
	Esercizi numerici	

#### b) Modalità di valutazione:

La valutazione tiene conto delle risposte per iscritto data al questionario durante l'esame e delle scelte effettuate per l'implementazione dell'elaborato progettuale. Il peso delle due componenti è 60% per la prova scritta e 40% per la discussione dell'elaborato.



## SCHEDA DELL'INSEGNAMENTO (SI)

### "OPTOELETTRONICA"

SSD ING INF/01

DENOMINAZIONE DEL CORSO DI STUDIO:  
CORSO DI LAUREA IN INGEGNERIA ELETTRONICA

ANNO ACCADEMICO: 2022-23

## INFORMAZIONI GENERALI - DOCENTE

DOCENTE: ANTONELLO CUTOLO  
TELEFONO: 347 7424165  
EMAIL: ANTONELLO.CUTOLO@UNINA.IT

## INFORMAZIONI GENERALI - ATTIVITÀ

ANNO DI CORSO (I, II, III): III  
SEMESTRE (I, II): II  
CFU: 9

## **INSEGNAMENTI PROPEDEUTICI (se previsti dall'Ordinamento del CdS)**

Nessuna propedeuticità

## **EVENTUALI PREREQUISITI**

Competenze di fisica di base, fondamenti di dispositivi a semiconduttori, equazioni di Maxwell e propagazione guidata

## **OBIETTIVI FORMATIVI**

L'obiettivo principale del corso è la trasmissione allo studente delle competenze fondamentali dei sistemi di comunicazione su portante ottica e mostrare come questi componenti possono essere utilizzati in una serie di applicazioni industriali non telecomunicazionistiche quali le lavorazioni dei metalli, applicazioni medicali, monitoraggio e sensoristica.

## **RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI (DESCRITTORI DI DUBLINO)**

### **Conoscenza e capacità di comprensione**

Alla fine del corso si prevede che lo studente abbia:

- Conoscenza e comprensione dei principali fenomeni e dispositivi dell'optoelettronica
- Capacità di applicare le conoscenze acquisite al funzionamento di una rete di comunicazioni su portante ottica e allo sviluppo di tecniche di diagnostica ottiche o array di sensori ottici per il monitoraggio industriale e per la sicurezza.

### **Capacità di applicare conoscenza e comprensione**

Si prevede che alla fine del corso lo studente abbia acquisito le competenze di base per la gestione di un sistema di comunicazioni su portante ottica e che si in grado di delineare le principali caratteristiche di un sistema di monitoraggio o di diagnostica basato su tecnologie fotoniche.

## **PROGRAMMA-SYLLABUS**

### **Fondamenti di ottica**

Ottica geometrica, Formalismo ABCD, propagazione nei mezzi anisotropi, elissoide degli indici, lamine a  $\lambda/2$  e  $\lambda/4$ , filtri di polarizzazione, interferometria, fasci gaussiani, i risonatori ottici

### **Interazione radiazione materia**

Absorbimento, emissione spontanea, emissione stimolata. Rate equations. Inversione di popolazione, tecniche di pompaggio: l'amplificatore ottico

### **Fondamenti dei laser**

Laser a gas, a liquidi a stato solido, laser pulsati

### **Dispositivi a semiconduttore**

Proprietà ottiche dei semiconduttori, diodi led, diodi laser, foto rivelatori, effetto plasma ottico

### **Modulazione ottica**

Modulatori elettro ottici, modulatori acusto ottici, modulatori a plasma ottico

### **Propagazione guidata**

Fibre ottiche, giunti, filtri, divisori, connettori: principi fondamentali di una rete di comunicazione in fibra ottica

### **Principali applicazioni industriali**

Applicazioni industriali di potenza, applicazioni medicali, diagnostica non distruttiva e senza contatto

### **Sensori in fibra ottica**

## **MATERIALE DIDATTICO**

Antonello Cutolo, Optoelettronica e fotonica, ARACNE EDITRICE

## **MODALITÀ DI SVOLGIMENTO DELL'INSEGNAMENTO**

Il corso si svolge tutto in didattica frontale

## **VERIFICA DI APPRENDIMENTO E CRITERI DI VALUTAZIONE**

Modalità di esame:

<b>L'esame si articola in prova</b>	
<b>scritta e orale</b>	
<b>solo scritta</b>	
<b>solo orale</b>	X
<b>discussione di elaborato progettuale</b>	
<b>altro</b>	



## SCHEDA DELL'INSEGNAMENTO (SI)

### "MICROONDE E LABORATORIO DI MICROONDE"

SSD ING-INF/02

DENOMINAZIONE DEL CORSO DI STUDIO:  
CORSO DI LAUREA IN INGEGNERIA ELETTRONICA

ANNO ACCADEMICO: 2022-23

## INFORMAZIONI GENERALI - DOCENTE

DOCENTE: DA DEFINIRE

TELEFONO:

EMAIL:

SI VEDA SITO WEB DEL CORSO DI STUDI

## INFORMAZIONI GENERALI - ATTIVITÀ

ANNO DI CORSO (I, II, III): III

SEMESTRE (I, II): II

CFU: 9

## INSEGNAMENTI PROPEDEUTICI (se previsti dal Regolamento del CdS)

Campi Elettromagnetici e Circuiti.

### EVENTUALI PREREQUISITI

Nessun prerequisito.

### OBIETTIVI FORMATIVI

Lo studente acquisirà i concetti fondamentali relativi ai principi di funzionamento, le tecniche di analisi teorico-numeriche e la descrizione dei principali componenti alle microonde in cavo, guida e microstriscia. Verranno acquisite conoscenze di natura sperimentale e numerica connesse all'analisi e alla caratterizzazione dei principali componenti alle microonde, nonché al rilievo dei livelli di campo elettromagnetico nell'ambiente.

### RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI (DESCRITTORI DI DUBLINO)

#### Conoscenza e capacità di comprensione

Lo studente deve dimostrare di conoscere i principi operativi, le tecniche di analisi teorico-numerica e la descrizione di principali componenti alle microonde. Deve inoltre conoscere le basi della caratterizzazione alle microonde.

#### Capacità di applicare conoscenza e comprensione

Lo studente deve dimostrare di saper applicare gli strumenti metodologici acquisiti durante il corso, con particolare riferimento all'analisi e alla caratterizzazione di dispositivi alle microonde.

### PROGRAMMA-SYLLABUS

Richiami di Campi Elettromagnetici. Componenti alle microonde: definizione e descrizione mediante matrice delle impedenze, delle ammettenze e di diffusione. Proprietà relative. [1 CFU]

Principali componenti passivi alle microonde in guida, cavo e microstriscia: attenuatori, accoppiatori, isolatori, circolatori, divisori di potenza, sfasatori, terminazioni. Principi di funzionamento e metodi per la loro analisi teorica e numerica. Rappresentazione di un circuito alle microonde mediante grafi e regole di manipolazione. Applicazioni. [2 CFU]

Generatori ed amplificatori. Cenni sui dispositivi alle microonde a stato solido e sulla tecnologia dei circuiti integrati monolitici alle microonde(MMIC). [1 CFU]

Adattatori a larga banda, filtri. [2 CFU]

Esperienze di laboratorio: [3 CFU]

- Caratterizzazione sperimentale di componenti alle microonde mediante circuiti tradizionali in guida o cavo.
- Analizzatore di reti vettoriale e scalare: principio di funzionamento, calibrazione e cenni al loro pratico utilizzo nella moderna caratterizzazione sperimentale di componenti alle microonde.
- Normativa sulla protezione dalla esposizione ai campi elettromagnetici. Radiation monitor e analizzatore di spettro: principio di funzionamento e loro pratico utilizzo nel rilievo dei livelli di campo nell'ambiente.
- Utilizzo di CAD elettromagnetici per l'analisi di componenti alle microonde in guida, cavo e microstriscia, ed il progetto delle strutture più semplici.

### MATERIALE DIDATTICO

Si veda sito docente del titolare dell'insegnamento.

### MODALITÀ DI SVOLGIMENTO DELL'INSEGNAMENTO

Lezioni frontali ed esercitazioni di laboratorio

### VERIFICA DI APPRENDIMENTO E CRITERI DI VALUTAZIONE

a) Modalità di esame:

L'esame si articola in prova	
scritta e orale	
solo scritta	
solo orale	X
discussione di elaborato progettuale	X
altro	

**b) Modalità di valutazione:**

Discussione delle relazioni delle esperienze di laboratorio consegnate alla fine del corso.



## SCHEDA DELL'INSEGNAMENTO (SI)

### "STRUMENTAZIONE ELETTRONICA DI MISURA"

SSD ING-INF/07

DENOMINAZIONE DEL CORSO DI STUDIO:  
CORSO DI LAUREA IN INGEGNERIA ELETTRONICA

ANNO ACCADEMICO: 2022-23

## INFORMAZIONI GENERALI - DOCENTE

DOCENTE: EGIDIO DE BENEDETTO  
TELEFONO: 081-7683240  
EMAIL: EGIDIO.DEBENEDETTO@UNINA.IT

## INFORMAZIONI GENERALI - ATTIVITÀ

ANNO DI CORSO (I, II, III): III  
SEMESTRE (I, II): II  
CFU: 9

## **INSEGNAMENTI PROPEDEUTICI (se previsti dal Regolamento del CdS)**

Fondamenti di misure elettroniche

### **EVENTUALI PREREQUISITI**

Sono richieste conoscenze del corso di "Fondamenti di circuiti"

### **OBIETTIVI FORMATIVI**

L'insegnamento si propone di fornire agli studenti le nozioni di base inerenti ai principi di funzionamento e agli schemi circuitali dei principali strumenti numerici quali generatori di segnali, multimetri, oscilloscopi, contatori, nonché delle schede di acquisizione dati per la realizzazione di stazioni automatiche di misura per il monitoraggio di sistemi e processi. Lo studente, inoltre, acquisirà le competenze teoriche ed operative per progettare e realizzare strumentazione virtuale basata su schede di acquisizione dati attraverso l'ambiente LabView.

### **RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI (DESCRITTORI DI DUBLINO)**

#### **Conoscenza e capacità di comprensione**

Lo studente deve dimostrare di conoscere e saper comprendere le problematiche alle principali architetture di strumenti e sistemi di acquisizione operanti nel dominio del tempo e della frequenza, cogliendo le principali relazioni che sussistono tra la corretta implementazione di un sistema di misura e l'incertezza finale garantita dallo stesso. Lo studente deve altresì comprendere appieno le ricadute pratico-operative delle tecniche di misura di grandezze elettriche fondamentali e di caratterizzazione ingresso-uscita di sistemi e dispositivi attivi e passivi.

#### **Capacità di applicare conoscenza e comprensione**

Il corso è caratterizzato da una forte integrazione di concetti teorici e parti pratico-applicative. Pertanto lo studente saprà mettere in pratica le modalità operative con cui si passa da un concetto o modello teorico ad un caso pratico-reale con rigore metodologico ed approccio ingegneristico. Lo studente applicherà le conoscenze di base dei vari metodi e delle tecniche di misura fondamentali, delle principali architetture di strumenti ed apparati per l'acquisizione e la misura di segnali operanti, sia nel dominio del tempo che della frequenza, per implementare dei sistemi di misura (anche automatici) che tengano conto dei principali effetti di non idealità che inficiano la conoscenza di una grandezza misurabile.

Lo studente, conoscendo le problematiche tipiche della misura, della trasformazione di un'informazione o di una grandezza proveniente dal mondo reale, in un corrispondente dato numerico quantitativamente corretto e qualitativamente adeguato, sarà in grado di applicare autonomamente le conoscenze e i metodi appresi sia in vista di un'eventuale prosecuzione degli studi a livello superiore, sia in previsione di una collocazione professionale a fine percorso.

### **PROGRAMMA-SYLLABUS**

**STRUMENTAZIONE DI MISURA.** Concetti generali: Architettura di uno strumento numerico, errore di quantizzazione, risoluzione in frequenza; errori legati al campionamento: (i) insufficiente frequenza di campionamento, aliasing nel dominio del tempo e "frequency folding" nel dominio della frequenza, teorema di Shannon; (i) campionamento incoerente, errore di troncamento nel dominio del tempo e dispersione spettrale nel dominio della frequenza, cenni sulla finestatura. Inserimento della strumentazione elettronica nei circuiti di misura: massa e terra, segnali bilanciati e sbilanciati, ingressi differenziali. Tecniche di schermatura e messa a terra. Esercitazioni: Errori del campionamento nel dominio del tempo e della frequenza, Montaggi e connessioni di set up di misura basati su sistemi di acquisizione dati single-ended e differenziali. **STRUMENTAZIONE VIRTUALE.** Sistemi di acquisizione dati. Generalità, architetture. Schede di acquisizione dati. componenti logici e fisici: morsettiera; (i) input analogico: connessioni, configurazioni, multiplexer e switches, amplificatore a guadagno programmabile per strumentazione (PGIA), S/H, convertitore Analogico-Digitale (ADC); (ii) output analogico; (iii) timer e counter.

Manuale, panoramica del mercato, analisi delle specifiche, esempio NI USB-6009, NI PCI6221 e produzione National Instruments. Programmazione: richiami di LabVIEW, linguaggio G, sviluppo di applicazioni di misura basate su strumentazione virtuale. Programmazione visuale ed ambiente LabView di National Instruments. Sviluppo di uno strumento virtuale (VI): pannello frontale, diagramma a blocchi, variabili di ingresso uscita, tipi di dati, cluster e array, istruzioni di controllo del flusso, salvataggio dati, diagrammi, procedura sub-VI. Esercitazioni: Acquisizione dati di un segnale, Pattern di programmazione LabVIEW: producer-consumer, state machines.

Programmazione a eventi in LabVIEW.

**ESEMPI DI STRUMENTI.** Generatori di segnale: classificazione, architettura, generatori a sintesi digitale diretta (DDS): principio, applicazioni, architetture DAC alte prestazioni, generatori di forma d'onda arbitraria, esempio del manuale Agilent 33220A, analisi delle specifiche e famiglia Tektronix AWG. Esercitazioni: Generatore di segnale in LabVIEW: generazione di forme d'onda varie. Contatori numerici: classificazione, architettura, timer e counters, analisi delle

specifiche (esempio Agilent 53131A e famiglia Keysight). Esercitazioni: Uso di timer e counters in LabVIEW. Multimetri numerici: classificazione, architettura, principio di funzionamento per misurazione di tensioni continue ed alternate, di resistenze e correnti, analisi delle specifiche (esempio Keithley 2000 e famiglia Keithley), sviluppo di un multimetro virtuale. Esercitazioni: Multimetro virtuale: misura di tensione AC e DC (true rms), di corrente, di resistenza, e creazione pannello.

### **MATERIALE DIDATTICO**

Si veda sito web del docente della materia

### **MODALITÀ DI SVOLGIMENTO DELL'INSEGNAMENTO**

Lezioni frontali, esercitazioni di laboratorio e seminari. Per le esercitazioni di laboratorio è previsto, tra l'altro, l'utilizzo del software LabVIEW.

### **VERIFICA DI APPRENDIMENTO E CRITERI DI VALUTAZIONE**

**Modalità di esame:**

<b>L'esame si articola in prova</b>	
<b>scritta e orale</b>	
<b>solo scritta</b>	
<b>solo orale</b>	X
<b>discussione di elaborato progettuale</b>	
<b>altro</b>	



## SCHEDA DELL'INSEGNAMENTO (SI)

### "LABORATORIO DI PROGRAMMAZIONE"

SSD ING-INF/05

DENOMINAZIONE DEL CORSO DI STUDIO:  
CORSO DI LAUREA IN INGEGNERIA ELETTRONICA

ANNO ACCADEMICO: 2022-2023

## INFORMAZIONI GENERALI - DOCENTE

DOCENTE: DA DEFINIRE  
TELEFONO:  
EMAIL:

## INFORMAZIONI GENERALI - ATTIVITÀ

ANNO DI CORSO (I, II, III): III  
SEMESTRE (I, II): II  
CFU: 9

## INSEGNAMENTI PROPEDEUTICI

Nessuna propedeuticità.

## EVENTUALI PREREQUISITI

Nessun prerequisito.

## OBIETTIVI FORMATIVI

Fornire le competenze metodologiche, teoriche e pratiche di programmazione orientata agli oggetti, generica, concorrente e su rete, necessarie al corretto sviluppo di progetti software di piccole e medie dimensioni utilizzando i linguaggi di programmazione C++ e Python.

## RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI

### Conoscenza e capacità di comprensione

Lo studente deve dimostrare di conoscere e saper comprendere i problemi di programmazione nell'ambito di applicazioni in linguaggio C++ e Python. Il percorso formativo intende fornire agli studenti le conoscenze e gli strumenti metodologici, teorici, e pratici necessari per riconoscere, analizzare e risolvere problemi legati allo sviluppo e testing di applicativi complessi. Questo consente agli studenti di padroneggiare lo sviluppo di progetti software avanzati in C++ e Python.

### Capacità di applicare conoscenza e comprensione

Lo studente deve dimostrare di essere in grado di risolvere problemi concernenti la programmazione procedurale e orientata agli oggetti, nonché l'analisi dei dati, utilizzando le competenze metodologiche, teoriche e pratiche di programmazione avanzata presentate al corso. Lo studente deve essere in grado di sviluppare applicazioni basate sul paradigma ad oggetti in C++, nonché applicazioni concorrenti, su rete, e per l'analisi di dati in Python.

## PROGRAMMA-SYLLABUS

(3 cfu) Parte I: Introduzione alla programmazione - Ciclo di vita del software. Analisi, progettazione, programmazione, verifica e validazione, manutenzione. Paradigmi di progettazione/programmazione (procedurale, a oggetti, generica). Ricorsione. Programmazione Procedurale Avanzata: Variabili e puntatori, riferimento, e classi di memorizzazione in C++; le funzioni e il passaggio di parametri, Istruzioni condizionali e cicli, Tipi definiti dall'utente, Enumerativi ed Array.

(3 cfu) Parte II - Programmazione ad oggetti in C++ - Introduzione ai tipi di dati astratti. Il paradigma OO. Incapsulamento e Information Hiding. Classi e Oggetti. Ereditarietà. Polimorfismo. Operatori e overloading di operatori. Casting in C++. La gestione delle eccezioni. Gestione delle eccezioni in C++. La programmazione generica in C++: Classi e Funzioni modello; Derivazione e Template. La libreria standard del C++ (STL): Contenitori; Iteratori; Algoritmi generici, il concetto di stream per le operazioni di IO.

(2 cfu) Parte III – Da C++ a Python. Introduzione Python; Variabili, espressioni e istruzioni; Valori e tipi di dato; Principali costrutti; Stringhe, Liste, Tuple, e Dizionari; OOP in Python; Files; Debugging; Unit Testing.

(1 cfu) Parte IV – Aspetti Avanzati di Programmazione in Python - Principi di programmazione concorrente. Processo e thread. Concorrenza e parallelismo. Race condition. Creazione di un thread Python. Mutua Esclusione e Meccanismi di sincronizzazione Python. Programmazione di rete. Il modello Client-Server per le applicazioni distribuite. Ulteriori librerie e tecniche di comunicazione su rete. Data Science in Python (le librerie pandas, matplotlib, numpy, scipy)

## MATERIALE DIDATTICO

### Dispense

Slide del corso, codice sviluppato durante le esercitazioni guidate, esercizi di autovalutazione

### Altri testi consigliati:

C. Savy: **Da C++ a UML: guida alla progettazione** – McGraw-Hill, 2000.

Tony Gaddis. **Introduzione a Python**. 5° ed. – Pearson, 2021

Paul J. Deitel, Harvey M. Deitel. **Introduzione a Python. Per l'informatica e la data science**. Pearson, 2021

**Python: How to Think Like a Computer Scientist interactive edition**

<https://runestone.academy/runestone/books/published/thinkcspy/index.html>

Allen Downey. **Think Python** - <https://greenteapress.com/thinkpython2/thinkpython2.pdf>

## MODALITÀ DI SVOLGIMENTO DELL'INSEGNAMENTO

Lezioni teoriche frontali ed esercitazioni guidate.

## VERIFICA DI APPRENDIMENTO E CRITERI DI VALUTAZIONE

### a) Modalità di esame:

L'esame si articola in prova	
scritta e orale	X
solo scritta	
solo orale	
discussione di elaborato progettuale	
altro	X*

Prova al calcolatore di un progetto software in C++, Python

### b) Modalità di valutazione:

*L'esito della prova scritta è vincolante ai fini dell'accesso alla prova orale.*

*Si prevede inoltre la possibilità di pianificare prove intercorso eventualmente a sostituzione della prova scritta.*



## SCHEDA DELL'INSEGNAMENTO (SI)

### "CONTROLLI AUTOMATICI"

SSD ING-INF/04

DENOMINAZIONE DEL CORSO DI STUDIO:  
CORSO DI LAUREA IN INGEGNERIA ELETTRONICA

ANNO ACCADEMICO: 2022-23

## INFORMAZIONI GENERALI - DOCENTE

DOCENTE: LUIGI VILLANI  
TELEFONO: 081-7683861  
EMAIL: LUIGI.VILLANI@UNINA.IT

## INFORMAZIONI GENERALI - ATTIVITÀ

ANNO DI CORSO: III  
SEMESTRE: I  
CFU: 9

## INSEGNAMENTI PROPEDEUTICI (se previsti dall'Ordinamento del CdS)

Teoria dei sistemi

### EVENTUALI PREREQUISITI

Conoscenze di base di analisi dei sistemi dinamici lineari a tempo continuo e a tempo discreto. Utilizzo delle trasformate di Laplace, Zeta e di Fourier e di strumenti software per l'analisi e la simulazione di sistemi dinamici.

### OBIETTIVI FORMATIVI

L'insegnamento si propone di introdurre gli studenti alla progettazione di leggi di controllo in retroazione per sistemi dinamici e illustrarne le possibili applicazioni. In particolare, vengono approfondite le principali metodologie per la sintesi di sistemi di controllo lineari, sia analogici che digitali. Al termine del corso lo studente sarà in grado di progettare controllori di tipo lineare, anche con l'ausilio di strumenti software per l'analisi, la progettazione e la simulazione di sistemi di controllo.

### RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI (DESCRITTORI DI DUBLINO)

#### Conoscenza e capacità di comprensione

Il percorso formativo intende fornire gli strumenti metodologici per comprendere i principi fondamentali del controllo automatico e gli effetti della retroazione sulle caratteristiche dinamiche dei sistemi lineari o resi tali dopo linearizzazione. Verranno introdotte le principali metodologie di progettazione di controllo in retroazione, sia analogico che digitale, nel dominio del tempo e nei domini trasformati. Tali conoscenze consentiranno agli studenti di comprendere le principali problematiche connesse all'utilizzo dei diversi metodi di sintesi, in dipendenza dei requisiti richiesti e delle caratteristiche dei processi da controllare.

#### Capacità di applicare conoscenza e comprensione

Le conoscenze acquisite consentiranno agli studenti di formalizzare le specifiche richieste ad un sistema di controllo nel dominio del tempo e nei domini trasformati. Sulla base di tali specifiche e delle caratteristiche del processo da controllare, gli studenti saranno in grado di compiere scelte progettuali, ovvero di progettare la legge di controllo utilizzando diversi metodi di sintesi. A supporto della sintesi del controllore e per la verifica delle prestazioni, sarà utilizzato il software Matlab/Simulink.

### PROGRAMMA-SYLLABUS

- Proprietà fondamentali dei sistemi di controllo in retroazione: specifiche di un sistema di controllo nel dominio del tempo.
- Raggiungibilità e controllabilità nel tempo continuo e nel tempo discreto. Controllo a uno stato di equilibrio con retroazione dello stato. Regolazione dell'uscita con assegnamento degli autovalori e del guadagno.
- Cenni sulla realizzazione analogica e sulla realizzazione digitale di un sistema di controllo. Sistema a dati campionati. Regolatore dell'uscita con azione integrale e retroazione di stato nel tempo continuo e nel tempo discreto.
- Osservabilità nel tempo continuo e nel tempo discreto. Osservatore dello stato. Separazione degli autovalori e controllo con retroazione dell'uscita.
- Analisi di sistemi con retroazione dell'uscita: precisione a regime e tipo di un sistema, risposta in transitorio.
- Analisi del ciclo chiuso con il metodo del luogo delle radici. Progetto di sistemi di controllo con luogo delle radici nel tempo continuo e nel tempo discreto. Strutture tipiche di regolatore. Controllo di processi instabili.
- Analisi nel dominio della frequenza di sistemi a tempo continuo: stabilità e robustezza con il criterio di Nyquist. Margini di stabilità.
- Funzioni di sensitività. Legami tra la risposta nel dominio del tempo, la funzione risposta armonica a ciclo aperto e le funzioni di sensitività.
- Progetto di sistemi di controllo nel dominio della frequenza con il metodo della funzione di anello. Reti correttive.
- Progetto di controllori digitali per discretizzazione e direttamente nel dominio a tempo-discreto con il metodo dell'assegnamento del modello.
- Problemi di realizzazione del controllo digitale: strutturazione dell'algoritmo di controllo, filtraggio anti-aliasing, considerazioni sulla scelta del periodo di campionamento.
- Regolatori PID: analisi delle prestazioni nel dominio della frequenza e cenni sui metodi sperimentali di taratura.
- Sistemi di controllo avanzati: predittore di Smith, controllo in cascata, schemi di controllo misti con feedback e feedforward.

## MATERIALE DIDATTICO

- G. Celentano, L. Celentano, *Elementi di Controlli Automatici*, vol. III, Edises, 2015
- P. Bolzern, R. Scattolini, N. Schiavoni, *Fondamenti di Controlli Automatici*, McGraw-Hill, 4/ed, 2015
- Note e registrazioni video delle lezioni.

## MODALITÀ DI SVOLGIMENTO DELL'INSEGNAMENTO

a) Lezioni frontali per l'70% delle ore totali, b) Esercitazioni in aula, anche mediante utilizzo del software MATLAB/SIMULINK (<https://www.mathworks.com/>) per circa il 30% delle ore totali.

## VERIFICA DI APPRENDIMENTO E CRITERI DI VALUTAZIONE

Modalità di esame:

L'esame si articola in prova	
scritta e orale	X
solo scritta	
solo orale	
discussione di elaborato progettuale	
Altro	

In caso di prova scritta i quesiti sono (*)	A risposta multipla	
	A risposta libera	
	Esercizi numerici	X

(\*) È possibile rispondere a più opzioni



## SCHEDA DELL'INSEGNAMENTO (SI)

### "MISURE PER LA COMPATIBILITÀ ELETTRONICA"

SSD ING-INF/07

DENOMINAZIONE DEL CORSO DI STUDIO:  
CORSO DI LAUREA IN INGEGNERIA ELETTRONICA

ANNO ACCADEMICO: 2022-23

## INFORMAZIONI GENERALI - DOCENTE

DOCENTE: NICOLA PASQUINO  
TELEFONO: 08176.83630  
EMAIL: NICOLA.PASQUINO@UNINA.IT

## INFORMAZIONI GENERALI - ATTIVITÀ

ANNO DI CORSO (I, II, III): III  
SEMESTRE (I, II): II  
CFU: 9

## **INSEGNAMENTI PROPEDEUTICI (se previsti dal Regolamento del CdS)**

Fondamenti di Misura

### **EVENTUALI PREREQUISITI**

Conoscenza di base dell'analisi spettrale e della propagazione libera e in guida d'onda dei campi elettromagnetici.

### **OBIETTIVI FORMATIVI**

L'insegnamento si propone di fornire allo studente la conoscenza specialistica delle metodologie per lo studio teorico e sperimentale dei fenomeni di compatibilità elettromagnetica e di esposizione umana ai campi elettromagnetici. Costituiranno parte integrante dell'insegnamento lo studio dei principi di funzionamento della strumentazione di misura, delle configurazioni di prova e delle norme tecniche impiegate nel settore. Le conoscenze teoriche acquisite durante l'attività d'aula saranno approfondite mediante lo sviluppo di un progetto sperimentale finalizzato alla verifica della compatibilità elettromagnetica di dispositivi elettrici ed elettronici o dei livelli di esposizione ai campi elettromagnetici in ambienti residenziali e industriali, durante il quale saranno apprese nozioni avanzate sul software di programmazione LabVIEW.

### **RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI (DESCRITTORI DI DUBLINO)**

#### **Conoscenza e capacità di comprensione**

L'insegnamento intende fornire allo studente le conoscenze specialistiche e le metodologie necessarie per comprendere i fenomeni di compatibilità elettromagnetica e l'esposizione umana ai campi elettromagnetici, ed il funzionamento della relativa strumentazione di misura. Grazie a ciò, lo studente sarà in grado di riconoscere la natura del fenomeno di interesse, di individuare la strumentazione e il metodo di misura più idonei, di descrivere quali azioni si debbano eseguire per la misurazione, di interpretare i risultati, di determinare l'esistenza di situazioni di potenziale criticità. Lo studente riuscirà a mettere in connessione le scelte relative alla strumentazione e alla configurazione di prova con i risultati ottenuti, per una più corretta interpretazione del fenomeno.

#### **Capacità di applicare conoscenza e comprensione**

L'insegnamento è orientato a trasmettere la capacità di applicare gli strumenti metodologici acquisiti per progettare opportunamente una catena di misura per la verifica dei requisiti di compatibilità elettromagnetica o per la determinazione dei livelli di esposizione umana ai campi elettromagnetici, eseguire le prove, analizzare i dati acquisiti, interpretare i risultati dell'analisi e, infine, produrre un documento riepilogativo dell'attività svolta.

### **PROGRAMMA-SYLLABUS**

Principi base della Compatibilità Elettromagnetica: sorgenti e vittime dei fenomeni di compatibilità, fenomeni radiati e condotti, immunità ed emissione. Il decibel e il suo impiego nella compatibilità elettromagnetica. Strumentazione di misura: ricevitore di interferenza e rivelatore di picco, quasi-picco, media; rete per la stabilizzazione dell'impedenza di linea (LISN); reti di accoppiamento e disaccoppiamento (CDN); sonde di corrente e di tensione. Modello a due fili per l'emissione di disturbi radiati: disturbi di modo differenziale e modo comune. Ambienti per la verifica della compatibilità elettromagnetica: open area test site, camera schermata, camera semi-anechoica e norme per la verifica delle prestazioni (EN 55016-1-4). Configurazione di prova e modalità esecutive per la verifica dell'immunità e emissione, radiata e condotta: EN 55022, EN 61000-4-3, EN 61000-4-6. La normativa di esposizione ai campi elettromagnetici ambientali: DPCM 8/7/2003 e D.Lgs. 81/08; norme per la misura dell'esposizione della popolazione e dei lavoratori. Sonde e antenne per la misurazione di campi elettromagnetici ambientali. Esecuzione di prove di conformità presso il laboratorio di Compatibilità elettromagnetica; esecuzione di misurazioni di campo elettromagnetico ambientale.

### **MATERIALE DIDATTICO**

- "Introduction to Electromagnetic Compatibility", C. Paul, Ed. Wiley
- Dispense del corso disponibili presso il docente.
- Norme europee per l'esecuzione dei test di verifica di compatibilità.

### **MODALITÀ DI SVOLGIMENTO DELL'INSEGNAMENTO**

L'insegnamento si articola in: lezioni in aula (circa 55% delle ore totali), attività sperimentale in laboratorio (circa 35% delle ore totali), seminari su temi specifici (circa 10% delle ore totali).

## VERIFICA DI APPRENDIMENTO E CRITERI DI VALUTAZIONE

Modalità di esame:

L'esame si articola in prova	
scritta e orale	
solo scritta	
solo orale	X
discussione di elaborato progettuale	X
altro	



## SCHEDA DELL'INSEGNAMENTO (SI)

### “ANTENNE E DISPOSITIVI PER LA COMUNICAZIONE DIGITALE”

SSD ING-INF/02

DENOMINAZIONE DEL CORSO DI STUDIO:  
CORSO DI LAUREA IN INGEGNERIA ELETTRONICA

ANNO ACCADEMICO: 2022-23

## INFORMAZIONI GENERALI - DOCENTE

DOCENTE: DOCENTE DA DEFINIRE

TELEFONO:

EMAIL:

## INFORMAZIONI GENERALI - ATTIVITÀ

ANNO DI CORSO: III

SEMESTRE: II

CFU: 9

## **INSEGNAMENTI PROPEDEUTICI (se previsti dal Regolamento del CdS)**

*Campi Elettromagnetici e Circuiti.*

### **EVENTUALI PREREQUISITI**

*Nessun prerequisito.*

### **OBIETTIVI FORMATIVI**

*Fornire gli strumenti per la comprensione dei sistemi (antenne e dispositivi) per il collegamento mobile e body-centric per applicazioni di telefonia, trasmissione digitale, incluse le applicazioni biomedicali e dei nuovi media. Fornire gli strumenti essenziali per la loro analisi e progettazione e per la valutazione delle prestazioni. Il Corso darà ampio spazio ad attività operative di laboratorio sia numerico che sperimentale. In particolare, ci si avvarrà di sistemi avanzati di calcolo numerico per l'analisi e la progettazione e verranno forniti elementi di natura sperimentale connessi all'analisi ed il testing.*

### **RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI (DESCRITTORI DI DUBLINO)**

#### **Conoscenza e capacità di comprensione**

*Lo studente deve dimostrare di aver acquisito adeguata conoscenza dei principi di funzionamento e delle caratteristiche delle più comuni antenne utilizzate nella comunicazione digitale, descrivendone le proprietà radiative e le specifiche applicazioni. Lo studente deve altresì dimostrare di aver raggiunto una sufficiente comprensione delle caratteristiche di un circuito per la trasmissione/ricezione e di quelle di un collegamento sia in far-field che in near-field.*

#### **Capacità di applicare conoscenza e comprensione**

*Lo studente deve dimostrare di saper mettere in pratica, attraverso la descrizione di appropriate procedure, schemi elementari di dimensionamento delle antenne esaminate in funzione delle più comuni applicazioni.*

### **PROGRAMMA-SYLLABUS**

*L'antenna come strumento essenziale nelle comunicazioni digitali e nella sensoristica. Parametri d'antenna. Formula del collegamento. Rumore d'antenna. Formula di Friis. Collegamento near-field e collegamento far-field. Collegamento SISO, SIMO, MISO, MIMO. Tag attivi, passivi e power harvesting. Radio-Frequency Identification (RFID). Schiere di antenne. [2 CFU]*

*Sistemi d'antenna a banda stretta, a banda larga ed a banda ultra-larga per la telefonia, la trasmissione digitale, la telemetria (anche biomedicale), per i biosensori, per la smart home e la smart industry. [1 CFU]*

*Antenne filiformi. Antenna Yagi. Antenne planari e antenne stampate. Antenne interne ed esterne per la telefonia, la trasmissione digitale, i media digitali, l'IOT, la sensoristica e il monitoraggio, e la comunicazione body-centric. Antenne ad elica; antenne retrattili; antenne dipolari, antenna ad F invertita (IFA), antenna meandered, spira, antenne ceramiche, antenne tessili, antenne indossabili, antenne impiantabili, pillole intelligenti (smart pills). Le antenne nei media digitali. [2 CFU]*

*Analisi e progettazione di antenne planari e stampate. [1 CFU]*

*Dispositivi per la trasmissione e ricezione (generazione, amplificazione, filtraggio del segnale e adattamento). Dispositivi per l'immunità: balun, choke e dispositivi in ferrite. Gli effetti del packaging. Proprietà elettromagnetiche e modellazione del comportamento diffusivo del corpo umano. Sistemi che utilizzano il corpo umano come canale di trasmissione. [1 CFU]*

*Analisi e progetto di antenne mediante strumenti numerici avanzati. Elementi di misure d'antenna. Elementi di regolamentazione per il dimensionamento in sicurezza dei sistemi di collegamento. Esperienze di laboratorio: camera anecoica, misura di guadagno di un'antenna, misura di diagramma di radiazione. [2 CFU]*

### **MATERIALE DIDATTICO**

*Si veda sito web del docente della materia*

### **MODALITÀ DI SVOLGIMENTO DELL'INSEGNAMENTO**

*Lezioni ed esercitazioni di laboratorio.*

### **VERIFICA DI APPRENDIMENTO E CRITERI DI VALUTAZIONE**

**Modalità di esame:**

<b>L'esame si articola in prova</b>	
<b>scritta e orale</b>	
<b>solo scritta</b>	
<b>solo orale</b>	X
<b>discussione di elaborato progettuale</b>	
<b>altro</b>	



## SCHEDA DELL'INSEGNAMENTO (SI)

"BASI DI DATI"

SSD ING-INF/05

DENOMINAZIONE DEL CORSO DI STUDIO:  
CORSO DI LAUREA IN INGEGNERIA ELETTRONICA

ANNO ACCADEMICO: 2022-23

### INFORMAZIONI GENERALI - DOCENTE

DOCENTE: VINCENZO MOSCATO  
TELEFONO: 081-7683835  
EMAIL: VINCENZO.MOSCATO@UNINA.IT

### INFORMAZIONI GENERALI - ATTIVITÀ

ANNO DI CORSO (I, II, III): III  
SEMESTRE (I, II): I  
CFU: 9

## INSEGNAMENTI PROPEDEUTICI (se previsti dall'Ordinamento del CdS)

Nessuna propedeuticità.

## EVENTUALI PREREQUISITI

Nessun prerequisito.

## OBIETTIVI FORMATIVI

*Il corso presenta le principali metodologie per la progettazione di una base di dati relazionale e le caratteristiche fondamentali delle tecnologie e delle architetture dei sistemi di basi di dati. A valle di questo modulo, i discenti dovranno avere acquisito concetti relativi alla modellazione dei dati nei sistemi software, alle caratteristiche di un sistema informativo ed informatico, alle caratteristiche di un sistema transazionale, all'uso di SQL (Structured Query Language) ed SQL immerso nei linguaggi di programmazione e alla organizzazione fisica di un sistema di basi di dati.*

## RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI (DESCRITTORI DI DUBLINO)

### Conoscenza e capacità di comprensione

*Il percorso formativo intende fornire agli studenti le conoscenze di base relative alle basi di dati relazionali, nonché quelle relative alle tecnologie ed alle architetture dei sistemi di basi di dati. In aggiunta, saranno forniti tutti gli strumenti metodologici e tecnologici a supporto della progettazione delle basi di dati relazionali e quelli per la loro gestione attraverso l'utilizzo del linguaggio SQL e dei software DBMS (DataBase Management System). In particolare, tali strumenti consentiranno agli studenti, da un lato, di sapere realizzare ed amministrare un sistema di basi di dati, dall'altro, di configurarlo nella maniera più opportuna per supportare le applicazioni che con esso interagiscono.*

### Capacità di applicare conoscenza e comprensione

*Il percorso formativo è orientato a trasmettere le capacità e gli strumenti metodologici ed operativi necessari ad applicare concretamente le conoscenze relative alle basi di dati relazionali ed al linguaggio SQL per la realizzazione e gestione di sistemi di basi di dati. In particolare, lo studente deve dimostrare di essere in grado di progettare, creare, popolare ed interrogare una base di dati relazionale, nonché di gestirne la messa in esercizio attraverso l'utilizzo di un DBMS.*

## PROGRAMMA-SYLLABUS

### Parte Prima: Le basi di dati relazionali (6 CFU)

- Sistemi informatici. I sistemi informativi e informatici. Basi di dati e sistemi di gestione (DBMS).
- Il modello relazionale. Relazioni e tabelle. Basi di dati e vincoli di integrità. Definizione dei dati in SQL.
- Il modello Entità Relazione. Progettazione di basi di dati. Entità, associazioni ed attributi. Progettazione concettuale ed esempi. Dallo schema concettuale allo schema relazionale. Revisione degli schemi. Traduzione nel modello logico.
- Il modello Entità Relazione Avanzato. Ereditarietà: superclassi e sottoclassi. Gerarchie di generalizzazione e specializzazione. Risoluzione delle gerarchie.
- Le operazioni. Operazioni insiemistiche. Modifica dello stato della base dei dati. Operazioni relazionali in forma procedurale e dichiarativa (SQL). Selezione, Proiezione, Join. Ridenominazione ed uso di variabili. Funzioni di aggregazione e di raggruppamento. Query insiemistiche e nidificate. Viste. Sintassi delle query SQL. La sintassi completa di Insert, Update e Delete.
- Forme Normali. Ridondanze e anomalie nella modifica di una relazione. Dipendenze funzionali. Vincoli e dipendenze funzionali; dipendenze complete. Le tre forme normali e le tecniche di decomposizione. La forma normale di Boice e Codd.
- SQL e linguaggi di programmazione. ODBC, JDBC, triggers.

### Parte Seconda: Tecnologia di un DBMS (3 CFU)

- Progettazione fisica di una base di dati. Organizzazione Fisica e gestione delle query. Strutture di Accesso.
- Gestore delle interrogazioni.
- Transazioni. Controllo di affidabilità e controllo di concorrenza.
- Tecnologia delle basi di dati distribuite. Basi di dati replicate.
- Cenni sulle basi di dati ad oggetti. Basi di dati direzionali.

## MATERIALE DIDATTICO

- Libro di testo:

- Chianese, Moscato, Picariello, Sansone. "Sistemi di basi di dati ed applicazioni". Apogeo Education-Maggioli Editore. Settembre 2015.
- Slides del corso e materiale integrativo

### MODALITÀ DI SVOLGIMENTO DELL'INSEGNAMENTO

*Il docente utilizzerà lezioni frontali per circa il 60% delle ore totali, ed in aggiunta esercitazioni al calcolatore, sia assistite sia personali, per approfondire praticamente gli aspetti teorici attraverso i tool introdotti, e seminari di approfondimento per le rimanenti ore. Il tutto sarà supportato da materiale didattico multimediale disponibile on-line.*

### VERIFICA DI APPRENDIMENTO E CRITERI DI VALUTAZIONE

#### c) Modalità di esame:

L'esame si articola in prova	
scritta e orale	
solo scritta	X
solo orale	
discussione di elaborato progettuale	X
altro	

In caso di prova scritta i quesiti sono (*)	A risposta multipla	
	A risposta libera	X
	Esercizi numerici	

(\*) È possibile rispondere a più opzioni

*La prova scritta contiene, oltre ad esercizi, anche quesiti di teoria.*

#### d) Modalità di valutazione:

*La prova scritta pesa circa il 90% sulla valutazione finale, mentre l'elaborato progettuale il 10%.*



## SCHEDA DELL'INSEGNAMENTO (SI)

### “FONDAMENTI CHIMICI DELLE TECNOLOGIE”

SSD CHIM/07

DENOMINAZIONE DEL CORSO DI STUDIO:  
CORSO DI LAUREA IN INGEGNERIA ELETTRONICA

ANNO ACCADEMICO: 2022-23

## INFORMAZIONI GENERALI - DOCENTE

DOCENTE: DA DEFINIRE

TELEFONO:

EMAIL:

## INFORMAZIONI GENERALI - ATTIVITÀ

ANNO DI CORSO: III

SEMESTRE: I

CFU: 9

## **INSEGNAMENTI PROPEDEUTICI (se previsti dall'Ordinamento del CdS)**

Nessuna propedeuticità.

## **EVENTUALI PREREQUISITI**

Nessun prerequisito.

## **OBIETTIVI FORMATIVI**

*Il corso permette di approfondire le conoscenze riguardanti la struttura della materia, le interazioni materia/energia radiante, origine ed applicazioni dell'energia nucleare e della radioattività, cinetica chimica ed elettrochimica con particolare attenzione a problematiche di interesse ingegneristico quali: le principali tecniche di indagine dei materiali, interpretazione delle proprietà (elettriche, meccaniche e magnetiche) dei materiali, materiali nano-strutturati, combustione e ossidazione a bassa ed alta temperatura.*

## **RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI (DESCRITTORI DI DUBLINO)**

### **Conoscenza e capacità di comprensione**

*Lo studente dovrà dimostrare di aver raggiunto un'adeguata conoscenza dei fenomeni chimici e elettrochimici di largo interesse ingegneristico.*

### **Capacità di applicare conoscenza e comprensione**

*Lo studente dovrà dimostrare di conoscere e quindi analizzare i parametri essenziali che controllano i fenomeni chimici che sono alla base delle tecnologie industriali.*

## **PROGRAMMA-SYLLABUS**

*[1 CFU] Origini della meccanica quantistica: teoria classica della radiazione e teoria dei fotoni. Interazioni tra materia ed energia radiante. Tecniche spettroscopiche. Tecnica della diffrazione dei raggi X. Struttura elettronica dell'atomo e legame chimico secondo la meccanica quantistica. Il legame chimico: teorie del legame di valenza e degli orbitali molecolari.*

*[2 CFU] Solidi cristallini ed amorfi. Curve di Condon-Morse; elasticità ed anelasticità. Genesi delle bande di valenza e di conduzione nei conduttori e semiconduttori, intrinseci e drogati; struttura delle bande ed effetto fotovoltaico. Difetti presenti nei cristalli (difetti di punto, di linea e di piano) ed influenza sulle proprietà elettriche e meccaniche. Chimica nucleare e radioattività ed applicazioni.*

*[2 CFU] Cinetica chimica. Equazioni cinetiche e meccanismi di reazione. Energia di attivazione. La catalisi. Elementi di chimica delle fiamme, limiti d'infiammabilità, curve di autoignizione. L'ossidazione. Celle galvaniche. Potenziali elettrochimici. Equazione di Nernst. Elettrolisi e metodi di deposizione elettrolitica: galvanostegia e galvanoplastica. Sensori elettrochimici. Misura delle costanti di equilibrio con metodi elettrochimici.*

*[1 CFU] Corrosione e passivazione dei metalli. Metodi elettrochimici utilizzati in metallurgia. Ferro, alluminio, rame e loro leghe.*

*[1 CFU] Tecnologie per la produzione e l'accumulo dell'energia. Pile ed accumulatori. Celle a combustibile.*

*[2 CFU] Chimica organica: idrocarburi, gruppi funzionali, classi di reazione. Stechiometria e termochimica delle reazioni di combustione: potere calorifico superiore e inferiore, aria teorica di combustione, temperatura teorica di combustione, perdite a camino, potenziale termico, analisi dei fumi. La distillazione del petrolio. Combustibili liquidi e solidi, lubrificanti. Polimeri sintetici e meccanismi di polimerizzazione. Compositi nano strutturati: opportunità e problematiche.*

## **MATERIALE DIDATTICO**

- *Materiale didattico distribuito a lezione.*
- *Martin S. Silberberg, Chimica, McGraw-Hill.*
- *Oxtoby, Gillis, Campion, Chimica Moderna Edises.*

## **MODALITÀ DI SVOLGIMENTO DELL'INSEGNAMENTO**

*Lezioni ed esercitazioni.*

## **VERIFICA DI APPRENDIMENTO E CRITERI DI VALUTAZIONE**

**a) Modalità di esame:**

L'esame si articola in prova	
scritta e orale	
solo scritta	
solo orale	X
discussione di elaborato progettuale	
Altro	

**b) Modalità di valutazione:**

*Il voto è formulato dalla Commissione d'Esame sulla base dell'adeguatezza delle risposte fornite dallo studente ai quesiti che gli sono stati formulati.*

*Il voto finale è, inoltre, opportunamente motivato allo studente.*



## SCHEMA DELL'INSEGNAMENTO (SI)

### "TRASMISSIONE DEL CALORE"

SSD ING-IND/10

DENOMINAZIONE DEL CORSO DI STUDIO:  
CORSO DI LAUREA IN INGEGNERIA ELETTRONICA

ANNO ACCADEMICO: 2022-23

## INFORMAZIONI GENERALI - DOCENTI

DOCENTE 1: GRECO ADRIANA (3 CFU E PRESIDENTE DI COMMISSIONE)

TELEFONO: 0817682289

EMAIL: ADRIANA.GRECO@UNINA.IT

DOCENTE 2: MASSELLI CLAUDIA (6 CFU)

TELEFONO: 0817682380

EMAIL: CLAUDIA.MASSELLI@UNINA.IT

## INFORMAZIONI GENERALI - ATTIVITÀ

INSEGNAMENTO INTEGRATO (EVENTUALE): /

ANNO DI CORSO (I, II, III): III

SEMESTRE (I, II): I

CFU: 9

## **INSEGNAMENTI PROPEDEUTICI (se previsti dall'Ordinamento del CdS)**

Nessuna propedeuticità.

## **EVENTUALI PREREQUISITI**

Conoscenze di fisica di base.

## **OBIETTIVI FORMATIVI**

*Il corso fornisce le conoscenze fondamentali ed i meccanismi di trasmissione del calore. Gli obiettivi del corso sono quelli di: insegnare i principi fondamentali e le leggi della trasmissione del calore e di applicare tali principi alla risoluzione di problemi pratici; formulare i modelli necessari a studiare, analizzare e progettare le apparecchiature di scambio termico; sviluppare la capacità di risolvere i problemi della trasmissione del calore avvalendosi dell'utilizzo di strumenti e di metodi propri di una formazione tecnica a largo spettro.*

## **RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI (DESCRITTORI DI DUBLINO)**

*Lo studente deve apprendere gli strumenti atti alla risoluzione di problemi pratici; formulare i modelli necessari a studiare, analizzare e progettare le apparecchiature di scambio termico; sviluppare la capacità di risolvere i problemi della trasmissione del calore avvalendosi dell'utilizzo di strumenti e di metodi propri di una formazione tecnica a largo spettro.*

### **Conoscenza e capacità di comprensione**

*Lo studente deve dimostrare di conoscere e saper comprendere le problematiche relative allo scambio termico in accordo ai tre meccanismi di trasmissione del calore.*

### **Capacità di applicare conoscenza e comprensione**

*Lo studente deve dimostrare di sapere formulare i modelli necessari a studiare, analizzare e progettare le apparecchiature di scambio termico*

## **PROGRAMMA-SYLLABUS**

Bilanci di massa ed energia per sistemi chiusi e aperti. Introduzione ai meccanismi di trasmissione del calore. Conduzione: Generalità; Regime stazionario monodimensionale; Sistemi alettati; Regime stazionario bidimensionale e tridimensionale; Regime non stazionario; Conduzione: metodi numerici per risolvere campi di temperatura stazionari e non stazionari. Irraggiamento: Generalità; Definizioni di base; Corpo nero; Corpo grigio; Caratteristiche radiative delle superfici; Scambio termico radiativo. Convezione: Introduzione. Equazioni di continuità, della quantità di moto, dell'energia. Convezione naturale e forzata. Il concetto di strato limite; Le equazioni fondamentali nello strato limite; Adimensionalizzazione delle equazioni fondamentali della convezione; Gruppi adimensionali per la convezione; Flusso esterno e interno; Regime laminare e turbolento. Correlazioni per la valutazione del coefficiente di scambio termico convettivo locale e medio. Meccanismi combinati. Scambiatori di calore. Raffreddamento dei componenti elettronici.

## **MATERIALE DIDATTICO**

- R. Mastrullo, P. Mazzei, V. Naso, R. Vanoli, *Fondamenti di Trasmissione del calore, volume I, Liguori editore, Seconda edizione, Napoli, 1991.*
- R. Mastrullo, P. Mazzei, V. Naso, R. Vanoli, *Fondamenti di Trasmissione del calore, volume II, Liguori editore, Seconda edizione, Napoli, 1982.*
- O. Manca, V. Naso, *Complementi di trasmissione del calore, EDISU Napoli I editore.*
- O. Manca, V. Naso, *Applicazioni di trasmissione del calore, EDISU Napoli I editore.*

## **MODALITÀ DI SVOLGIMENTO DELL'INSEGNAMENTO**

I docenti utilizzeranno: a) lezioni frontali per circa il 65% delle lezioni (45 ore); b) 27 ore saranno invece dedicate alle esercitazioni pratiche (esercizi) ed al calcolatore mediante l'utilizzo del software Matlab per la risoluzione di problemi con metodo ai volumi finiti.

## **VERIFICA DI APPRENDIMENTO E CRITERI DI VALUTAZIONE**

**a) Modalità di esame:**

L'esame si articola in prova	
scritta e orale	X
solo scritta	
solo orale	
discussione di elaborato progettuale	X
altro	

In caso di prova scritta i quesiti sono (*)	A risposta multipla	
	A risposta libera	
	Esercizi numerici	X

(\*) È possibile rispondere a più opzioni

È possibile sostenere la prova scritta (volta ad accertare le capacità dello studente di risolvere problemi di trasmissione del calore o basati su meccanismi combinati oppure su progettazione e verifica di uno scambiatore di calore) mediante il superamento di due prove intercorso (la prima a metà corso e la seconda alla fine dello stesso) oppure sostenere la prova completa in una delle sessioni di esame delle finestre di esami. Gli studenti inoltre risolveranno in gruppi, con l'ausilio del software Matlab, un problema di scambio termico applicano il metodo ai volumi finiti; i risultati ottenuti saranno oggetto di un elaborato che sarà presentato e discusso durante la prova orale. Durante la prova orale saranno inoltre accertate le conoscenze dello studente relativamente agli argomenti teorici alla base del corso. Il giudizio finale terrà conto di tutti questi aspetti.

**b) Modalità di valutazione:**

Il superamento della prova scritta è vincolante all'accesso alla prova orale.



## SCHEDA DELL'INSEGNAMENTO (SI)

### "FISICA DELLO STATO SOLIDO"

SSD FIS/03

DENOMINAZIONE DEL CORSO DI STUDIO:  
CORSO DI LAUREA IN INGEGNERIA ELETTRONICA

ANNO ACCADEMICO: 2022-23

## INFORMAZIONI GENERALI - DOCENTE

DOCENTE: ROBERTO DI CAPUA  
TELEFONO: 081/676915  
EMAIL: [ROBERTO.DICAPUA@UNINA.IT](mailto:ROBERTO.DICAPUA@UNINA.IT)

## INFORMAZIONI GENERALI - ATTIVITÀ

ANNO DI CORSO (I, II, III): III  
SEMESTRE (I, II): I  
CFU: 9

## **INSEGNAMENTI PROPEDEUTICI (se previsti dall'Ordinamento del CdS)**

Nessuna propedeuticità.

## **EVENTUALI PREREQUISITI**

Concetti fondamentali della Meccanica Classica, della Termodinamica e dell'Elettromagnetismo.

## **OBIETTIVI FORMATIVI**

Il corso intende fornire gli elementi di base della fisica dei solidi e dei relativi dispositivi con particolare riferimento alla fisica dei metalli, isolanti e semiconduttori, del magnetismo e della superconduttività.

## **RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI (DESCRITTORI DI DUBLINO)**

Descrivono quanto uno studente, in possesso di adeguata formazione iniziale, dovrebbe conoscere, comprendere ed essere in grado di fare al termine di un processo di apprendimento (conoscenze ed abilità). In particolare, i primi due descrittori ("Conoscenza e comprensione" e "Capacità di applicare conoscenza e comprensione") si riferiscono a conoscenze e competenze prettamente disciplinari e devono essere usati per indicare le conoscenze e competenze disciplinari specifiche del corso di studi che ogni studente del corso deve possedere nel momento in cui consegue il titolo.

Quanto declinato in questi campi è importante che sia coerente con quanto indicato nei quadri di sintesi presenti in Ordinamento.

### **Conoscenza e capacità di comprensione**

Al termine del processo di apprendimento, lo studente dovrà conoscere le nozioni fondamentali della fisica dei solidi, specificamente dei cristalli. Lo studente sarà in possesso degli strumenti metodologici per comprendere i meccanismi essenziali, dal punto di vista microscopico ed elettronico, della fisica dei metalli, dei semiconduttori, dei comportamenti magnetici, e dello stato superconduttivo. Il percorso formativo gli fornirà, inoltre, delle conoscenze di base della meccanica ondulatoria, della fisica atomica e dei legami interatomici, nonché dei principi di alcune tecniche di indagine dei solidi, che gli consentiranno di affrontare problematiche più specifiche della scienza dei materiali che potrebbe incontrare nel corso della sua carriera.

### **Capacità di applicare conoscenza e comprensione**

Al termine del percorso formativo, lo studente dovrà dimostrare di sapere applicare le nozioni sviluppate nel corso per risolvere problemi riguardanti la composizione cristallina dei solidi, le loro proprietà elettroniche, magnetiche, reticolari. Egli dovrà dimostrare di sapere interpretare le misure di determinate grandezze fisiche o i risultati di specifiche tecniche di misura alla luce di quanto illustrato durante il corso, per ricavare informazioni sulle principali caratteristiche di un materiale di interesse per l'elettronica.

### **Autonomia di giudizio, Abilità comunicative, Capacità di apprendimento**

Il percorso formativo è orientato a fornire agli studenti la capacità critica per riconoscere il livello di approssimazione utilizzato per la descrizione microscopica di talune proprietà dei solidi e l'ambito di applicabilità. Lo studente dovrà essere in grado di valutare il ruolo delle ipotesi adottate per lo sviluppo di un determinato modello della fisica dei solidi e dei materiali, e comprendere fino a che punto e in che limiti i risultati sono da considerarsi validi. Egli dovrà anche mostrare di sapere applicare determinati concetti illustrati nel corso a dispositivi e a strumenti di indagine di interesse per l'elettronica e per lo studio dei materiali. Gli studenti saranno in grado di approfondire autonomamente gli argomenti trattati.

## **PROGRAMMA-SYLLABUS**

Nozioni basilari di meccanica ondulatoria. Coesione nei solidi. Reticoli cristallini e reticolo reciproco; diffrazione dei raggi X. Modello di Sommerfeld per i metalli: densità degli stati e livello di Fermi; capacità termica elettronica; legge di Ohm e cammino libero medio; risposta a campi elettrici alternati e frequenza di plasma; effetti termoelettrici e potenziali di contatto. Vibrazioni reticolari: modello di Debye; fononi e capacità termica del reticolo; dipendenza dalla temperatura della conduttività dei metalli. Effetto di un potenziale periodico sugli elettroni di un cristallo; struttura a bande e gap di energia; massa efficace; concetto di lacuna. Semiconduttori: conduttività elettrica intrinseca; drogaggio ed effetto delle impurezze; legge di azione di massa; conduttività elettrica di semiconduttori drogati ed effetto Hall; giunzioni p-n. Proprietà magnetiche degli atomi e dei solidi: regole di Hund e stato fondamentale; paramagnetismo, ferromagnetismo, antiferromagnetismo; campo molecolare e modello di Weiss. Superconduttività: fenomenologia e teorie di London e Pippard; superconduttori di prima e seconda specie e teoria di Ginzburg-Landau; teoria BCS; materiali superconduttori, effetto Josephson. Applicazioni e tecniche di misura: microscopie a scansione di sonda ed elettroniche, tecniche di

diffrazione di elettroni (LEED e RHEED).

### MATERIALE DIDATTICO

- Ruggero Vaglio, "Elementi di Fisica dello Stato Solido per Ingegneria" Liguori Editore, seconda edizione.
- Dispense fornite dal docente su specifici argomenti
- Esempi di prove scritte di esame svolte e commentate dal docente

### MODALITÀ DI SVOLGIMENTO DELL'INSEGNAMENTO

Il docente utilizzerà: a) lezioni frontali per circa 54 ore (75% del totale); b) esercitazioni per circa 18 ore (25% del totale); c) materiale didattico (dispense ed esercizi di propria produzione) messo a disposizione degli studenti on-line.

### VERIFICA DI APPRENDIMENTO E CRITERI DI VALUTAZIONE

a) Modalità di esame:

L'esame si articola in prova	
scritta e orale	✓
solo scritta	
solo orale	
discussione di elaborato progettuale	
altro	

In caso di prova scritta i quesiti sono (*)	A risposta multipla	
	A risposta libera	✓
	Esercizi numerici	✓

(\*) È possibile rispondere a più opzioni

La prova scritta, propedeutica all'eventuale prova orale, è prevista al termine del corso.

b) Modalità di valutazione:

La prova scritta fornisce di per sé una valutazione dello studente: oltre ad esercizi numerici, in essa saranno presenti argomenti da sviluppare in risposte aperte. L'orale, subordinato all'esito positivo della prova scritta, potrà servire a modulare il voto conseguito con la prova scritta.



## SCHEDA DELL'INSEGNAMENTO (SI)

### "TELERILEVAMENTO E DIAGNOSTICA ELETTROMAGNETICA"

SSD ING-INF/02

DENOMINAZIONE DEL CORSO DI STUDIO:  
CORSO DI LAUREA IN INGEGNERIA ELETTRONICA

ANNO ACCADEMICO: 2022-23

## INFORMAZIONI GENERALI - DOCENTE

DOCENTE: DA DEFINIRE

TELEFONO:

EMAIL:

## INFORMAZIONI GENERALI - ATTIVITÀ

ANNO DI CORSO (I, II, III): III

SEMESTRE (I, II): II

CFU: 9

## **INSEGNAMENTI PROPEDEUTICI (se previsti dall'Ordinamento del CdS)**

*Campi Elettromagnetici e Circuiti*

### **EVENTUALI PREREQUISITI**

*Nessun prerequisito.*

### **OBIETTIVI FORMATIVI**

*Sono fornite le informazioni per l'uso ragionato dei dati del telerilevamento ambientale da satellite e da aereo da impiegarsi per l'osservazione della Terra e per esplorazioni interplanetarie. Sono presentati i sensori disponibili, è spiegata la logica delle elaborazioni dei dati telerilevati, sono illustrati gli schemi per l'ottenimento di informazioni a valore aggiunto. Per ogni sensore sono presentati i modelli elettromagnetici e gli schemi di elaborazione dei dati. Sono mostrate le tecniche per l'aggiornamento continuo delle informazioni sui sensori esistenti e per l'ottenimento dei dati telerilevati.*

### **RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI (DESCRITTORI DI DUBLINO)**

#### **Conoscenza e capacità di comprensione**

*Lo studente deve dimostrare di conoscere e saper comprendere le problematiche di base legate al telerilevamento attivo a microonde, ai principali modelli di diffusione elettromagnetica da superfici rugose, ai concetti di base dell'elaborazione di dati SAR. In tal senso il percorso formativo intende fornire agli studenti conoscenze e strumenti metodologici di base per analizzare sistemi di telerilevamento attivo e interpretare dati telerilevati a microonde.*

#### **Capacità di applicare conoscenza e comprensione**

*Lo studente deve dimostrare di essere in grado di utilizzare le conoscenze acquisite applicandole concretamente all'analisi di semplici sistemi di telerilevamento attivo e all'elaborazione di dati telerilevati SAR.*

### **PROGRAMMA-SYLLABUS**

*Radar ad Apertura Reale: segnali chirp e loro elaborazione, risoluzioni spaziali.*

*Radar ad Apertura Sintetica: risoluzioni spaziali e radiometriche, focalizzazione ed elaborazione dei dati. Distorsioni geometriche dei dati telerilevati, creazione di dati per sistemi informativi geografici. Modelli elettromagnetici per fading e speckle, tecniche di multilook.*

*Interferometria radar: principi e schemi di elaborazione dei dati; cause e modelli di decorrelazione. Interferometria differenziale.*

*Principali modelli di diffusione elettromagnetica e loro interpretazione: modelli geometrici ed elettromagnetici di superfici aleatorie; approssimazione di Kirchhoff, soluzioni di Ottica Fisica e Ottica Geometrica per superfici rugose deterministiche ed aleatorie, limiti di validità. Modelli per superfici marine. Diffusione elettromagnetica da superfici marine.*

*Altimetri: principi di funzionamento, applicazioni per lo studio del mare e dei ghiacci.*

*Scatterometri: principi di funzionamento, applicazioni alla terra ed al mare, stima dei venti.*

*Telerilevamento da satellite dell'ambiente terrestre: applicazioni al suolo, mare, ghiacci, aree urbane. Telerilevamento per esplorazioni interplanetarie. Integrazione di dati telerilevati. Analisi di dati telerilevati delle agenzie spaziali: ASI, ESA, NASA. Missioni: ERS, ENVISAT, SIR, CASSINI.*

*Elaborazione di dati telerilevati. Si adopera il laboratorio virtuale messo a disposizione dall'Agenzia Spaziale Europea (ESA) che consiste in elaboratori virtuali ad altissima capacità e velocità, software ESA della categoria SNAP, dati SAR dall'Open Hub di ESA. Il tutto è operabile dagli studenti anche direttamente sui propri PC. Le principali attività riguardano: visualizzazione immagini, filtraggio dello speckle, interferometria, applicazioni SAR marine, elaborazione e visualizzazione di dati SAR multitemporali. L'elaborazione dei dati conduce ad una relazione che può essere oggetto di discussione all'esame.*

### **MATERIALE DIDATTICO**

*Si veda sito docente del titolare dell'insegnamento.*

### **MODALITÀ DI SVOLGIMENTO DELL'INSEGNAMENTO**

*Lezioni frontali (67%) ed esercitazioni (33%).*

### **VERIFICA DI APPRENDIMENTO E CRITERI DI VALUTAZIONE**

**Modalità di esame:**

<b>L'esame si articola in prova</b>	
<b>scritta e orale</b>	
<b>solo scritta</b>	
<b>solo orale</b>	X
<b>discussione di elaborato progettuale</b>	
<b>altro</b>	



## SCHEDA DELL'INSEGNAMENTO (SI)

### "RETI DI CALCOLATORI"

SSD ING-INF/05

DENOMINAZIONE DEL CORSO DI STUDIO:  
CORSO DI LAUREA IN INGEGNERIA ELETTRONICA

ANNO ACCADEMICO: 2022-23

## INFORMAZIONI GENERALI - DOCENTE

DOCENTE: DA DEFINIRE

TELEFONO:

EMAIL:

## INFORMAZIONI GENERALI - ATTIVITÀ

ANNO DI CORSO (I, II, III): III

SEMESTRE (I, II): I

CFU: 9

## **INSEGNAMENTI PROPEDEUTICI (se previsti dall'Ordinamento del CdS)**

Nessuna propedeuticità.

## **EVENTUALI PREREQUISITI**

Nessun prerequisito.

## **OBIETTIVI FORMATIVI**

Scopo del corso è fornire le prime nozioni teoriche e le necessarie competenze operative sulle reti di calcolatori ed in generale sulle reti di comunicazione a commutazione di pacchetto. Il corso si sviluppa seguendo un approccio top-down, favorendo quindi una visione in primo luogo applicativa delle moderne tecnologie telematiche, per arrivare poi alla presentazione delle tecnologie software e hardware alla base della realizzazione degli impianti telematici. Gli obiettivi formativi principali sono: la conoscenza delle esigenze di comunicazione nelle moderne applicazioni informatiche e telematiche; le caratteristiche delle tecnologie di comunicazione a commutazione di pacchetto; i modelli di base per la progettazione di una rete di calcolatori; le caratteristiche base dell'architettura TCP/IP e di Internet; le principali tecnologie ad oggi in uso nelle reti locali sia cablate che wireless; i problemi base legati alla gestione in sicurezza delle reti e dei sistemi telematici; le competenze base per la programmazione distribuita basata sul modello client/server; una adeguata operatività nella configurazione base di semplici sistemi di rete basati sulla architettura TCP/IP; la capacità di utilizzare semplici strumenti per il monitoraggio, la gestione e la configurazione di reti di calcolatori.

## **RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI (DESCRITTORI DI DUBLINO)**

### **Conoscenza e capacità di comprensione**

Lo studente deve dimostrare di conoscere i concetti fondamentali che ispirano il progetto dei vari livelli di un sistema di rete. In particolare, lo studente deve dimostrare comprensione e capacità di descrizione dei protocolli di comunicazione descritti nel corso e capacità di comprendere vantaggi, limiti e tradeoff delle tecnologie e dei protocolli studiati.

### **Capacità di applicare conoscenza e comprensione**

Lo studente deve dimostrare di saper applicare le tecniche e le conoscenze apprese per la soluzione di semplici problemi di configurazione di rete, analisi di protocolli e di tracce di traffico di rete. Lo studente, inoltre, deve dimostrare di aver acquisito la capacità di utilizzare semplici strumenti software per la analisi delle reti e per la simulazione di sistemi di rete.

## **PROGRAMMA-SYLLABUS**

Parte I – Concetti generali.

Reti di calcolatori e servizi di rete. Architetture a strati delle reti di calcolatori. Il modello ISO/OSI. Le reti a commutazione di pacchetto. Protocolli di comunicazione. Qualità del Servizio nelle reti a commutazione di pacchetto. Reti a datagrammi e reti a circuiti virtuali. Lo stack protocollare TCP/IP e l'IETF.

Parte II - Lo strato applicazione.

Caratteristiche dei protocolli applicativi. Il paradigma client/server. Protocolli HTTP, FTP, SMTP. Il sistema DNS. Il paradigma peer-to-peer. Sviluppo di software distribuito e la socket API e suo utilizzo nei linguaggi C e Python.

Parte III - Lo strato trasporto.

Tecniche per la trasmissione affidabile end-to-end. Go-back-N e Selective Repeat. Tecniche end-to-end per controllo di errore, di flusso e di congestione. I protocolli TCP, UDP ed RTP. Controllo di congestione in TCP. Fairness. Checksum.

Parte IV - Lo strato rete.

Il protocollo IP. Gestione dell'Indirizzamento in reti IP. Subnetting. NAT. Il protocollo IPv6. Routing unicast e multicast in ambiente intra-domain. Routing distance-vector e link-state. I protocolli RIP ed OSPF. Routing gerarchico in Internet. Autonomous System. Cenni al routing inter-domain. Internet Exchange Points. Relazioni tra Autonomous Systems.

Parte V - Reti LAN.

Tecniche di accesso a mezzo condiviso in ambito LAN. Aloha. CSMA/CD. La tecnologia Ethernet e sua evoluzione.

Interconnessione di LAN: bridging e switching. VLAN. Sistemi di cablaggio strutturato. Collegamento di LAN in rete geografica: tecnologie di accesso. Gestione di Reti Locali: indirizzamento, servizi NAT e DHCP, servizi VLAN. Reti wireless LAN e PAN: tecnologie 802.11 e Bluetooth.

Parte VI - Tecniche per la comunicazione sicura in rete.

Tecniche crittografiche. Funzioni hash crittografiche. Firma digitale.

Parte VII – Attività esercitative

Configurazione di una rete TCP/IP. Uso di un simulatore/emulatore di rete. Il monitoring della rete. Strumenti software per l'analisi delle reti. Analisi di tracce di traffico di rete.

## MATERIALE DIDATTICO

- J. Kurose, K. Ross - Reti di calcolatori e Internet. Un approccio top-down. (7a ed.) - Pearson 2017
- Lucidi delle lezioni

## MODALITÀ DI SVOLGIMENTO DELL'INSEGNAMENTO

Il corso consiste di: a) lezioni frontali per circa l'80% delle ore totali; b) esercitazioni pratiche per il rimanente 20%.

## VERIFICA DI APPRENDIMENTO E CRITERI DI VALUTAZIONE

a) Modalità di esame:

L'esame si articola in prova	
scritta e orale	X
solo scritta	
solo orale	
discussione di elaborato progettuale	
altro	

In caso di prova scritta i quesiti sono (*)	A risposta multipla	X
	A risposta libera	
	Esercizi numerici	

(\*) È possibile rispondere a più opzioni

L'esame consiste di una prova scritta ed una prova orale.

b) Modalità di valutazione:

L'esito della prova scritta è vincolante ai fini dell'accesso alla prova orale.



## SCHEDA DELL'INSEGNAMENTO (SI)

### "COMPUTER SYSTEMS DESIGN"

SSD ING-INF/05

DENOMINAZIONE DEL CORSO DI STUDIO:  
CORSO DI LAUREA IN INGEGNERIA ELETTRONICA

ANNO ACCADEMICO: 2022-2023

## INFORMAZIONI GENERALI - DOCENTE

DOCENTE: NICOLA MAZZOCCA  
TELEFONO:  
EMAIL: [NICOLA.MAZZOCCA@UNINA.IT](mailto:NICOLA.MAZZOCCA@UNINA.IT)

## INFORMAZIONI GENERALI - ATTIVITÀ

ANNO DI CORSO (I, II, III): III  
SEMESTRE (I, II): II  
CFU: 9

## INSEGNAMENTI PROPEDEUTICI (se previsti dall'Ordinamento del CdS)

Nessuna propedeuticità.

## EVENTUALI PREREQUISITI

Conoscenza dell'architettura di un calcolatore, dei sistemi operativi e delle reti di comunicazione.

## OBIETTIVI FORMATIVI

Il corso si pone l'obiettivo di fornire gli elementi metodologici, progettuali e tecnologici per la realizzazione di sistemi di elaborazione con riferimento alle architetture pipelined, multi-computer, multi-processore, multi-core e multi-threading. Il corso affronta inoltre il funzionamento e dimensionamento dei sistemi di memoria gerarchici, il progetto e la programmazione delle unità di I/O (parallele, seriali, DMA e PIC) con i relativi protocolli di comunicazione, e le problematiche di implementazione dei meccanismi di base per la virtualizzazione delle risorse hardware (meccanismi di gestione dei processi, macchine virtuali e hypervisor). Il corso presenta, infine, le principali tecniche per la realizzazione di sistemi pervasivi, autonomi, IoT e di edge computing, nonché le architetture cloud.

La parte applicativa del corso è dedicata al progetto di driver di I/O e allo sviluppo di sistemi operanti in ambito industriale. Le attività vengono svolte con riferimento ad applicazioni sviluppate e valutate sperimentalmente mediante architetture che prevedono l'impiego di nodi di elaborazione dotati di processori RISC e di diversi dispositivi di I/O opportunamente configurabili.

Con riferimento agli aspetti tecnologici, sono illustrate le architetture di sistemi commerciali per l'implementazione di applicazioni industriali basate su System on Chip o su nodi di elaborazione ottenuti per integrazione di componenti configurabili.

## RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI (DESCRITTORI DI DUBLINO)

### Conoscenza e capacità di comprensione

Lo studente deve dimostrare di conoscere e comprendere le problematiche relative al progetto di sistemi di elaborazione, con particolare riferimento alla gestione degli hazard derivanti dall'impiego di tecniche di parallelismo interno ed esterno per l'aumento delle prestazioni, al dimensionamento delle memorie, e all'orchestrazione di diversi sottosistemi operanti in concorrenza fra loro e comunicanti mediante diverse interfacce di I/O.

Deve inoltre dimostrare di saper individuare, fra i diversi approcci presentati al corso, quelli che meglio si adattano a specifiche applicazioni o condizioni operative.

### Capacità di applicare conoscenza e comprensione

Lo studente deve dimostrare di essere in grado di progettare e sviluppare il software di base (driver assembly) necessario per consentire la comunicazione fra diversi sottosistemi mediante i dispositivi di I/O presentati al corso, anche in presenza di accessi concorrenti a dati comuni, nonché di scheduler per la gestione della concorrenza. Deve inoltre essere in grado di completare il ciclo di sviluppo di applicazioni di media complessità, che richiedano l'utilizzo di uno o più nodi di elaborazione, di diversi dispositivi di I/O, di sensori/attuatori, sui dispositivi hardware in dotazione.

## PROGRAMMA-SYLLABUS

**Richiami ed approfondimenti sui sistemi di elaborazione:** Sistemi general purpose ed embedded. Processori RISC e CISC. Unità di controllo cablata e microprogrammata. Meccanismi di gestione delle interruzioni. Introduzione al parallelismo e al pipelining. Richiami sul processore Motorola 68000. Il processore MIPS: modello di programmazione e pipeline. Il processore ARM. Architetture e applicazioni dei DSP.

**Pipelining e hazard:** Tecniche di gestione dei conflitti sui dati, dei salti e delle interruzioni in una architettura pipelined. Architetture superscalari.

**Sistemi multiprocessore e multicomputer:** Architetture parallele, speed up ed efficienza. Algoritmi per la coerenza della memoria.

**Periferiche di I/O e driver:** Architettura e funzionamento di periferiche parallele, seriali, DMA e PIC, e sviluppo di driver per la loro programmazione.

**La gerarchia della memoria:** Architettura, indirizzamento e dimensionamento di una cache. Memoria virtuale. Memorie statiche e dinamiche.

**Bus e reti di interconnessione:** I bus di sistema. Protocolli di comunicazione. Reti di interconnessione: switch multistadio.

**Progetto e sviluppo di sistemi basati su microcontrollori:** Principi di progetto di sistemi di elaborazione per applicazioni industriali basati su microcontrollori. Architetture e impiego dei System on a Chip (SoC). Dispositivi commerciali e industriali programmabili. Ambienti di progettazione, di simulazione e analisi di sistemi di elaborazione.

**Virtualizzazione e cloud computing.** Tecniche di virtualizzazione e hypervisor. Introduzione ai sistemi cloud: modelli di servizio e applicazioni.

**IoT/Edge computing.** Architetture e applicazioni di sistemi IoT e di edge computing. Sviluppo di sistemi edge di tipo commerciale e integrazione di reti di sensori.

## MATERIALE DIDATTICO

- Libro di testo: Conte, Mazzeo, Mazzocca, Prinetto. *Architettura dei calcolatori*. Edizioni CittàStudi. 2014. ISBN: 9788825173642.
- Dispense e presentazioni fornite dai docenti relative ad argomenti teorici e applicativi trattati al corso.
- Manuali e datasheet dei dispositivi utilizzati per l'implementazione delle applicazioni.

## MODALITÀ DI SVOLGIMENTO DELL'INSEGNAMENTO

Il corso prevede circa il 70% di lezioni frontali in cui vengono affrontati gli argomenti teorici, mentre il restante 30% è riservato a lezioni pratiche ed esercitazioni riguardanti lo sviluppo di driver di I/O e l'utilizzo degli ambienti di sviluppo.

La parte applicativa del corso si avvale di strumenti di sviluppo professionali di cui è disponibile una licenza ad uso gratuito e di board di sviluppo (dotate di un microcontrollore ARM e di diversi dispositivi di I/O) che vengono distribuiti agli studenti per l'implementazione dei propri progetti.

## VERIFICA DI APPRENDIMENTO E CRITERI DI VALUTAZIONE

Modalità di esame:

L'esame si articola in prova	
scritta e orale	x
solo scritta	
solo orale	
discussione di elaborato progettuale	x
altro	

In caso di prova scritta i quesiti sono (*)	A risposta multipla	
	A risposta libera	x
	Esercizi numerici	

(\*) È possibile rispondere a più opzioni

La verifica dell'apprendimento prevede una prova scritta consistente in esercizi di progetto di sistemi basati su dispositivi di I/O e una prova orale orientata alla verifica della comprensione dei concetti teorici del corso e alla discussione degli esercizi implementati su board di sviluppo.