Università degli Studi di Napoli Federico II

# CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN INGEGNERIA ELETTRONICA

**Classe delle Lauree Magistrali in Ingegneria Elettronica LM-29**

*Scuola Politecnica e delle Scienze di Base*

*Dipartimento di Ingegneria Elettrica e delle Tecnologie dell'Informazione*
*DIETI*

*Guida dello Studente*
Anno Accademico 2026/2027

# Generalità sul Corso di Laurea Magistrale

## Il percorso formativo in breve

Il Corso di Laurea (CdL) Magistrale in Ingegneria Elettronica si rivolge principalmente a laureati di primo livello del settore dell'Informazione con particolare indicazione e naturale prosecuzione per quelli provenienti dalla medesima classe dell'Ingegneria dell'Informazione L-8. Si prevede che anche studenti provenienti da percorsi culturali affini possano, avendo colmato eventuali debiti culturali in ingresso, intraprendere il percorso formativo.

Gli obiettivi del corso sono principalmente quelli di formare figure professionali che possano dare il loro contributo nel campo del trattamento elettronico dei segnali, dell'elettronica dei sistemi digitali e dell'elettronica di potenza. La figura professionale che si intende formare è quella di un laureato di alto livello che guarda contemporanemanete alle tecnologie del futuro e alle necessità correnti dell'industria elettronica. Il laureato magistrale si colloca come esperto dei singoli costituenti dei circuiti elettronici, da cui dipende in modo critico la spinta innovativa, ma con una solida competenza anche a livello di sistema, da cui dipende la capacità di traduzione in applicazioni dei sistemi elettronici analogici e digitali quali parti indivisibili di una catena di regolazione, ottimizzazione e supporto ai processi industriali.

A questo fine il percorso formativo è stato progettato considerando che l'ingegnere elettronico conosca le tecnologie dei dispositivi elettronici a semiconduttore e le metodologie finalizzate all'innovazione dei processi produttivi e all'ottimizzazione delle applicazioni proprie dell'ingegneria elettronica, ma ha anche la capacità di progettare e gestire sistemi e servizi nel settore delle amministrazioni pubbliche e delle imprese private.

L'ingegnere elettronico magistrale è dunque preparato ad affrontare gli aspetti scientifici specifici dell'ingegneria moderna che, sempre più interdisciplinari, richiedono la conoscenza di dispositivi, sistemi e metodi basati su una tecnologia e una comprensione scientifica d'avanguardia oltre la padronanza delle relative metodologie di analisi e realizzazione.

Per raggiungere questi obiettivi si prevede un ampio intervallo di crediti formativi universitari (CFU) sia per le attività formative caratterizzanti che per le attività formative affini o integrative.

Inoltre, il CdL Magistrale ha in attivo un percorso formativo finalizzato al rilascio di un doppio titolo universitario (*Double Degree*), la "Laurea Magistrale in Ingegneria Elettronica", rilasciata dall'Università degli Studi di Napoli Federico II e la "Magister inzynier na kierunku Elektronika i Telekomunikacja", rilasciata dalla *Lodz University of Technology, Polonia.* I criteri per l'accesso al percorso formativo previsto dal doppio titolo universitario, il periodo di svolgimento delle attività didattiche all'estero e la tabella di corrispondenza delle attività formative sono reperibili al link Double Degree.

## Sbocchi occupazionali

I laureati magistrali in Ingegneria Elettronica trovano occupazione presso imprese elettroniche, elettromeccaniche, automobilistiche, aeronautiche e spaziali che potranno impiegare queste figure professionali sia nei reparti di progettazione, di produzione e di collaudo sia in qualità di tecnici esperti di apparati complessi. I laureati potranno inoltre essere impiegati nei laboratori di misura, di diagnostica e di certificazione degli apparati e degli impianti.

Inoltre la figura dell'ingegnere elettronico magistrale è collegata al campo delle ricerche innovative, ovvero nell'applicare le conoscenze esistenti in materia di elettronica, di proprietà elettroniche dei materiali e in materia di telecomunicazioni con la finalità di disegnare, progettare, controllare funzionalmente sistemi, apparati, circuiti e componenti elettronici per usi commerciali, industriali o scientifici.

Possedere una Laurea Magistrale in Ingegneria Elettronica dà accesso al percorso di doppia laurea magistrale interna con il Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Biomedica. Maggiori informazioni sono fornite al link Doppia Laurea Elettronica-Biomedica.

# Conoscenze richieste per l'Accesso

## Termini e modalità di ammissione

Per l'iscrizione al CdL Magistrale in Ingegneria Elettronica sono previsti, in ottemperanza all'art. 6 comma 2 del DM 270/04, specifici criteri di accesso riguardanti il possesso di requisiti curriculari e la verifica obbligatoria dell'adeguatezza della personale preparazione dello studente. Detti requisiti prevedono, tra l'altro, la documentata capacità di utilizzare correttamente, in forma scritta e orale, almeno una lingua dell'Unione Europea oltre l'italiano, con riferimento anche ai lessici disciplinari.

In relazione alla verifica curriculare, l'esito è positivo per gli studenti con titolo triennale nella classe L-8. Per gli altri studenti si prevede che la sottocommissione *Piani di studi, requisiti di accesso ed equipollenza* proceda all'analisi puntuale del curriculum universitario e dei programmi degli insegnamenti seguiti nella carriera pregressa e ne riconosca, in tutto o in parte, i crediti formativi equiparabili alle conoscenze disciplinari ritenute indispensabili per l'accesso al CdL Magistrale in Ingegneria Elettronica.

Sulla verifica curriculare, in questi casi, delibera la *commissione di coordinamento didattico* (CCD), esprimendosi anche sulla idoneità dei titoli conseguiti all'estero. Eventualmente, laddove si riscontrino lacune disciplinari, la CCD può prevedere un'integrazione curriculare, ottenibile mediante l'iscrizione a corsi singoli, secondo quanto previsto dall'*Art. 19 del Regolamento Didattico di Ateneo e dall'Art. 1 del "Regolamento di Ateneo per l'iscrizione ai singoli corsi di insegnamento attivati nell'ambito del CdS"*. Gli studenti possono presentare istanza di prevalutazione della carriera anche antecedentemente al conseguimento del titolo di laurea triennale, purché accompagnata da documentata evidenza del proprio piano di studi.

L'esito positivo della verifica curriculare richiede, altresì, la documentata capacità di utilizzare correttamente, in forma scritta e orale, almeno una lingua dell'Unione Europea oltre l'italiano, con riferimento anche ai lessici disciplinari. Pertanto, la verifica richiede che lo studente abbia acquisito almeno 3 CFU di lingua inglese, o altra lingua dell'Unione Europea, nella pregressa carriera universitaria ovvero che sia in possesso di un certificato di conoscenza della lingua inglese o di altra lingua dell'Unione Europea, oltre l'italiano, almeno di livello B1 secondo il *Common European Framework of Reference for Languages*, rilasciato da un ente certificatore riconosciuto dal MUR.

## Verifica della personale preparazione

In relazione alla verifica della personale preparazione, la sottocommissione opera secondo le seguenti modalità:

- la verifica della personale preparazione ha esito positivo nel caso di studenti provenienti dalla Classe di Laurea L-8 per i quali siano soddisfatti i criteri definiti dalla delibera della Scuola Politecnica e delle Scienze di Base (SPSB) n. 176/2015. In particolare, la media delle votazioni conseguite negli esami di profitto per il conseguimento del titolo di Laurea, pesate sulla base delle relative consistenze in CFU, sia non inferiore a 24/30, indipendentemente dalle tempistiche necessarie allo studente per il conseguimento del titolo di Laurea Triennale e indipendentemente dall'Ateneo nel quale tale titolo è stato conseguito.
- negli altri casi, gli studenti vengono convocati da una Sottocommissione, la quale, sulla base delle risultanze di un primo colloquio, può ritenere adeguata la personale preparazione dello studente oppure convocare lo studente per un secondo colloquio su argomenti specifici. Successivamente la Sottocommissione propone alla CCD, che delibera in merito, l'ammissione o la non ammissione dello studente al CdL Magistrale in Ingegneria Elettronica.

Per maggiori informazioni è possibile contattare il coordinatore del corso di studi prof. Michele Riccio tramite l'indirizzo email michele.riccio@unina.it.

**ACCEDI A SEGREPASS PER L'IMMATRICOLAZIONE**

https://www.segrepass1.unina.it/Welcome.do

# MANIFESTO DEGLI STUDI A.A. 2026-2027

**Classe delle Lauree Magistrali in Ingegneria Elettronica – LM-29**

## LEGENDA

**Tipologia di Attività Formativa (TAF):**

B = Caratterizzanti C = Affini o integrative D = Attività a scelta E = Prova finale
F = Ulteriori attività formative

| I Anno | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Insegnamento o attività formativa** | Sem | SSD | CFU | Ore | Tipologia attività | TAF | Ambito disciplinare | Obbligatorio/ a scelta |
| Architettura dei Sistemi Integrati | 1 | IINF-01/A | 9 | 72 | Lezione frontale | B | Ingegneria Elettronica | Obbligatorio |
| Misure Elettroniche | 1 | IMIS-01/B | 9 | 72 | Lezione frontale | B | Ingegneria Elettronica | Obbligatorio |
| Insegnamento da Tabella A | 1 | – | 9 | 72 | Lezione frontale | C | Attività formative affini o integrative | A scelta |
| Microelettronica | 2 | IINF-01/A | 9 | 72 | Lezione frontale | B | Ingegneria Elettronica | Obbligatorio |
| Ottica e Iperfrequenze | 2 | IINF-02/A | 9 | 72 | Lezione frontale | B | Ingegneria Elettronica | Obbligatorio |
| Insegnamento da Tabella B | 2 | – | 9 | 72 | Lezione frontale | B | Ingegneria Elettronica | A scelta |

| II Anno | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Insegnamento o attività formativa** | Sem | SSD | CFU | Ore | Tipologia attività | TAF | Ambito disciplinare | Obbligatorio/ a scelta |
| Design of Electronic Circuits and Systems | 1 | IINF-01/A | 9 | 72 | Lezione frontale | B | Ingegneria Elettronica | Obbligatorio |
| Insegnamento da Tabella C | 1 | IINF-01/A | 9 | 72 | Lezione frontale | B | Ingegneria Elettronica | A scelta |
| Insegnamento da Tabella C | 1 | IINF-01/A | 9 | 72 | Lezione frontale | B | Ingegneria Elettronica | A scelta |
| Insegnamento da Tabella D* | 1/2 | – | 9 | 72 | Lezione frontale | C | Attività formative affini o integrative | A scelta |
| Insegnamento a scelta autonoma dello studente* | 1/2 | – | 9 | 72 | Lezione frontale | D | Attività a scelta dello studente | A scelta |
| Lingua inglese livello B2** | – | Inglese B2 | 3 | 75 | – | F | Ulteriori attività formative | Obbligatorio |
| Stages e tirocini*** | – | – | 6 | 150 | – | F | Ulteriori attività formative | Obbligatorio |
| Prova finale | – | – | 12 | – | – | E | Prova finale | Obbligatorio |

* *L'insegnamento della Tabella D e l'attività formativa a scelta autonoma possono essere anticipati al primo anno.*

** *Le ulteriori conoscenze linguistiche possono essere acquisite mediante assessment curato dal Centro Linguistico di Ateneo oppure mediante presentazione di una certificazione rilasciata da un ente certificatore riconosciuto dal MUR.*

*** *Il tirocinio può essere svolto extramoenia, presso centri di ricerca o altri enti pubblici o privati, italiani o esteri, convenzionati con l'Università, oppure intramoenia, presso laboratori di ricerca dell'Ateneo.*

## Tabella A: Attività formative affini o integrative

| **Insegnamento** | Sem | SSD | CFU | Ore | Tipologia attività | TAF | Ambito disciplinare |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Trasmissione del Calore | 1 | IIND-07/A | 9 | 72 | Lezione frontale | C | Attività formative affini o integrative |
| Fisica dello Stato Solido | 1 | PHYS-03/A | 9 | 72 | Lezione frontale | C | Attività formative affini o integrative |
| Real and Functional Analysis | 1 | MATH-03/A | 9 | 72 | Lezione frontale | C | Attività formative affini o integrative |
| Controlli automatici | 1 | IINF-04/A | 9 | 72 | Lezione frontale | C | Attività formative affini o integrative |
| Quantum Circuit Electrodynamics and Quantum Devices | 1 | IIET-01/A | 9 | 72 | Lezione frontale | C | Attività formative affini o integrative |
| Teoria dell'Informazione | 1 | IINF-03/A | 9 | 72 | Lezione frontale | C | Attività formative affini o integrative |

## Tabella B: Attività formative dell'ambito Ingegneria Elettronica

| **Insegnamento** | Sem | SSD | CFU | Ore | Tipologia attività | TAF | Ambito disciplinare |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Componenti e circuiti ottici | 2 | IINF-02/A | 9 | 72 | Lezione frontale | B | Ingegneria Elettronica |
| Misure a Microonde ed Onde Millimetriche | 2 | IINF-02/A | 9 | 72 | Lezione frontale | B | Ingegneria Elettronica |
| Progetti di Sistemi di Telerilevamento | 2 | IINF-02/A | 9 | 72 | Lezione frontale | B | Ingegneria Elettronica |
| Misure per la compatibilità elettromagnetica | 2 | IMIS-01/B | 9 | 72 | Lezione frontale | B | Ingegneria Elettronica |
| Sensori e Trasduttori di Misura | 2 | IMIS-01/B | 9 | 72 | Lezione frontale | B | Ingegneria Elettronica |
| Misure su sistemi digitali ad alta velocità | 2 | IMIS-01/B | 9 | 72 | Lezione frontale | B | Ingegneria Elettronica |

## Tabella C: Attività formative dell'ambito Ingegneria Elettronica

| **Insegnamento** | Sem | SSD | CFU | Ore | Tipologia attività | TAF | Ambito disciplinare |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Integrated Photonics | 1 | IINF-01/A | 9 | 72 | Lezione frontale | B | Ingegneria Elettronica |
| Circuiti per DSP | 1 | IINF-01/A | 9 | 72 | Lezione frontale | B | Ingegneria Elettronica |
| Sensors and Microsystems | 1 | IINF-01/A | 9 | 72 | Lezione frontale | B | Ingegneria Elettronica |
| Power Devices and Circuits | 1 | IINF-01/A | 9 | 72 | Lezione frontale | B | Ingegneria Elettronica |
| Dispositivi e Sistemi Fotovoltaici | 1 | IINF-01/A | 9 | 72 | Lezione frontale | B | Ingegneria Elettronica |
| System on Chip | 1 | IINF-01/A | 9 | 72 | Lezione frontale | B | Ingegneria Elettronica |
| Progettazione dei Circuiti Integrati Analogici | 1 | IINF-01/A | 9 | 72 | Lezione frontale | B | Ingegneria Elettronica |

### Tabella D: Attività formative affini o integrative

| Insegnamento | Sem | SSD | CFU | Ore | Tipologia attività | TAF | Ambito disciplinare |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Reti elettriche complesse e simulazione circuitale | 1 | IIET-01/A | 9 | 72 | Lezione frontale | C | Attività formative affini o integrative |
| Modelli Numerici per Campi, Circuiti e Sistemi | 1 | IIET-01/A | 9 | 72 | Lezione frontale | C | Attività formative affini o integrative |
| Sistemi Elettrici per le fonti rinnovabili | 2 | IIET-03/A | 9 | 72 | Lezione frontale | C | Attività formative affini o integrative |
| Trasmissione Digitale | 2 | IINF-03/A | 9 | 72 | Lezione frontale | C | Attività formative affini o integrative |
| Elaborazione di Segnali Multimediali | 2 | IINF-03/A | 9 | 72 | Lezione frontale | C | Attività formative affini o integrative |
| Sistemi Operativi | 1 | IINF-05/A | 9 | 72 | Lezione frontale | C | Attività formative affini o integrative |
| Architettura e Progetto di Calcolatori | 2 | IINF-05/A | 9 | 72 | Lezione frontale | C | Attività formative affini o integrative |
| Laboratorio di programmazione | 1 | IINF-05/A | 9 | 72 | Lezione frontale | C | Attività formative affini o integrative |
| Elettronica con materiali non convenzionali | 2 | PHYS-03/A | 9 | 72 | Lezione frontale | C | Attività formative affini o integrative |
| Scienza e tecnologia delle onde TeraHertz | 1 | PHYS-03/A | 9 | 72 | Lezione frontale | C | Attività formative affini o integrative |
| Elettronica Industriale di Potenza | 1 | IIND-08/A | 9 | 72 | Lezione frontale | C | Attività formative affini o integrative |
| Avionica | 2 | IIND-01/E | 9 | 72 | Lezione frontale | C | Attività formative affini o integrative |

*Gli insegnamenti eventualmente già prescelti dallo studente nel corso di laurea di primo livello non possono essere nuovamente selezionati.*

### Tabella E: Attività formative per le scelte autonome

*Per la scelta autonoma lo studente ha libertà di scelta tra tutti gli insegnamenti attivati presso l'Ateneo, purché coerenti con il progetto formativo. La Tabella E indica scelte suggerite di automatica approvazione.*

| Insegnamento | Sem | SSD | CFU | Ore | Tipologia attività | TAF | Ambito disciplinare |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Sistemi radar | 1 | IINF-03/A | 9 | 72 | Lezione frontale | D | Attività a scelta dello studente |
| Tecnologie multiportante per le comunicazioni | 2 | IINF-03/A | 9 | 72 | Lezione frontale | D | Attività a scelta dello studente |
| Radiolocalizzazione Terrestre e Satellitare | 1 | IINF-03/A | 9 | 72 | Lezione frontale | D | Attività a scelta dello studente |
| Instrumentation and Measurements for Smart Industry | 2 | IMIS-01/B | 9 | 72 | Lezione frontale | D | Attività a scelta dello studente |
| Image Processing for Computer Vision | 1 | IINF-03/A | 9 | 72 | Lezione frontale | D | Attività a scelta dello studente |
| Tomografia e imaging, principi, algoritmi e metodi numerici | 1 | IINF-02/A | 9 | 72 | Lezione frontale | D | Attività a scelta dello studente |
| Economia ed Organizzazione Aziendale | 1 | IEGE-01/A | 9 | 72 | Lezione frontale | D | Attività a scelta dello studente |
| Fondamenti di diritto per l'ingegnere | – | GIUR-01/A | 9 | 72 | Lezione frontale | D | Attività a scelta dello studente |
| Power Circuits[DD] | – | IINF-01/A | – | – | – | D | Attività a scelta dello studente |
| Sensor and Actuators[DD] | – | IINF-01/A | – | – | – | D | Attività a scelta dello studente |
| Autonomous Energy Sources[DD] | – | IINF-01/A | – | – | – | D | Attività a scelta dello studente |
| Power Devices[DD] | – | IINF-01/A | – | – | – | D | Attività a scelta dello studente |

[DD] *Insegnamento riservato agli studenti Double Degree. Nel documento fornito non sono indicati i relativi CFU, le ore e la tipologia di attività.*

## Elenco delle propedeuticità

Il Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Elettronica non prevede propedeuticità.

## Personalizzazione del piano di studi

Lo studente può personalizzare il suo piano di studi attraverso le numerose opzioni presenti nelle tabelle e con i crediti assegnati alle scelte autonome. Modulistica e istruzioni per la compilazione sono aggiornate anno per anno e sono disponibili al link http://www.ingegneria-elettronica.unina.it/

Scegliendo dalle tabelle non è necessario presentare piano di studi.

Scegliendo opportunamente dalle tabelle è possibile costruire percorsi corrispondenti alle aree tematiche sviluppate nel Corso di Laurea Magistrale. Di seguito vengono indicate le scelte consigliate.

### Area tematica - *Elettronica dei Sistemi Digitali*

| **Opzione** | Insegnamento consigliato |
|---|---|
| Tabella A | Controlli Automatici |
| Tabella B | Misure su sistemi digitali ad alta velocità / Progetti di sistemi di telerilevamento |
| Tabella C | Circuiti per DSP |
| Tabella C | System on Chip |
| Tabella D | Sistemi operativi (I sem) / Trasmissione Digitale (II sem) |
| Scelta autonoma | Laboratorio di Programmazione (I sem) / Trasmissione Digitale (II sem) |

### Area tematica - *Sistemi Elettronici per l'Energia*

| **Opzione** | Insegnamento consigliato |
|---|---|
| Tabella A | Controlli automatici / Trasmissione del Calore |
| Tabella B | Sensori e Trasduttori di Misura / Misure per la compatibilità elettromagnetica |
| Tabella C | Power devices and systems |
| Tabella C | Dispositivi e Sistemi Fotovoltaici |
| Tabella D | Elettronica Industriale di Potenza / (II sem) |
| Scelta autonoma | Sistemi elettrici per le fonti rinnovabili (I sem) |

### Area tematica - *Sistemi Fotonici, Optoelettronici e per alte Frequenze*

| **Opzione** | Insegnamento consigliato |
|---|---|
| Tabella A | Fisica dello Stato Solido |
| Tabella B | Componenti e circuiti ottici |
| Tabella C | Integrated photonics |
| Tabella C | Sensor and Microsystems |
| Tabella D | Scienza e tecnologia delle onde terahertz / Elettronica con materiali non convenzionali |
| Scelta autonoma | Misure a microonde e onde millimetriche |

# Attività formative integrative

## Attività di tirocinio curriculare

Gli studenti iscritti al CdL Magistrale effettuano obbligatoriamente un periodo di tirocinio presso *Enti o Aziende convenzionati con l'Ateneo* (tirocinio *extramoenia*), oppure presso le *strutture di ricerca dell'università* (tirocinio *intramoenia*). La durata del tirocinio equivale a 6 CFU che corrispondono a 150 ore di impegno studente.

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

- La preparazione della prova finale consiste nella scrittura di una tesi originale su un argomento deciso di concerto con un docente che figura nel ruolo di relatore di tesi magistrale. 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.
- 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 CdL Magistrale 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://www.erasmusdieti.it/`

## Percorsi speciali

È attivo un programma di *Doppia Laurea Magistrale (double degree)* con l'Università Politecnica di Lodz, Polonia. Gli studenti selezionati tramite un bando pubblicato ogni anno, di norma nel mese di novembre, spendono due semestri all'estero e al termine del percorso conseguono la laurea in entrambe le università; per informazioni Double Degree.

# Orientamento e Tutorato

## Orientamento in ingresso

Il Corso di Studio organizza iniziative di orientamento in ingresso in stretto coordinamento con gli altri corsi di studio del Dipartimento di Ingegneria Elettrica e delle Tecnologie dell'Informazione e della Scuola Politecnica e delle Scienze di Base. Il calendario delle iniziative di orientamento è consultabile al link http://www.scuolapsb.it/

## Orientamento e tutorato in itinere

Il Corso di Laurea Magistrale si avvale dei servizi di supporto forniti dal Centro di Ateneo SINAPSI (http://www.sinapsi.unina.it), in particolare:

- servizi di tutorato specializzato rivolti agli studenti con disabilità e agli studenti con Disturbo Specifico dell'Apprendimento (DSA);
- 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;
- 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 (http://www.scuolapsb.it/) nell'apposita sezione, nella quale sono sistematicamente segnalati gli eventi di recruitment, le job fairs e le opportunità di inserimento lavorativo che vengono segnalate dalle Aziende. Ulteriori informazioni sono reperibili al link http://www.jobservice.unina.it/it/

# Calendari, Scadenze e Orari delle Lezioni

## 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

## 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

Il calendario degli esami di profitto è consultabile al link: https://ingegneria-elettronica.dieti.unina.it/index.php/it/servizi-agli-studenti/calend

## Orario delle attività formative

L'orario dettagliato è consultabile al link: http://easyacademy.unina.it/agendastudenti/index.php?view=easycourse&_lang=it

## Calendario delle sedute di laurea

Ogni anno sono previste cinque sessioni di laurea ordinarie nei mesi di maggio, luglio, settembre, ottobre e dicembre, e due sessioni di laurea straordinarie nei mesi di gennaio e marzo.

Il Calendario dettagliato è disponibile sul portale della Scuola Politecnica e delle Scienze di Base al link: http://www.scuolapsb.unina.it/index.php/laurea-ingegneria

# Referenti del Corso di Laurea Magistrale

| | |
|---|---|
| **Coordinatore Didattico** | Prof. Michele Riccio; tel. 081/7683122; e-mail: michele.riccio@unina.it |
| **Referente per il Programma ERASMUS** | Prof. Vincenzo d'Alessandro; e-mail: vindales@unina.it |
| **Responsabile per i Tirocini** | Prof. Michele Riccio; e-mail: michele.riccio@unina.it |
| **Referente per l'Orientamento** | Prof. Francesco Giuseppe Della Corte; e-mail: francescogiuseppe.dellacorte@unina.it |

## Rappresentanti degli Studenti

- In attesa di elezioni

## Segreterie

**Segreteria didattica area Ingegneria:** segreing@unina.it
**Segreteria didattica dipartimentale:** segreteriadidattica.dieti@unina.it

# Polo didattico, Sedi e Contatti

## Sedi

- Via Claudio 21, 80125 Napoli (NA)
- Via Nuova Agnano 11, 80125 Napoli (NA)
- Piazzale Tecchio 80, 80125 Napoli (NA)

Via Claudio 21

Via Nuova Agnano 11

Piazzale Tecchio 80

## Siti web

**Sito web del Corso di Studio:** https://ingegneria-elettronica.dieti.unina.it/index.php/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

# SCHEDA DELL'INSEGNAMENTO (SI)
# ARCHITETTURA DEI SISTEMI INTEGRATI

## SSD: Elettronica (IINF-01/A)

DENOMINAZIONE DEL CORSO DI STUDIO: INGEGNERIA ELETTRONICA (DE8)
ANNO ACCADEMICO 2026/2027

## INFORMAZIONI GENERALI - DOCENTE

DOCENTE: STROLLO ANTONIO GIUSEPPE MARIA
TELEFONO: 081-7683125
EMAIL: antoniogiuseppemaria.strollo@unina.it

## INFORMAZIONI GENERALI - ATTIVITÀ

INSEGNAMENTO INTEGRATO: NON PERTINENTE
MODULO: NON PERTINENTE
LINGUA DI EROGAZIONE DELL'INSEGNAMENTO: ITALIANO
CANALE: FG A-Z
ANNO DI CORSO:  I
PERIODO DI SVOLGIMENTO: SEMESTRE I
CFU: 9

### INSEGNAMENTI PROPEDEUTICI

nessuno

### EVENTUALI PREREQUISITI

Conoscenza di base dei sistemi digitali, delle principali caratteristiche dei dispositivi MOS e delle logiche CMOS.

### OBIETTIVI FORMATIVI

L’insegnamento mira a fornire le conoscenze e le competenze necessarie per analizzare e progettare circuiti e sistemi digitali VLSI a livello architetturale, circuitale e fisico. Lo studente acquisirà padronanza dei linguaggi di descrizione dell’hardware e degli strumenti di progettazione assistita al calcolatore per la progettazione, la verifica e l’implementazione di sistemi VLSI, nonché delle principali tecniche di testing dei sistemi digitali.

## RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI (DESCRITTORI DI DUBLINO)

**Conoscenza e capacità di comprensione**

Al termine del processo di apprendimento lo studente:

- descrive il flusso di progetto di un sistema digitale VLSI, distinguendo le fasi di front-end e back-end e le principali alternative implementative (full-custom, celle standard e dispositivi programmabili);
- conosce il linguaggio SystemVerilog e i costrutti fondamentali per la descrizione RTL, la simulazione e la verifica di sistemi digitali;
- comprende i modelli per la stima dei ritardi nei circuiti CMOS e nelle interconnessioni, i principi della static timing analysis e i vincoli temporali dei sistemi sequenziali;
- comprende le problematiche di temporizzazione e sincronizzazione, incluse: distribuzione del clock, clock skew, pipelining, sincronizzatori e principi di funzionamento di PLL e DLL;
- conosce i passi fondamentali del backend fisico, i principali contributi alla dissipazione di potenza e le tecniche per la sua riduzione;
- conosce le principali architetture dei circuiti aritmetici, con particolare riferimento ad addizionatori, unità logico-aritmetiche e moltiplicatori;
- conosce i modelli di guasto e le principali tecniche di testing e self-testing dei sistemi digitali integrati.

**Capacità di applicare conoscenza e comprensione**

Al termine del processo di apprendimento lo studente:

- sviluppa descrizioni RTL sintetizzabili in SystemVerilog e realizza testbench per verificarne il comportamento funzionale;
- utilizza strumenti di progettazione assistita al calcolatore per simulare, sintetizzare e implementare circuiti digitali, interpretando criticamente report, messaggi diagnostici e risultati della verifica;
- stima e analizza i ritardi di circuiti e interconnessioni, individua i cammini critici e verifica il rispetto dei vincoli di setup, hold e frequenza di clock;
- progetta e confronta architetture di circuiti aritmetici valutandone correttezza, prestazioni, area e dissipazione di potenza;
- applica tecniche di pipelining, distribuzione del clock e sincronizzazione per migliorare le prestazioni e l'affidabilità di sistemi digitali sequenziali;
- esegue le fasi essenziali di un flusso di backend e valuta l'impatto delle scelte architetturali e fisiche su prestazioni, area e potenza;
- definisce strategie di test per circuiti digitali integrati e applica tecniche di self-testing a casi di media complessità;
- integra le competenze acquisite nello sviluppo e nella documentazione di un elaborato progettuale di media complessità.

In relazione alle conoscenze e alle capacità descritte, lo studente acquisisce autonomia nel confrontare soluzioni alternative e nel valutare criticamente le scelte progettuali sulla base di correttezza funzionale, vincoli temporali, area, potenza, testabilità e complessità di implementazione. È in grado di motivare e comunicare con linguaggio tecnico appropriato le scelte

effettuate, presentando e discutendo metodi, risultati e limiti dell'elaborato progettuale. Sviluppa inoltre la capacità di consultare autonomamente manuali, documentazione tecnica e letteratura specialistica, così da approfondire nuovi strumenti e metodologie e affrontare la progettazione di circuiti e sistemi digitali di media complessità.

## PROGRAMMA-SYLLABUS

Classificazione dei sistemi integrati: full-custom, basati su celle standard e programmabili. Flusso di progetto di sistemi integrati VLSI: fasi di front-end e di back-end.
Stima dei ritardi di sistemi CMOS digitali. Simulazione switch-level. Elmore delay. Static timing analysis.
Livelli di interconnessione e parametri parassiti. Ritardi introdotti dalle interconnessioni.
Temporizzazione di sistemi sequenziali. Clock-skew. Pipelining. Generazione e distribuzione del clock. Sincronizzatori. Cenni su PLL, DLL. Valutazione della dissipazione di potenza nei sistemi VLSI. Tecniche per la riduzione della dissipazione di potenza.
Il linguaggio SystemVerilog per la sintesi e la verifica di sistemi digitali.
Circuiti aritmetici: Addizionatori, Unità logico-aritmetiche, Moltiplicatori.
Testing dei sistemi integrati CMOS. Tecniche di self-testing.

## MATERIALE DIDATTICO

Slide disponibili sul sito del docente e sul canale Teams del corso.
Weste, Harris "CMOS VLSI Design – A Circuits and Systems Perspective", Pearson, 2010

## MODALITÀ DI SVOLGIMENTO DELL'INSEGNAMENTO-MODULO

L'insegnamento prevede lezioni frontali (65%) ed esercitazioni svolte mediante un ambiente di sviluppo VLSI (35%).

## VERIFICA DI APPRENDIMENTO E CRITERI DI VALUTAZIONE

**a) Modalità di esame**

- ☐ Scritto
- ☑ Orale
- ☑ Discussione di elaborato progettuale
- ☐ Altro

**In caso di prova scritta i quesiti sono**

- ☐ A risposta multipla
- ☐ A risposta libera
- ☐ Esercizi numerici

**b) Modalità di valutazione**

La valutazione considera la padronanza degli argomenti del programma, la capacità di collegare gli aspetti architetturali, circuitali e fisici, la correttezza e l'efficacia delle soluzioni adottate

nell’elaborato progettuale, l’uso consapevole degli strumenti EDA e la capacità di motivare e comunicare le scelte effettuate.

# SCHEDA DELL'INSEGNAMENTO (SI)
# MISURE ELETTRONICHE

## SSD: Misure elettriche ed elettroniche (IMIS-01/B)

DENOMINAZIONE DEL CORSO DI STUDIO: INGEGNERIA ELETTRONICA (DE8)
ANNO ACCADEMICO 2026/2027

## INFORMAZIONI GENERALI - DOCENTE

DOCENTE: ARPAIA PASQUALE
TELEFONO: 081-7683163
EMAIL: pasquale.arpaia@unina.it

## INFORMAZIONI GENERALI - ATTIVITÀ

INSEGNAMENTO INTEGRATO: NON PERTINENTE
MODULO: NON PERTINENTE
LINGUA DI EROGAZIONE DELL'INSEGNAMENTO: ITALIANO
CANALE: FG A-Z
ANNO DI CORSO: I
PERIODO DI SVOLGIMENTO: SEMESTRE I
CFU: 9

### INSEGNAMENTI PROPEDEUTICI

Fondamenti di Misure Elettroniche

### EVENTUALI PREREQUISITI

Fondamenti di Misure Elettroniche

### OBIETTIVI FORMATIVI

Il corso ha lo scopo di introdurre alla tecnica delle misure elettroniche attraverso un approccio sperimentale. I principali obiettivi formativi sono la conoscenza approfondita di concetti generali quali: misurazione, misura e incertezza di misura; elaborazione dei risultati di misura; progettazione degli esperimenti; strumentazione avanzata digitale; misure su componenti. Verranno quindi considerati i principali metodi di misura di grandezze elettriche ed elettroniche e dei campi elettromagnetici a bassa frequenza.

## RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI (DESCRITTORI DI DUBLINO)

**Conoscenza e capacità di comprensione**

Lo studente deve dimostrare di conoscere e saper comprendere le problematiche relative alla misurazione con particolare riferimento alla gestione del budget di incertezza e alla progettazione della procedura sperimentale legata alla misurazione stessa. Deve dimostrare di sapere elaborare argomentazioni concernenti le procedure standard di taratura e caratterizzazione, nonché adottare un linguaggio tecnico appropriato. Deve inoltre conoscere i principi avanzati degli strumenti digitali di misura e i metodi di base per la misurazione di grandezze elettriche ed elettroniche. Il percorso formativo intende fornire agli studenti le conoscenze e gli strumenti metodologici necessari per progettare un banco di misura ed analizzare i risultati delle misurazioni effettuate.

**Capacità di applicare conoscenza e comprensione**

Lo studente deve dimostrare di essere in grado di analizzare i fenomeni di interesse in maniera oggettiva, di cogliere le implicazioni e le conseguenze dei risultati di misura, nonché le limitazioni ad essi associate. Deve inoltre saper applicare gli strumenti metodologici appresi per la misurazione di grandezze elettriche ed elettroniche e sviluppare metodi più complessi sulla base dei metodi di base appresi. Il percorso formativo èaltresì orientato a trasmettere le capacità e gli strumenti metodologici e operativi necessari a comprendere e/o sviluppare strumenti digitali di misura complessi .

## PROGRAMMA-SYLLABUS

PARTE I MISURE SUI COMPONENTI

**1. Misure di resistenza**. Generalità, modello del resistore reale, misura di resistenze di basso valore con metodo della caduta di potenziale; misura di resistenza di valore medio con ponte di Wheatstone; misura di resistenza di elevato valore. Problema delle resistenze di contatto e delle conduttanze di dispersione nella misura di resistenza dei componenti, configurazione dei resistori a 3, 4 e 5 morsetti.

**2. Misure di capacità**. Generalità, misura di capacità con il metodo volt-amperometrico, con metodo della caduta di potenziale, metodo di ponte, modello del condensatore reale, misura del fattore di perdita con metodo dei tre voltmetri. Problema delle ammettenze parassite: condensatori a 3 morsetti. Tecniche di schermatura e messa a terra: schermatura elettrica, messa a massa con generatore ausiliario e mediante terra di Wagner.

**3. Misure di induttanza**. Generalità, modello dell'induttore reale, perdite nel rame, perdite nel ferro per correnti parassite e per isteresi magnetica, separazione delle perdite, misura della cifra di perdita di un provino ferromagnetico, criteri di progetto, metodo wattmetrico.

**4. Spettroscopia di impedenza (EIS)**. Generalità, metodo di misura, connessioni, rappresentazione dei dati, analisi dei dati, modellazione basata su EIS, esempi modelli elementari; Esempi di applicazioni: integrazione di protesi, veicolazione transdermica e pancreas artificiale.

*ESERCITAZIONI: Ponte di Wheatstone, Metodo della caduta di potenziale per le misure di resistenza di basso valore, Misura della cifra di perdita di un provino ferromagnetico con metodo wattmetrico, EIS per la misura di biodisponibilità dell'insulina.*

PARTE II CARATTERIZZAZIONE SPERIMENTALE

**5. Progettazione elettronica, modellazione e caratterizzazione sperimentale**.

**6. Tecniche di decisione su base statistica**: Test statistici: rischi alfa e beta, istogramma; test del chi-quadro; test di Fisher.

**7. Incertezza dei modelli**: Analisi di regressione: modello lineare, metodo dei minimi quadrati, scomposizione della devianza, gradi di libertà, one-way ANOVA, rapporto di varianza, analisi di significatività della regressione.

**8. Progettazione degli esperimenti:** definizioni, il modello, analisi OFAT (One Factor At Time), esperimenti fattoriali completi, frazionati, piani di più fattori a due livelli, piani multifattoriali, multilivello; ANOM e multi-way ANOVA, caratterizzazione di un digitalizzatore di precisione, piani codificati.

**9. Analisi di sensibilità:** Generalità. Metodi di analisi di sensibilità: diagrammi di dispersione, metodi basati su derivate, metodi basati su regressione lineare, varianze condizionate, modelli non additivi, indici di sensibilità di ordine superiore, effetti totali, gruppi di fattori; Metodi alternativi: test degli effetti elementari, filtraggio Monte Carlo. Regole operative.

**10. Tecniche sperimentali di ottimizzazione parametrica e analisi di robustezza**: Generalità. Procedura di ottimizzazione parametrica: inquadramento del problema, identificazione del modello, predizione e verifica dei risultati; ottimizzazione parametrica dei sistemi di misura: esempio di un filtro analogico.

*ESERCITAZIONI: Esempio di elaborazione dei risultati della taratura con foglio elettronico: verifica di gaussianità e di linearità. Riduzione dell'incertezza di sensibilità in un Ponte di Wheatstone attraverso la progettazione statistica dei parametri. Analisi di sensibilità di un circuito addizionatore.*

PARTE III METROLOGIA DELLA STRUMENTAZIONE NUMERICA

**11. Caratterizzazione metrologica**: della strumentazione numerica a norma IEEE 1057 e dei convertitori analogico-digitali a norma IEEE 1241.

**12. Metodi statici**: per sistemi a risoluzione (i) medio-bassa e (ii) alta (metodo delle piccole onde triangolari);

**13. Metodi dinamici:** segnali campioni a rampa e sinusoidali, elaborazione delle soglie, errori di guadagno ed offset, non-linearità differenziale (DNL) e integrale (INL), DNL e codici mancanti, INL e errore di non-monotonicità, metodo dell'istogramma, definizione e misura del numero di bit effettivi (ENOB), algoritmo di sine-fitting a 3 e a 4 parametri; rapporto segnale-rumore (SNR) e definizioni di SINAD, SNR (SNHR), SFDR, THD.

*ESERCITAZIONI: Caratterizzazione ADC a norma IEEE 1057 del DSO Tektronix TDS210: algoritmo di sine fitting a 3 e 4 parametri su segnale sinusoidale e sine fitting a 3 parametri su segnale a doppio tono, ENOB, test dell'istogramma, valutazione dell'errore di offset, di guadagno, INL e DNL.+*

PARTE IV STRUMENTAZIONE AVANZATA DI MISURA

**14. Principi avanzati di conversione:** Convertitori A/N: classificazione, architetture Flash avanzate (bipolare, silenziato, multistep, pipeline, time-interleaved), ADC a rampa numerica e ad inseguimento, architettura tensione-frequenza, sigma-delta, multirampa. Digitalizzatori ad altissima velocità con peer-to-peer streaming. Convertitori N/A: classificazione, DAC R-2R in

tensione e corrente, architetture basate su commutazione di capacità. Taratura di generatori digitali.
**15. Strumenti nel dominio della frequenza e della modulazione**: Vector signal analyzers: scopo ed applicazioni, principio di funzionamento, blocchi funzionali. Vector network analyzers: scopo ed applicazioni, principio di funzionamento, architettura.
**16. Strumenti per misura di potenza:** Misure di potenza in circuiti DC; misure di potenza in circuiti AC: definizioni, a bassa e media frequenza, a frequenza di linea, ad alta frequenza, con diodo; misure basate su sensore (termocoppia, radiazioni); misure di potenza pulsata.
**17. Utilizzo dell'intelligenza artificiale nella strumentazione di misura**

## MATERIALE DIDATTICO

Dispense dal Corso disponibili sul sito docente del Corso.
E. Barsoukov, J. R. Macdonald, Impedance Spectroscopy: Theory, Experiment, and Applications, John Wiley &Sons, Inc.
Doebelin, Sistemi di Misura, Mc Graw Hill.
G. E. Guadagni, Programmare? Impariamo con il LabVIEW, Sandit Editore.
D. C. Montgomery, J. C. Runger, Applied Statistics and Probability for Engineers, John Wiley and Sons.
C. Offelli, D. Petri, Lezioni di Strumentazione Elettronica, Città Studi Edizioni, Milano.
M. S. Phadke, Quality engineering using robust design. Prentice Hall PTR.
U. Pisani, Misure Elettroniche: Strumentazione Elettronica di Misura, Politeko Edizioni.
A. Saltelli, et al. Global sensitivity analysis: the primer. John Wiley &Sons
G. Zingales, Misure Elettriche, UTET.
Appunti dalle lezioni.

## MODALITÀ DI SVOLGIMENTO DELL'INSEGNAMENTO-MODULO

Il corso si articolerà in lezioni frontali per circa il 66 % ed esercitazioni di laboratorio per il 33 % circa. Saranno previste altresì seminari su tematiche di frontiera nel settore delle misure. Le slide utilizzate durante le lezioni saranno rese disponibili in aggiunta alle dispense del corso.

## VERIFICA DI APPRENDIMENTO E CRITERI DI VALUTAZIONE

**a) Modalità di esame**

- ☐ Scritto
- ☑ Orale
- ☐ Discussione di elaborato progettuale
- ☑ Altro: Prova di Laboratorio

**In caso di prova scritta i quesiti sono**

- ☐ A risposta multipla
- ☐ A risposta libera
- ☐ Esercizi numerici

**b) Modalità di valutazione**

E' principalmente possibile sostenere l’esame dopo la fine del corso. L’esame si articola in due domande orali ed una prova pratica di laboratorio. Potrebbero essere previsti elaborati intra-corso legati allo svolgimento delle esercitazioni di laboratorio. L’esito finale dell’esame sarà ottenuto con la media aritmetica delle 3 domande (2 orali, 1 prova di laboratorio). Per superare l'esame ènecessario ottenere almeno 18 a ciascuna delle domande e talvolta si considera anche la dispersione dei voti che può essere indice di anomalia nella preparazione.

Per gli studenti che lo desiderano, è possibile sostenere due prove intercorso a conclusione dei macroblocchi del corso: l'esito positivo di tali prove riduce ad una le domande orali dell'esame e il voto di tale prove concorre al voto finale.

# SCHEDA DELL'INSEGNAMENTO (SI)
# MICROELETTRONICA

# SSD: Elettronica (IINF-01/A)

DENOMINAZIONE DEL CORSO DI STUDIO: INGEGNERIA ELETTRONICA (DE8)
ANNO ACCADEMICO 2026/2027

## INFORMAZIONI GENERALI - DOCENTE

DOCENTE: D'ALESSANDRO VINCENZO
TELEFONO: 081-7683509
EMAIL: vincenzo.dalessandro@unina.it

## INFORMAZIONI GENERALI - ATTIVITÀ

INSEGNAMENTO INTEGRATO: NON PERTINENTE
MODULO: NON PERTINENTE
LINGUA DI EROGAZIONE DELL'INSEGNAMENTO: ITALIANO
CANALE: FG A-Z
ANNO DI CORSO:  I
PERIODO DI SVOLGIMENTO: SEMESTRE II
CFU: 9

### INSEGNAMENTI PROPEDEUTICI

Nessuna propedeuticità.

### EVENTUALI PREREQUISITI

Conoscenze 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, transistore bipolare, condensatore/struttura MOS 1-D, transistore 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 è edotto (i) sulla struttura cristallografica dei principali semiconduttori, (ii) sul modello a bande di energia e quello a legame covalente, (iii) sui meccanismi di trasporto dei portatori di carica, (iv) sui processi di generazione/ricombinazione, (v) sulle principali equazioni alla base dei semiconduttori e dispositivi a semiconduttore, (vi) sul funzionamento statico/dinamico della giunzione P-N e sul modello SPICE associato; (vii) sul comportamento del transistore bipolare NPN; (viii) sul comportamento del condensatore MOS; (ix) sul comportamento del MOSFET, (x) sulle tecnologie bipolari avanzate.

**Capacità di applicare conoscenza e comprensione**

Al termine del processo di apprendimento lo studente è in grado di comprendere tutti i meccanismi fisici in un semiconduttore, di descriverli attraverso modelli, e di progettare i principali dispositivi elettronici a semiconduttore, i.e., diodo, transistore bipolare, MOSFET, sulla base di opportune specifiche stazionarie o dinamiche.

## PROGRAMMA-SYLLABUS

**Fisica dei semiconduttori**: Concetto di resistività. Semiconduttori semplici e composti, intrinseci ed estrinseci. Silicio e germanio. Struttura reticolare. Modelli dell'atomo di idrogeno isolato. Configurazione elettronica del silicio isolato. Bande di energia nel silicio. Meccanismi di trasporto; concetto di mobilità. Drogaggio. Legge dell'azione di massa. Meccanismi di generazione/ricombinazione. Centri G-R. Ricombinazione SRH. Equazioni di continuità.

**Giunzione P-N**: Analisi di una giunzione P-N brusca all'equilibrio termodinamico. Potenziale di built-in. Spessore della regione di svuotamento. Trasporto degli elettroni liberi. Unicità del livello di Fermi. Relazione di Boltzmann. Leggi della giunzione e relazione costitutiva del diodo ideale. Dipendenza dalla temperatura. Legge dell'azione di massa generalizzata. Corrente di ricombinazione. Alti livelli di iniezione ed effetti resistivi. Polarizzazione inversa. Moltiplicazione a valanga per ionizzazione da impatto. Giunzione graduale. Diodi tunnel e Zener. Comportamento dinamico. Modellistica SPICE.

**Transistore bipolare**: Introduzione e *trade-off* progettuali. Condizioni di equilibrio termodinamico. Regione attiva diretta (RAD). Limite tra RAD e saturazione. Componenti di corrente in RAD. Modello di Ebers-Moll. Fattore di trasporto in base e rendimento di emettitore. Configurazione a base comune: caratteristiche di ingresso e uscita. Configurazione a emettitore comune: caratteristiche di ingresso e uscita. Espressione completa della corrente di base. Effetti di rottura: moltiplicazione a valanga e perforazione. Misura non distruttiva della tensione di breakdown per base aperta. Pinch-in. Effetto Early. Effetto Webster-Rittner. Effetto Kirk. Comportamento in frequenza.

**Condensatore/struttura MOS**: Struttura MOS ideale. Condizione di banda piatta. Regione di accumulazione. Regione di svuotamento. Debole e forte inversione della popolazione. Andamenti della densità di carica, del campo elettrico e del potenziale nella struttura. Tensione di soglia della struttura ideale. Struttura MOS reale. Estensione dell'espressione della tensione di soglia. Comportamento dinamico della struttura MOS ideale.

**Transistore MOS (MOSFET)**: Approssimazione di canale graduale. Tensione di soglia. Espressioni della corrente di drain nella regione di triodo e in quella di pinch-off. Curva di pinch-off. Delucidazioni sul pinch-off.
**Tecnologie bipolari avanzate (GaAs e SiGe)**: Transistori bipolari ad eterogiunzione Si/SiGe e AlGaAs/GaAs. Vantaggi dal punto di vista del guadagno di corrente ad emettitore comune e della frequenza di transizione.

## MATERIALE DIDATTICO

Diapositive presentate a lezione più appunti addizionali.
S. M. Sze, *Physics of Semiconductor Devices*, 2nd edition, John Wiley &Sons, 1981.
R. F. Pierret, *Semiconductor Device Fundamentals*, Addison Wesley Longman, 1986.
F. Bonani, S. Donati Guerrieri, G. Masera, G. Piccinini, *Dispositivi e Tecnologie Microelettroniche*, CLUT, 2007.

## MODALITÀ DI SVOLGIMENTO DELL'INSEGNAMENTO-MODULO

Lo svolgimento dell'insegnamento prevede lezioni frontali.

## VERIFICA DI APPRENDIMENTO E CRITERI DI VALUTAZIONE

**a) Modalità di esame**

- [x] Scritto
- [x] Orale
- [ ] Discussione di elaborato progettuale
- [ ] Altro

**In caso di prova scritta i quesiti sono**

- [ ] A risposta multipla
- [x] A risposta libera
- [ ] Esercizi numerici

**b) Modalità di valutazione**

Non applicabile.

# SCHEDA DELL'INSEGNAMENTO (SI)
# OTTICA E IPERFREQUENZE

# SSD: Campi elettromagnetici (IINF-02/A)

DENOMINAZIONE DEL CORSO DI STUDIO: INGEGNERIA DELLE TELECOMUNICAZIONI E DEI MEDIA DIGITALI (DE7)
ANNO ACCADEMICO 2026/2027

## INFORMAZIONI GENERALI - DOCENTE

DOCENTE: CAPOZZOLI AMEDEO
TELEFONO: 081-7683358
EMAIL: amedeo.capozzoli@unina.it

## INFORMAZIONI GENERALI - ATTIVITÀ

INSEGNAMENTO INTEGRATO: NON PERTINENTE
MODULO: NON PERTINENTE
LINGUA DI EROGAZIONE DELL'INSEGNAMENTO: ITALIANO
CANALE: FG A-Z
ANNO DI CORSO: I
PERIODO DI SVOLGIMENTO: SEMESTRE II
CFU: 9

### INSEGNAMENTI PROPEDEUTICI

Nessuno.

### EVENTUALI PREREQUISITI

Conoscenze di base di elettromagnetismo applicato.

### OBIETTIVI FORMATIVI

Fornire i metodi per lo studio della propagazione elettromagnetica alle iperfrequenze e in ottica necessari per l'analisi e il progetto di componenti e sistemi elettromagnetici. Applicare tali metodi a casi di interesse pratico.

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

**Conoscenza e capacità di comprensione**

Lo studente deve dimostrare di conoscere le caratteristiche della propagazione elettromagnetica alle iperfrequenze e in ottica, ed i principi della analisi di sistemi elettromagnetici operanti in tali bande.

**Capacità di applicare conoscenza e comprensione**

Lo studente deve dimostrare di sapere applicare gli strumenti metodologici acquisiti durante il corso, con particolare riferimento alla analisi e sintesi di componenti e sistemi elettromagnetici operanti alle iperfrequenze e in ottica. Lo studente deve, inoltre, dimostrare di saper applicare le tecniche acquisite a casi di interesse pratico.

## PROGRAMMA-SYLLABUS

Ottica geometrica, derivazione e limiti. Ottica gaussiana. Tracciamento dei raggi. Teoria geometrica dei sistemi ottici. Aberrazione cromatica e monocromatica, approssimazione parassiale estesa, aberrazioni primarie. Sistemi ottici notevoli. Approssimazione di Ottica Fisica. Applicazione alle antenne a singolo e doppio riflettore; efficienza. Elementi di teoria della coerenza e di interferometria. Interferenza per divisione di ampiezza e di fronte d'onda. [2 CFU] Cenno ai raggi complessi. Elementi di teoria della diffrazione. [1 CFU] Approssimazione di Kirchhoff. Diffrazione di Fraunhofer. Diffrazione di Fresnel. Diffrazione da un semipiano, da una coppia di fessure. Cenni alla teoria geometrica della diffrazione. [2 CFU] Sistemi SISO, SIMO, MISO e MIMO per il collegamento wireless ad alte prestazioni. Array di antenne. Principio di Moltiplicazione del Diagramma. Array mono-dimensionali e bidimensionali. Direttività di array broadside ed endfire. [2 CFU] Elementi di calcolo numerico in elettromagnetismo: metodi full wave (metodo dei momenti, metodo alle differenze finite, metodo agli elementi finiti). [1 CFU] Esercitazioni di laboratorio basate sull’utilizzo di strumenti di calcolo avanzato tipicamente impiegati nell’analisi e nella progettazione elettromagnetica. [1 CFU]

## MATERIALE DIDATTICO

Si veda sito docente del titolare dell’insegnamento.

## MODALITÀ DI SVOLGIMENTO DELL'INSEGNAMENTO-MODULO

Lezioni ed esercitazioni di laboratorio.

## VERIFICA DI APPRENDIMENTO E CRITERI DI VALUTAZIONE

**a) Modalità di esame**

- ☐ Scritto
- ☑ Orale
- ☐ Discussione di elaborato progettuale
- ☐ Altro

**In caso di prova scritta i quesiti sono**

- ☐ A risposta multipla

☐ A risposta libera

☐ Esercizi numerici

**b) Modalità di valutazione**

Il campo sarà definito secondo l'aggiornamento delle Linee guida del PQA in corso di predisposizione,

# SCHEDA DELL'INSEGNAMENTO (SI)
# DESIGN OF ELECTRONIC CIRCUITS AND SYSTEMS

# SSD: ELETTRONICA (ING-INF/01)

DENOMINAZIONE DEL CORSO DI STUDIO: INGEGNERIA ELETTRONICA (DE8)
ANNO ACCADEMICO 2026/2027

## INFORMAZIONI GENERALI - DOCENTE

DOCENTE: MARESCA LUCA
TELEFONO: 081-7683199
EMAIL: luca.maresca@unina.it

## INFORMAZIONI GENERALI - ATTIVITÀ

INSEGNAMENTO INTEGRATO: NON PERTINENTE
MODULO: NON PERTINENTE
LINGUA DI EROGAZIONE DELL'INSEGNAMENTO: INGLESE, ITALIANO
CANALE: FG A-Z
ANNO DI CORSO: II
PERIODO DI SVOLGIMENTO: SEMESTRE I
CFU: 9

### INSEGNAMENTI PROPEDEUTICI

Nessuno

### EVENTUALI PREREQUISITI

Conoscenza del funzionamento dei circuiti analogici e digitali. Conoscenze di base del funzionamento dei dispositivi a semiconduttore. Familiarità con l'utilizzo di strumenti CAD, quali simulatori circuitali e software CAD per la progettazione del layout.

### OBIETTIVI FORMATIVI

Studio delle principali metodologie e degli approcci di progettazione per circuiti e sistemi analogici, misti (mixed-signal), di potenza e digitali. Progettazione di circuiti e sistemi integrati e discreti. Utilizzo di strumenti CAD per l'implementazione di progetti reali e l'ottimizzazione del layout. Acquisizione della capacità di sviluppare progetti pratici di sistemi elettronici complessi.

## RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI (DESCRITTORI DI DUBLINO)

**Conoscenza e capacità di comprensione**

Al termine dell'esame, previo superamento con esito positivo, lo studente acquisisce le conoscenze e le metodologie fondamentali per:
i) la progettazione top-down, dalle specifiche di sistema fino al layout di circuiti discreti o integrati;
ii) la progettazione di circuiti discreti lineari e a segnale misto (*mixed-signal*);
iii) il condizionamento e l'amplificazione dei segnali;
iv) la progettazione di circuiti di potenza e le tecniche di realizzazione di circuiti stampati (PCB);
v) il controllo di circuiti di potenza mediante FPGA e microcontrollori;
vi) la progettazione di sistemi digitali e delle relative interconnessioni;
vii) la progettazione di sistemi integrati analogici;
viii) la progettazione di amplificatori operazionali;
ix) l'implementazione pratica della progettazione durante le attività di laboratorio.

**Capacità di applicare conoscenza e comprensione**

Ai fini del superamento dell'esame, lo studente dovrà dimostrare di aver acquisito le conoscenze teoriche e tecniche fondamentali relative ai circuiti e ai sistemi analogici, mixed-signal, di potenza e digitali. Sulla base di tali conoscenze e delle principali metodologie di progettazione, dovrà essere in grado di progettare e sviluppare sistemi elettronici complessi, utilizzando gli strumenti CAD dedicati.

## PROGRAMMA-SYLLABUS

**Lezioni**

Software per la simulazione di circuiti. Progettazione di circuiti stampati (PCB): strati, piste e vie. Processo di progettazione di un PCB: simboli schematici e footprint dei componenti. Utilizzo del software CAD Autodesk Fusion 360: editor degli schemi elettrici, posizionamento dei componenti e instradamento automatico delle piste (autorouting). Requisiti di packaging. Tipologie di package elettronici. Montaggio dei package su PCB. Problematiche termiche ed elettriche. Alimentazione dei package attraverso il PCB.
Richiami sulla progettazione di amplificatori operazionali. Amplificatori operazionali: proprietà ideali, configurazioni standard e principali non idealità (escursione della tensione di uscita e *slew rate*). Stabilità degli amplificatori operazionali. Criterio di Barkhausen. Margini di guadagno e di fase. Limiti in frequenza del buffer a guadagno unitario. Progettazione di un amplificatore operazionale a due stadi a partire da specifiche di guadagno, banda passante e impedenza di ingresso.
Filtri attivi: definizioni e principali risposte in frequenza. Microcontrollori e programmazione dei microcontrollori.

**Challenge-Based Learning**

Attività di gruppo finalizzate alla progettazione di differenti sistemi elettronici, comprendenti simulazione circuitale, progettazione di PCB, programmazione di microcontrollori e stampa 3D di telai e supporti. Le attività saranno svolte in gruppi composti da un massimo di quattro studenti e saranno supervisionate e discusse durante le ore di lezione.

## MATERIALE DIDATTICO

1. Testi di riferimento e materiale didattico
2. Dispense fornite dal docente.

## MODALITÀ DI SVOLGIMENTO DELL'INSEGNAMENTO-MODULO

Le modalità di svolgimento del corso prevedono lezioni frontali (48 ore) e attività di laboratorio (24 ore).

## VERIFICA DI APPRENDIMENTO E CRITERI DI VALUTAZIONE

**a) Modalità di esame**

- ☐ Scritto
- ☑ Orale
- ☑ Discussione di elaborato progettuale
- ☐ Altro

**In caso di prova scritta i quesiti sono**

- ☐ A risposta multipla
- ☐ A risposta libera
- ☐ Esercizi numerici

**b) Modalità di valutazione**

The assessment is aimed to determine the acquisition grade by the student of the course's educational objectives with particular reference to the expected learning outcomes.

# SCHEDA DELL'INSEGNAMENTO (SI)
# TRASMISSIONE DEL CALORE

# SSD: Fisica tecnica industriale (IIND-07/A)

DENOMINAZIONE DEL CORSO DI STUDIO: INGEGNERIA ELETTRONICA (DE8)
ANNO ACCADEMICO 2026/2027

## INFORMAZIONI GENERALI - DOCENTE

DOCENTE: MASSELLI CLAUDIA
TELEFONO: 081-7682380
EMAIL: claudia.masselli@unina.it

## INFORMAZIONI GENERALI - ATTIVITÀ

INSEGNAMENTO INTEGRATO: NON PERTINENTE
MODULO: NON PERTINENTE
LINGUA DI EROGAZIONE DELL'INSEGNAMENTO: ITALIANO
CANALE: FG A-Z
ANNO DI CORSO:  I
PERIODO DI SVOLGIMENTO: SEMESTRE I
CFU: 9

### INSEGNAMENTI PROPEDEUTICI

Nessuno

### EVENTUALI PREREQUISITI

Nessuno

### OBIETTIVI FORMATIVI

Il corso fornisce i principi fondamentali e i metodi della 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 con particolare riferimento al raffreddamento dei componenti elettronici; di formulare i modelli necessari a studiare, analizzare e progettare le apparecchiature per gli scopi suddetti con riferimento ai diversi campi di applicazione in termini di potenza da smaltire; di 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)

**Conoscenza e capacità di comprensione**

Lo studente dovrà dimostrare di aver raggiunto un'adeguata conoscenza dei principi fondamentali che regolano la trasmissione del calore con particolare riferimento al dimensionamento di dispositivi per il raffreddamento dei componenti elettronici.

**Capacità di applicare conoscenza e comprensione**

Lo studente dovrà dimostrare di essere in grado di saper formulare, analizzare e risolvere problemi ingegneristici in cui la trasmissione del calore svolge un ruolo.

## PROGRAMMA-SYLLABUS

*Introduzione alla trasmissione del calore. Conduzione: Generalità, Regime stazionario monodimensionale, Sistemi alettati, Regime non stazionario, Esercitazioni. Metodi numerici per la conduzione termica: Regime stazionario mono e bi-dimensionale, Regime non stazionario, Esercitazioni numeriche. Irraggiamento: Generalità, Definizioni di base, Modelli di corpo nero e corpo grigio, Caratteristiche radiative delle superfici, Scambio termico radiativo. Convezione: Generalità, Equazioni di continuità, quantità di moto ed energia, Convezione naturale e forzata, Concetto di strato limite con equazioni fondamentali, Adimensionalizzazione delle equazioni e gruppi adimensionali, Flussi esterni ed interni, Regimi di moto, Correlazioni per la valutazione del coefficiente di scambio termico, Esercitazioni. Raffreddamento dei componenti elettronici: introduzione al problema, descrizione delle applicazioni maggiormente impiegate per tali scopi. Studio dei fenomeni trasmissione del calore applicata ai campi termici all'interno dei componenti e dei circuiti elettronici.*

## MATERIALE DIDATTICO

R. Mastrullo, P. Mazzei; V. Naso, R. Vanoli, Fondamenti di trasmissione del calore –Volume primo, Liguori editore

O. Manca, V. Naso, Complementi di trasmissione del calore, E.DI.SU. "NA 1" editore

O. Manca, V. Naso, Applicazioni di trasmissione del calore, E.DI.SU. "NA 1" editore

Dispense del corso

## MODALITÀ DI SVOLGIMENTO DELL'INSEGNAMENTO-MODULO

Lezioni, esercitazioni e sviluppo di un elaborato progettuale.

## VERIFICA DI APPRENDIMENTO E CRITERI DI VALUTAZIONE

**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.

# SCHEDA DELL'INSEGNAMENTO (SI)
# FISICA DELLO STATO SOLIDO

## SSD: Fisica sperimentale delle interazioni fondamentali e applicazioni (PHYS-01/A)

DENOMINAZIONE DEL CORSO DI STUDIO: INGEGNERIA ELETTRONICA (DE8)
ANNO ACCADEMICO 2026/2027

## INFORMAZIONI GENERALI - DOCENTE

DOCENTE: SCOTTI DI UCCIO UMBERTO
TELEFONO: 081-676823
EMAIL: umberto.scottidiuccio@unina.it

## INFORMAZIONI GENERALI - ATTIVITÀ

INSEGNAMENTO INTEGRATO: NON PERTINENTE
MODULO: NON PERTINENTE
LINGUA DI EROGAZIONE DELL'INSEGNAMENTO: ITALIANO
CANALE: FG A-Z
ANNO DI CORSO: I
PERIODO DI SVOLGIMENTO: SEMESTRE I
CFU: 9

### INSEGNAMENTI PROPEDEUTICI

Non previsti

### EVENTUALI PREREQUISITI

Concetti fondamentali di Meccanica Classica, di Termodinamica e di Elettromagnetismo. Elementi essenziali di teoria delle probabilità e di distribuzione di probabilità.

### OBIETTIVI FORMATIVI

Il corso intende fornire gli elementi essenziali della meccanica quantistica e gli elementi di base della fisica dei solidi. I temi chiave sono la fisica dei metalli, degli isolanti e dei semiconduttori, con riferimento alle proprietà termiche, ottiche e di trasporto elettrico, al magnetismo e alla superconduttività.

## RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI (DESCRITTORI DI DUBLINO)

**Conoscenza e capacità di comprensione**

Lo studente che avrà seguito con profitto il corso:
avrà le conoscenze essenziali della meccanica ondulatoria, della fotonica e della fisica atomica;
avrà le conoscenze di base sui fenomeni della fisica dello stato solido, anche in riferimento alle tecniche di osservazione sperimentale e alle applicazioni;
sarà in possesso degli strumenti metodologici per comprendere i meccanismi microscopici alla base della fisica della materia.

**Capacità di applicare conoscenza e comprensione**

Lo studente che avrà seguito con profitto il corso:
sarà in grado di applicare le nozioni sviluppate nel corso per descrivere le proprietà fisiche dei solidi;
saprà interpretare e rappresentare i risultati sperimentali rilevanti;
saprà individuare e descrivere le grandezze fisiche e i meccanismi fisici che determinano le proprietà dei corpi, con principale riferimento a ciò che interessa il mondo delle applicazioni elettroniche.

## PROGRAMMA-SYLLABUS

1. Nozioni basilari di meccanica quantistica: Dalle equazioni di Maxwell al fotone; le relazioni di de Broglie e l'equazione di Schroedinger; particella nella scatola e oscillatore armonico; orbitali atomici e teoria del legame chimico.
2. Fisica dei solidi, prima parte: Le proprietà strutturali dei cristalli; le proprietà elastiche dei cristalli; i fononi; statistica di Bose; modello di Debye e proprietà termiche.
3. Fisica dei solidi, seconda parte: Il modello a bande per la struttura elettronica: modello di tight-binding e modello di Sommerfeld. Il livello di Fermi. Distribuzione di Fermi ed effetto della temperatura. Relazioni di dispersione e massa efficace. Densità degli stati. Le proprietà ottiche dei metalli e degli isolanti. La fotoemissione.
4. Fisica dei solidi, terza parte: Il trasporto elettrico nei metalli: meccanismi di scattering, libero cammino medio, modello di Drude, mobilità elettronica. La resistività in funzione della temperatura. Comportamento ad alta frequenza. Effetti di interfaccia: il potenziale chimico degli elettroni, il potenziale di contatto, l'effetto tunnel. I semiconduttori intrinseci e il doping; effetto Hall, mobilità e resistività in funzione della temperatura.
5. Il magnetismo. Lo spin e gli ordinamenti magnetici in un atomo; gli ordinamenti magnetici dei solidi: paramagnetismo, ferromagnetismo, antiferromagnetismo; il modello di campo medio.
6. 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.

## MATERIALE DIDATTICO

Per le nozioni elementari e l'inquadramento generale delle problematiche relative allo studio delle proprietà della materia, il corso adotta il testo

U. Scotti di Uccio, "Basi di meccanica quantistica", TAB ed.
Si tratta di un manuale scritto in modo molto semplice, per accostare il lettore al mondo della meccanica quantistica e della fisica della materia senza l'uso di formalismo complicato.
Per i temi avanzati, saranno invece messi a disposizione degli studenti appunti strutturati e contenenti gli aspetti formali.
Infine, un testo storico di riferimento è C. Kittel, "Introduzione alla fisica dello stato solido", Feltrinelli.

## MODALITÀ DI SVOLGIMENTO DELL'INSEGNAMENTO-MODULO

Didattica ed esercitazioni in aula. Lo stile degli interventi èinterattivo.

## VERIFICA DI APPRENDIMENTO E CRITERI DI VALUTAZIONE

**b) Modalità di valutazione**

La prova di esame consta di un colloquio. Saranno valutati l'autonomia nel portare avanti il discorso, la profondità culturale dell'analisi, la correttezza dell'esposizione. I requisiti minimi riguardano la capacità di descrivere almeno qualitativamente gli esperimenti e le osservazioni sperimentali, mettendo correttamente in evidenza le grandezze fisiche e gli aspetti concettuali rilevanti.

# SCHEDA DELL'INSEGNAMENTO (SI)
# REAL AND FUNCTIONAL ANALYSIS

# SSD: Analisi matematica (MATH-03/A)

DENOMINAZIONE DEL CORSO DI STUDIO: MATHEMATICAL ENGINEERING (D71)
ANNO ACCADEMICO 2026/2027

## INFORMAZIONI GENERALI - DOCENTE

DOCENTE: GAVITONE NUNZIA
TELEFONO: 081-675687
EMAIL: nunzia.gavitone@unina.it

## INFORMAZIONI GENERALI - ATTIVITÀ

INSEGNAMENTO INTEGRATO: NON PERTINENTE
MODULO: NON PERTINENTE
LINGUA DI EROGAZIONE DELL'INSEGNAMENTO: INGLESE
CANALE:
ANNO DI CORSO: I
PERIODO DI SVOLGIMENTO: SEMESTRE I
CFU: 9

### INSEGNAMENTI PROPEDEUTICI

.

### EVENTUALI PREREQUISITI

Analisi Matematica

### OBIETTIVI FORMATIVI

Scopo del corso è fornire allo studente le conoscenze di base di Analisi Reale e Analisi Funzionale con particolare riguardo agli argomenti che vengono utilizzati negli altri corsi della LM in Mathematical Engineering

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

**Conoscenza e capacità di comprensione**

Lo studente deve mostrare la propria conoscenza dell'Analisi Reale e Funzionale, che èsolitamente alla base dei metodi utilizzati nei problemi provenienti dal mondo dell'Ingegneria e

delle Scienze.

**Capacità di applicare conoscenza e comprensione**

Il corso fornisce gli strumenti di base dell'Analisi Reale e Funzionale per la risoluzione di semplici problemi teorici, che sorgono nelle applicazioni e vengono affrontati negli altri corsi.

## PROGRAMMA-SYLLABUS

Spazi topologici. Spazi metrici. Completamento. Compattezza. Spazi metrici completi: spazi di Banach, spazi di Hilbert. Basi ortonormali e serie di Fourier in spazi di Hilbert. Operatori lineari e continui tra spazi normati. Operatori compatti. Operatori aggiunti. Decomposizione spettrale di operatori autoaggiunti. Spettro dell'operatore di Laplace. Topologie deboli. Spazi riflessivi. Spazi separabili. Spazi L^p. Spazi di Sobolev e formulazione variazionale di problemi al bordo per equazioni alle derivate parziali. Introduzione ai metodi di Galerkin e metodi agli elementi finiti in un caso modello.

## MATERIALE DIDATTICO

[1] H. Brezis, Functional Analysis, Sobolev spaces and Partial Dierential Equations.Springer (2011).
[2] A. Ferrero, F. Gazzola, M. Zanotti, Elements of advances mathematical analysis for physics and engineering, Ed. Esculapio
[3] E. Kreyszig, Introductory Functional Analysis with Applications, John Wiley and Sons (1989).
[4] A. Mercaldo, Notes on Real and Functional Analysis, see "Materiale didattico"
[5] W. Rudin, Functional analysis. McGraw Hill, Inc., New York,1991
[6] S. Salsa, Equazioni a derivate parziali. Metodi, modelli e applicazioni. Springer

## MODALITÀ DI SVOLGIMENTO DELL'INSEGNAMENTO-MODULO

MOOC 3 CFU Tutorato in presenza 6 CFU

## VERIFICA DI APPRENDIMENTO E CRITERI DI VALUTAZIONE

**b) Modalità di valutazione**

Il voto viene formulato dalla Commissione d'esame in funzione delle risposte fornite dallo studente alle domande poste. Il voto finale viene motivato allo studente.

# SCHEDA DELL'INSEGNAMENTO (SI)
# CONTROLLI AUTOMATICI

# SSD: AUTOMATICA (ING-INF/04)

DENOMINAZIONE DEL CORSO DI STUDIO: CORSO DI LAUREA IN INGEGNERIA DELL'AUTOMAZIONE (N39)
ANNO ACCADEMICO 2026/2027

## INFORMAZIONI GENERALI - DOCENTE

DOCENTE: VILLANI LUIGI
TELEFONO: 081-7683861
EMAIL: luigi.villani@unina.it

## INFORMAZIONI GENERALI - ATTIVITÀ

INSEGNAMENTO INTEGRATO: NON PERTINENTE
MODULO: NON PERTINENTE
LINGUA DI EROGAZIONE DELL'INSEGNAMENTO: ITALIANO
CANALE: FG A-Z
ANNO DI CORSO: III
PERIODO DI SVOLGIMENTO: SEMESTRE I
CFU: 9

### INSEGNAMENTI PROPEDEUTICI

Metodi matematici per l'ingegneria, 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, con retroazione dello stato e con retroazione dell'uscita. 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, per sistemi sia lineari che non lineari. 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 mediante le funzioni di trasferimento: 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. Progetto di controllori digitali nel dominio a tempo-discreto con il metodo dell’assegnamento del modello.
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 correttrici.

Progetto di controllori digitali per discretizzazione nel dominio della frequenza. 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

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

## MODALITÀ DI SVOLGIMENTO DELL'INSEGNAMENTO-MODULO

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

**a) Modalità di esame**

- [x] Scritto
- [x] Orale
- [ ] Discussione di elaborato progettuale
- [ ] Altro

**In caso di prova scritta i quesiti sono**

- [ ] A risposta multipla
- [ ] A risposta libera
- [x] Esercizi numerici

**b) Modalità di valutazione**

Concorrono al voto finale sia la prova scritta che quella orale. Per accedere alla prova orale bisogna superare la prova scritta.

# SCHEDA DELL'INSEGNAMENTO (SI)
# Quantum circuit electrodynamics and Quantum devices (QCEQD)

# SSD: ELETTROTECNICA (ING-IND/31)

DENOMINAZIONE DEL CORSO DI STUDIO: QUANTUM SCIENCE AND ENGINEERING (D60)
ANNO ACCADEMICO 2026/2027

## INFORMAZIONI GENERALI - DOCENTE

DOCENTE: FORESTIERE CARLO
TELEFONO: 081-7682007
EMAIL: carlo.forestiere@unina.it

## INFORMAZIONI GENERALI - ATTIVITÀ

INSEGNAMENTO INTEGRATO: NON PERTINENTE
MODULO: NON PERTINENTE
LINGUA DI EROGAZIONE DELL'INSEGNAMENTO: INGLESE
CANALE:
ANNO DI CORSO: II
PERIODO DI SVOLGIMENTO: SEMESTRE I
CFU: 9

### INSEGNAMENTI PROPEDEUTICI

-

### EVENTUALI PREREQUISITI

Prerequisites
• Linear algebra, including vector spaces, eigenvalues, eigenvectors, and complex numbers
• Classical circuit theory, including RLC circuits and Kirchhoff's laws; basic knowledge of electromagnetic waves is helpful
• Basic programming familiarity, preferably with Python, is beneficial

### OBIETTIVI FORMATIVI

By the end of the course, students should be able to:
• Model superconducting circuits using flux and charge variables and derive Lagrangians and Hamiltonians.

• Apply canonical quantization to lumped-element circuits and interpret the resulting quantum operators and spectra.
• Analyze and simulate superconducting qubits, including Cooper-pair boxes, transmons, flux qubits, and fluxonium qubits, accounting for noise sensitivity, anharmonicity, and leakage.
• Derive and use effective models for circuit quantum electrodynamics, including the Jaynes–Cummings model, the rotating-wave approximation, and the dispersive Hamiltonian obtained through the Schrieffer–Wolff transformation.
• Understand the principles of dispersive readout and the mechanisms underlying two-qubit coupling and gate implementation, including iSWAP, CZ/CPHASE gates, and tunable couplers.
• Formulate Markovian open-system dynamics using the Lindblad master equation and connect dissipation to transmission lines and bath models, including the Caldeira–Leggett model.
• Implement representative unitary and dissipative simulations in Python and Jupyter using QuTiP.
• Set up basic quantum-control optimization problems and implement the GRAPE and CRAB optimal-control algorithms.

## RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI (DESCRITTORI DI DUBLINO)

**Conoscenza e capacità di comprensione**

By the end of the course, students will have acquired a solid understanding of the principles of superconducting quantum circuits and circuit quantum electrodynamics. They will understand how to formulate circuit models using flux and charge variables, derive the corresponding Lagrangians and Hamiltonians, and apply canonical quantization to lumped-element circuits. They will be familiar with the physical properties and operating regimes of the main superconducting qubits, including Cooper-pair boxes, transmons, flux qubits, and fluxonium qubits.
Students will also understand the Jaynes–Cummings model, the rotating-wave and dispersive approximations, dispersive readout, two-qubit coupling mechanisms, and the implementation of gates such as iSWAP and CZ/CPHASE. They will understand the basic theory of open quantum systems, including Lindblad dynamics, transmission-line quantization, input–output concepts, and bath models. Finally, they will be familiar with numerical simulation methods based on Python, Jupyter, and QuTiP, as well as the fundamental concepts of quantum optimal control and the GRAPE and CRAB algorithms.

**Capacità di applicare conoscenza e comprensione**

Students will be able to apply the theoretical concepts acquired during the course to the analysis and design of superconducting quantum circuits and circuit-QED systems. They will be able to derive and manipulate circuit Hamiltonians, identify appropriate approximations, and determine energy spectra, eigenstates, transition frequencies, anharmonicities, and noise sensitivities for different qubit architectures.
They will also be able to model qubit–resonator and qubit–qubit interactions, analyze dispersive readout schemes, and design elementary single- and two-qubit control protocols. Using Python, Jupyter, and QuTiP, students will implement numerical simulations of both unitary and dissipative dynamics, evaluate gate fidelity and leakage, and compare analytical predictions with numerical results. They will also be able to formulate basic quantum-control problems and apply GRAPE and CRAB algorithms to optimize control pulses under realistic physical constraints.

## PROGRAMMA-SYLLABUS

**Part 1 (8 hours): Motivation, platforms, superconductivity, and Josephson physics**

• Circuit QED and quantum devices: motivation, architecture-level overview, and DiVincenzo criteria
• Quantum mechanics for macroscopic variables; historical perspective and landmark experiments
• Transmon versus Cooper-pair box; fidelity, scaling strategies, and couplers
• Essentials of superconductivity: Meissner effect, London equations, type-I and type-II superconductors, BCS theory, and flux quantization
• Josephson junctions: current–phase and voltage–phase relations; circuit interpretation

**Part 2 (6 hours): Mathematical quantum mechanics and canonical quantization toolkit**

• Lagrangian and Hamiltonian formulations of circuits; Euler–Lagrange equations, Hamilton's equations, and Poisson brackets
• Vector spaces and Hilbert spaces; Dirac notation; operators, adjoints, projectors, and spectra
• Postulates of quantum mechanics: measurement, Born rule, unitary time evolution, and Schrödinger and Heisenberg pictures
• Commutators, uncertainty relations, and the correspondence principle applied to circuit quantization

**Part 3 (4 hours): Quantized LC resonator and coherent states**

• Quantization of the LC circuit; zero-point fluctuations, ladder operators, and the driven harmonic oscillator
• Coherent states; displacement operator; classical and quantum dynamics under a microwave drive

**Part 4 (18 hours): Superconducting qubits, single-qubit control, and circuit quantization**

• Josephson nonlinearity and superconducting-qubit models: Cooper-pair box, transmon, flux qubit, and fluxonium; flux tuning using SQUIDs
• Transmon Hamiltonian; Mathieu equation; operating regimes as a function of EJ/EC; anharmonicity and leakage
• Charge noise and offset charge; rotating frame, rotating-wave approximation, and Rabi oscillations
• Bloch sphere, Pauli operators, and single-qubit gates: X, Y, Z, phase, Hadamard, and virtual-Z gates
• Microwave-control hardware: local oscillator, I/Q modulation, mixers, arbitrary waveform generators, quadratures, and effective control axes
• Quantization of complex circuits using graph methods, including tree and co-tree structures, external flux, and gauge transformations
• Coupled circuits and quadratic forms: capacitance matrices, weak-coupling approximations, and mode diagonalization

**Part 5 (10 hours): Dispersive readout and two-qubit gates**

• Resonator–transmon quantization; Jaynes–Cummings model, interaction picture, and rotating-wave approximation
• Dispersive regime; Schrieffer–Wolff transformation; effective dispersive Hamiltonian and readout principle
• Readout through reflection, S11, and phase and amplitude responses; quantum-nondemolition aspects and critical-photon-number trade-offs
• Two-qubit coupling mechanisms: direct, mediated, and parametric coupling; transverse and longitudinal components
• iSWAP gates and entanglement generation; CZ and CPHASE gates using higher energy levels, the qutrit picture, and avoided crossings

**Part 6 (14 hours): Transmission lines, input–output theory, spontaneous emission, and open quantum systems**

• Sources of decoherence, including two-level systems, quasiparticles, 1/f noise, and residual fields; operational definitions of T1 and T2
• Lindblad master equation for relaxation and dephasing; populations and coherences
• Motivation for quantizing transmission lines: distributed degrees of freedom, dissipation, and readout and control interfaces
• Quantization of transmission-line fields; semi-infinite transmission lines as effective dissipative elements
• Finite-length transmission-line resonators, boundary conditions, mode expansions, and ultraviolet cutoff concepts
• Coupling between lumped circuits and transmission lines; boundary matching and the emergence of input–output relations and damping
• Caldeira–Leggett model; memory kernels, Markovian and short-memory limits, and quantum Langevin equations
• Spontaneous emission into a transmission line in the weak-coupling and rotating-wave regimes; spectral distribution and linewidth
• Numerical examples using QuTiP for dissipative circuit-QED dynamics and analysis of the limits of the rotating-wave approximation

**Part 7 (10 hours): Quantum control, dynamical decoupling, and monitored quantum systems**

• Motivation for quantum control; open-loop and feedback control; reachability, controllability, and the Lie algebra rank condition
• GRAPE: piecewise-constant controls, infidelity cost functions, forward and backward propagation, and gradient computation
• Limitations of GRAPE and experimental constraints; CRAB control based on truncated-basis parametrization and gradient-free optimization
• Nelder–Mead simplex operations for black-box cost functions: reflection, expansion, contraction, and shrinkage

• Selected topics in decoherence, dynamical decoupling, including CPMG sequences, and noise spectroscopy
• Continuously monitored quantum systems, quantum trajectories, and introductory concepts of feedback control

## MATERIALE DIDATTICO

A. Ciani, D. P. DiVincenzo, B. M. Terhal, "Lecture Notes on Quantum Electrical Circuits" https://arxiv.org/abs/2312.05329
U. Vool, M. Devoret, Introduction to quantum electromagnetic circuits, Special Issue on Quantum Technologies, International Journal of Circuit, Theory and Applications, 897-934, 2017.
G. Wendin, Quantum information processing with superconducting circuits: a review, Rep. Prog. Phys. 80 106001, 2017.
X. Gua, A. F. Kockum, A. Miranowicz, Y. Liu, F. Nori, Microwave photonics with superconducting quantum circuits, Physics Reports 718-719, 1 102, 2017.
P. Krantz, M. Kjaergaard, F. Yan, T. P. Orlando, S. Gustavsson, and W. D. Oliver, A quantum engineer's guide to superconducting qubits, Appl. Phys. Rev. 6, 021318 (2019); https://doi.org/10.1063/1.5089550-
A. Blais, A. L. Grimsmo, S. M. Girvin, A. Wallraff, Circuit quantum electrodynamics, Rev. Mod. Phys. 93, 025005 (2021).-
A. M. Zagoskin Quantum Engineering: Theory and Design of Quantum Coherent Structures, Cambridge University Press, 2011. - Lecture Notes.

## MODALITÀ DI SVOLGIMENTO DELL'INSEGNAMENTO-MODULO

The course is delivered through lectures combining analytical derivations with physical interpretation and discussion. The theoretical material is complemented by guided numerical examples and computational exercises carried out in Python and Jupyter, using NumPy, Matplotlib, and QuTiP. These activities allow students to apply the concepts introduced during the lectures to the modelling and simulation of superconducting quantum circuits, circuit-QED systems, open-system dynamics, and quantum-control problems.

## VERIFICA DI APPRENDIMENTO E CRITERI DI VALUTAZIONE

**a) Modalità di esame**

- [ ] Scritto
- [x] Orale
- [x] Discussione di elaborato progettuale
- [ ] Altro

**In caso di prova scritta i quesiti sono**

- [ ] A risposta multipla
- [ ] A risposta libera
- [ ] Esercizi numerici

**b) Modalità di valutazione**

The final examination consists of two components. First, the student selects one of the computational problems proposed in the course material and solves it using Python and QuTiP. The main results may be presented with the support of a short presentation. The corresponding Jupyter notebook or Python code must be submitted to the instructor at least one day before the examination.

The second component is an oral discussion covering the theoretical and methodological topics included in the course syllabus. The student may use the blackboard to support derivations and explanations.

The examination date must be arranged with the instructor by email at least one week in advance.

# SCHEDA DELL'INSEGNAMENTO (SI)
# TEORIA DELL'INFORMAZIONE

# SSD: Telecomunicazioni (IINF-03/A)

DENOMINAZIONE DEL CORSO DI STUDIO: INGEGNERIA ELETTRONICA (DE8)
ANNO ACCADEMICO 2026/2027

## INFORMAZIONI GENERALI - DOCENTE

DOCENTE: LOPS MARCO
TELEFONO:
EMAIL: marco.lops@unina.it

## INFORMAZIONI GENERALI - ATTIVITÀ

INSEGNAMENTO INTEGRATO: NON PERTINENTE
MODULO: NON PERTINENTE
LINGUA DI EROGAZIONE DELL'INSEGNAMENTO: ITALIANO
CANALE: FG A-Z
ANNO DI CORSO: I
PERIODO DI SVOLGIMENTO: SEMESTRE I
CFU: 9

### INSEGNAMENTI PROPEDEUTICI

Nessuno

### EVENTUALI PREREQUISITI

Elementi di teoria della probabilità.

### OBIETTIVI FORMATIVI

Il corso, destinato agli studenti di laurea magistrale che abbiano acquisito nel precedente triennio gli elementi di base delle discipline dell'informazione, ha per obiettivo principale l'inquadramento sistematico di concetti quali definizione e misura dell'informazione, compressione dati (codifica di sorgente), compressione con perdite (teorema rate-distortion e quantizzazione vettoriale), trasferimento affidabile dell'informazione attraverso canali rumorosi (codifica di canale), fondamenti di teoria della decisione e di inferenza statistica.

## RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI (DESCRITTORI DI DUBLINO)

**Conoscenza e capacità di comprensione**

Lo studente sarà messo in grado di comprendere le funzioni delle varie parti costitutive dei sistemi di elaborazione, immagazzinamento e trasferimento dell'informazione, nonché i principi che ne ispirano il progetto. Inoltre, lo studente sarà quindi in grado di "rileggere" alcune nozioni acquisite nell'ambito del triennio di base alla luce dei principi generali della Teoria dell'Informazione. Acquisirà inoltre alcuni concetti di base dell'elaborazione statistica di dati, quali il progetto di regole di decisione e i principi dell'inferenza statistica

**Capacità di applicare conoscenza e comprensione**

Lo studente saprà non solo applicare concretamente i concetti forniti durante il corso al progetto di specifiche parti costitutive dei sistemi – per esempio, codificatori di sorgente e/o di canale, quantizzatori, ecc. – ma anche riconoscerne la rilevanza nell'ambito di discipline apparentemente lontane (quali complessità, computabilità, costruzione di alberi decisionali, ecc.).

## PROGRAMMA-SYLLABUS

- Concetti fondamentali. Informazione e sua misura: l'entropia e le sue proprietà. Entropia congiunta e condizionale. Divergenza e mutua informazione. Proprietà delle principali grandezze informazionali.
- Codifica dell'alfabeto di sorgente. Introduzione alla codifica di sorgente. Codici non singolari, univocamente decifrabili e a prefisso. Codici di Huffman, di Shannon, di Shannon-Fano-Elias. Limiti informazionali alla lunghezza media dei codici di sorgente. Codifica a blocchi. Caratterizzazione delle sorgenti: il tasso entropico e le sue interpretazioni. Concetto di tipicità e sue implicazioni nella compressione dati. Codifica aritmetica. Codifica di Lempel-Ziv.
- Compressione con perdite. Introduzione al concetto di compressione con perdite: il tasso (Rate) e la Distorsione (Distortion). Il concetto di Rate-Distortion function. Calcolo della funzione R-D per alcune sorgenti notevoli e sue interpretazioni. Codifica (con perdite) a blocchi e sua interpretazione. Teorema Rate-Distortion. Applicazioni: quantizzazione scalare e quantizzazione vettoriale. Progetto di quantizzatori vettoriali. Esempi.
- Capacità di canale. Concetti fondamentali: canali di comunicazione, tasso di trasmissione, tasso di codifica. Capacità di canale: concetti generali e casi notevoli. Teorema della codifica di canale. Esempi di codici di canale: codifica binaria lineare a blocchi e suoi limiti prestazionali. Separabilità della codifica di sorgente e della codifica di canale. Estensione al caso continuo delle principali grandezze informazionali. Canali continui e loro capacità. Il canale Gaussiano additivo. Canali Gaussiani in parallelo. Canali Gaussiani con memoria. Cenni ai canali con feedback.
- Fondamenti di statistica inferenziale. Regole di decisione. Classificazione. Test di ipotesi statistiche. Stima di parametri: stimatori Bayesiani e non Bayesiani

## MATERIALE DIDATTICO

Il testo di riferimento è T. Cover, J. Thomas, "Elements of Information Theory".

Materiale didattico aggiuntivo (slides, note del docente) sarà reso disponibile sul canale teams del corso.

## MODALITÀ DI SVOLGIMENTO DELL'INSEGNAMENTO-MODULO

100% lezioni in aula.

## VERIFICA DI APPRENDIMENTO E CRITERI DI VALUTAZIONE

**a) Modalità di esame**

- [ ] Scritto
- [x] Orale
- [ ] Discussione di elaborato progettuale
- [ ] Altro

**In caso di prova scritta i quesiti sono**

- [ ] A risposta multipla
- [ ] A risposta libera
- [ ] Esercizi numerici

**b) Modalità di valutazione**

La verifica avverrà mediante un colloquio orale sui contenuti del corso.

# SCHEDA DELL'INSEGNAMENTO (SI)
# COMPONENTI E CIRCUITI OTTICI

# SSD: Campi elettromagnetici (IINF-02/A)

DENOMINAZIONE DEL CORSO DI STUDIO: INGEGNERIA ELETTRONICA (DE8)
ANNO ACCADEMICO 2026/2027

## INFORMAZIONI GENERALI - DOCENTE

DOCENTE: CAPOZZOLI AMEDEO
TELEFONO: 081-7683358
EMAIL: amedeo.capozzoli@unina.it

## INFORMAZIONI GENERALI - ATTIVITÀ

INSEGNAMENTO INTEGRATO: NON PERTINENTE
MODULO: NON PERTINENTE
LINGUA DI EROGAZIONE DELL'INSEGNAMENTO: ITALIANO
CANALE: FG A-Z
ANNO DI CORSO: I
PERIODO DI SVOLGIMENTO: SEMESTRE II
CFU: 9

### INSEGNAMENTI PROPEDEUTICI

Nessuno.

### EVENTUALI PREREQUISITI

Elementi di base dell'elettromagnetismo applicato.

### OBIETTIVI FORMATIVI

Offrire gli elementi per la comprensione dei principi elettromagnetici di funzionamento dei componenti e dei circuiti ottici, basati anche su effetti non lineari, e le loro applicazioni più comuni.

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

**Conoscenza e capacità di comprensione**

Lo studente deve dimostrare di conoscere e saper comprendere le problematiche relative al funzionamento dei componenti e circuiti ottici d'uso più comune, dimostrando di sapere elaborare le nozioni teoriche apprese relativamente ai fenomeni elettromagnetici nelle bande di interesse.

**Capacità di applicare conoscenza e comprensione**

Applicando gli strumenti metodologici appresi relativi ai fenomeni elettromagnetici alle frequenze ottiche, lo studente deve dimostrare di saper risolvere problemi concreti, relativi all'analisi e al progetto dei dispositivi e dei circuiti ottici.

## PROGRAMMA-SYLLABUS

Ottica in mezzi anisotropi: concetti fondamentali, strumenti teorici per l'analisi della propagazione alle frequenze ottiche e principali effetti utili nelle applicazioni. Elementi di olografia. [2 CFU] Componenti ottici: principi di funzionamento, descrizione delle strutture e individuazione dei parametri di progetto. Strutture dielettriche guidanti step e graded index, guide periodiche, polarizzatori, beam-splitter, attenuatori, accoppiatori, interferometri, faraday rotators, isolatori, circolatori, multiplexer, demultiplexer, reticoli, filtri, componenti a cristalli liquidi, dispositivi olografici e dispositivi ottici di memorizzazione, scanner. [4 CFU] Ottica non lineare: relazioni costitutive non lineari e tensore di suscettività; effetti non lineari del secondo e del terzo ordine; cenni agli effetti di ordine superiore. Applicazioni dell'ottica non lineare. Propagazione solitonica. [1.5 CFU] Cenni alle metodologie e alle tecnologie per la realizzazione e caratterizzazione sperimentale di componenti ottici. Circuiti ottici: analisi e progetto dell'interconnessione fra componenti. Massima distanza del collegamento dettata dall'attenuazione e dalla dispersione. [1.5 CFU]

## MATERIALE DIDATTICO

Si veda sito docente del titolare dell'insegnamento.

## MODALITÀ DI SVOLGIMENTO DELL'INSEGNAMENTO-MODULO

Il docente utilizzerà: a) lezioni frontali per circa il 70% delle ore totali, b) esercitazioni per approfondire praticamente aspetti teorici per 30%.

## VERIFICA DI APPRENDIMENTO E CRITERI DI VALUTAZIONE

**a) Modalità di esame**

- ☐ Scritto
- ☑ Orale
- ☐ Discussione di elaborato progettuale
- ☐ Altro

**In caso di prova scritta i quesiti sono**

- ☐ A risposta multipla
- ☐ A risposta libera
- ☐ Esercizi numerici

**b) Modalità di valutazione**

Il campo sarà definito secondo l'aggiornamento delle Linee guida del PQA in corso di predisposizione.

# SCHEDA DELL'INSEGNAMENTO (SI)
# MISURE A MICROONDE E ONDE MILLIMETRICHE

## SSD: Campi elettromagnetici (IINF-02/A)

DENOMINAZIONE DEL CORSO DI STUDIO: INGEGNERIA ELETTRONICA (DE8)
ANNO ACCADEMICO 2026/2027

## INFORMAZIONI GENERALI - DOCENTE

DOCENTE: CURCIO CLAUDIO
TELEFONO: 081-7683103
EMAIL: claudio.curcio@unina.it

## INFORMAZIONI GENERALI - ATTIVITÀ

INSEGNAMENTO INTEGRATO: NON PERTINENTE
MODULO: NON PERTINENTE
LINGUA DI EROGAZIONE DELL'INSEGNAMENTO: ITALIANO
CANALE: FG A-Z
ANNO DI CORSO: I
PERIODO DI SVOLGIMENTO: SEMESTRE II
CFU: 9

### INSEGNAMENTI PROPEDEUTICI

*Nessuno*

### EVENTUALI PREREQUISITI

*Conoscenze base di elettromagnetismo applicato.*

### OBIETTIVI FORMATIVI

*Il corso si propone due obiettivi principali. Il primo ha lo scopo di descrivere le principali tecniche di misura ed il principio di funzionamento degli strumenti più comunemente impiegati alle microonde e alle onde millimetriche. Il secondo di addestrare lo studente all'utilizzo dei più comuni strumenti di misura alle microonde ed onde millimetriche, grazie ad esperienze di laboratorio guidate.*

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

**Conoscenza e capacità di comprensione**

*Lo studente deve dimostrare di conoscere le principali tecniche di caratterizzazione di dispositivi operanti alle microonde ed onde millimetriche. Deve inoltre conoscere le architetture dei principali strumenti di misura, le più diffuse tecniche di calibrazione e gli ambienti di misura utilizzati in tale ambito.*

**Capacità di applicare conoscenza e comprensione**

*Lo studente deve dimostrare di sapere applicare, nell'ambito della caratterizzazione sperimentale dei parametri elettromagnetici dei materiali e nell'ambito della caratterizzazione sperimentale di dispositivi operanti alle microonde ed onde millimetriche, gli strumenti metodologici acquisiti durante il corso e di saper utilizzare i moderni strumenti di misura adoperati nelle applicazioni.*

## PROGRAMMA-SYLLABUS

*Introduzione ai dispositivi ad N porte lineari e alla loro descrizione elettromagnetica mediante matrice delle impedenze, matrice delle ammettenze, matrice di diffusione e matrice di trasmissione. Dispositivi reciproci, simmetrici, senza perdite e completamente adattati. Proprietà. Teoria dei grafi per la descrizione dei circuiti a microonde ed onde millimetriche e regole elementari per la loro manipolazione. La regola di Mason per la soluzione rapida e generale di un grafo complesso. [1 CFU] Richiami sull'adattamento di strutture guidanti e sull'utilizzo per la loro soluzione della carta di Smith: adattamento a l/4, a singolo, doppio e triplo stub. Esercitazioni di laboratorio. Adattamento a parametri concentrati e realizzazione di elementi concentrati in strutture stampate operanti alle iperfrequenze. [2 CFU] Strutture riflettometriche basate su accoppiatori direzionali o bridge per la caratterizzazione sperimentale a banda larga dei parametri in riflessione. Introduzione alla loro calibrazione. Strutture operanti in trasmissione per la caratterizzazione sperimentale a banda larga dei parametri in trasmissione. Introduzione alla loro calibrazione. Generatori di segnale: principi di funzionamento e loro utilizzo. Misure di potenza e power meter. Analizzatore di reti scalare (SNA) ed analizzatore di reti vettoriale (VNA): principio di funzionamento ed architetture più comuni (accoppiatori/bridge). Le calibrazioni più comuni di un SNA/VNA: calibrazione OSM/OSL, calibrazione 12 termini e calibrazione TSD; calibrazioni TRL, TRM, TRA e LRL, LRM, LRA. [3 CFU] Progettazione dei carichi di calibrazione in coassiale. Analizzatore di spettro: principio di funzionamento ed architetture più comuni. Utilizzo di un analizzatore di spettro. Misure nel dominio del tempo. [1 CFU] Spettroscopia alle microonde ed onde millimetriche. Caratterizzazione sperimentale dei parametri elettromagnetici dei materiali. [1 CFU] Misure d'antenna e Camera Anecoica Elettromagnetica. [1 CFU]*

## MATERIALE DIDATTICO

*Appunti del corso, libri di testo, pubblicazioni.*

## MODALITÀ DI SVOLGIMENTO DELL'INSEGNAMENTO-MODULO

*Lezioni, esercizi ed esperienze numeriche e sperimentali.*

## VERIFICA DI APPRENDIMENTO E CRITERI DI VALUTAZIONE

**b) Modalità di valutazione**

Il campo sarà definito secondo l'aggiornamento delle Linee guida del PQA in corso di predisposizione

# SCHEDA DELL'INSEGNAMENTO (SI)
# PROGETTI DI SISTEMI DI TELERILEVAMENTO

# SSD: CAMPI ELETTROMAGNETICI (ING-INF/02)

DENOMINAZIONE DEL CORSO DI STUDIO: INGEGNERIA DELLE TELECOMUNICAZIONI E DEI MEDIA DIGITALI (DE7)
ANNO ACCADEMICO 2026/2027

## INFORMAZIONI GENERALI - DOCENTE

DOCENTE: RICCIO DANIELE
TELEFONO: 081-7683114
EMAIL: daniele.riccio@unina.it

## INFORMAZIONI GENERALI - ATTIVITÀ

INSEGNAMENTO INTEGRATO: NON PERTINENTE
MODULO: NON PERTINENTE
LINGUA DI EROGAZIONE DELL'INSEGNAMENTO: ITALIANO
CANALE: FG A-Z
ANNO DI CORSO: II
PERIODO DI SVOLGIMENTO: SEMESTRE II
CFU: 9

### INSEGNAMENTI PROPEDEUTICI

Nessuno

### EVENTUALI PREREQUISITI

*L'insegnamento si propone di fornire agli studenti conoscenze specialistiche e strumenti metodologici per l'analisi e la progettazione di sistemi di telerilevamento elettromagnetico in configurazioni convenzionali ed avanzate. Vengono illustrate le logiche di progettazione che, a partire dalle applicazioni e dai requisiti degli utenti, conducono alla definizione delle specifiche di sistema e alle principali scelte progettuali relative ai sensori, alle modalità di acquisizione e alle tecniche di elaborazione dei dati telerilevati.*
*Sono approfonditi i modelli di diffusione elettromagnetica relativi a superfici naturali, aree vegetate, zone oceaniche, ambienti urbani e atmosfera, evidenziandone il ruolo nella valutazione delle prestazioni dei sistemi di telerilevamento. Sono analizzati i principi e le caratteristiche progettuali*

*dei principali sensori attivi e passivi, nonché di sistemi e missioni di telerilevamento esistenti o di prossima operatività.*
*Attraverso attività di laboratorio basate su software specialistici e dati messi a disposizione dalle principali agenzie spaziali o acquisiti nel corso di campagne sperimentali con drone, gli studenti acquisiscono competenze nella simulazione, elaborazione e interpretazione di dati telerilevati attivi e passivi, nella verifica delle specifiche di sistema e nella valutazione delle relative scelte progettuali.*

## OBIETTIVI FORMATIVI

*L'insegnamento si propone di fornire agli studenti conoscenze specialistiche e strumenti metodologici per l'analisi e la progettazione di sistemi di telerilevamento elettromagnetico in configurazioni convenzionali ed avanzate. Vengono illustrate le logiche di progettazione che, a partire dalle applicazioni e dai requisiti degli utenti, conducono alla definizione delle specifiche di sistema e alle principali scelte progettuali relative ai sensori, alle modalità di acquisizione e alle tecniche di elaborazione dei dati telerilevati.*
*Sono approfonditi i modelli di diffusione elettromagnetica relativi a superfici naturali, aree vegetate, zone oceaniche, ambienti urbani e atmosfera, evidenziandone il ruolo nella valutazione delle prestazioni dei sistemi di telerilevamento. Sono analizzati i principi e le caratteristiche progettuali dei principali sensori attivi e passivi, nonché di sistemi e missioni di telerilevamento esistenti o di prossima operatività.*
*Attraverso attività di laboratorio basate su software specialistici e dati messi a disposizione dalle principali agenzie spaziali o acquisiti nel corso di campagne sperimentali con drone, gli studenti acquisiscono competenze nella simulazione, elaborazione e interpretazione di dati telerilevati attivi e passivi, nella verifica delle specifiche di sistema e nella valutazione delle relative scelte progettuali.*

## RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI (DESCRITTORI DI DUBLINO)

**Conoscenza e capacità di comprensione**

*Lo studente deve dimostrare di conoscere e comprendere le problematiche avanzate del telerilevamento attivo e passivo, i principi di funzionamento e le caratteristiche dei principali sensori, nonché i modelli di diffusione elettromagnetica superficiale e volumetrica relativi ai diversi scenari osservati. Deve inoltre comprendere il processo che, a partire dalle applicazioni e dai requisiti degli utenti, conduce alla definizione delle specifiche di sistema e alle principali scelte progettuali, nonché le metodologie di simulazione, elaborazione e interpretazione di dati telerilevati attivi e passivi, con particolare riferimento ai dati SAR acquisiti in configurazioni avanzate e ai dati ottici/multispettrali. Il percorso formativo fornisce conoscenze specialistiche e strumenti metodologici avanzati per analizzare criticamente le prestazioni di imaging dei sistemi di telerilevamento e per interpretare e utilizzare dati attivi e passivi in relazione a specifiche applicazioni.*

**Capacità di applicare conoscenza e comprensione**

*Lo studente deve dimostrare di essere in grado di applicare le conoscenze acquisite alla definizione delle specifiche e alla progettazione preliminare di sistemi di telerilevamento per applicazioni assegnate. Deve saper selezionare modelli elettromagnetici, sensori, modalità di acquisizione e tecniche di elaborazione coerenti con i requisiti, valutare le prestazioni di imaging e confrontare soluzioni progettuali alternative. Deve inoltre essere in grado di utilizzare strumenti specialistici per la simulazione, l'elaborazione e l'interpretazione di dati telerilevati attivi e passivi, inclusi dati SAR acquisiti in configurazioni avanzate e dati ottici/multispettrali.*

## PROGRAMMA-SYLLABUS

**Dalle applicazioni del telerilevamento ai requisiti di sistema**. Modelli di diffusione elettromagnetica per sistemi di telerilevamento. **Superfici naturali**: modelli geometrici ed elettromagnetici di superfici aleatorie, approssimazione di Kirchhoff, soluzioni di Ottica Fisica e Ottica Geometrica. **Aree vegetate**: modelli per strutture stratificate, teoria del trasferimento radiativo. **Zone oceaniche**: metodo delle piccole perturbazioni. **Aree urbane**: modelli per la diffusione e diffrazione elettromagnetica da diedri e triedri, Teoria Geometrica della diffrazione. **Atmosfera**. Simulazione al calcolatore di campi elettromagnetici diffusi.

**Dai requisiti utenti alle specifiche di sistema**. Sensori passivi e attivi. Radiometri. Sensori Ottici. Altimetri. Scatterometri. **Radar ad Apertura Sintetica**: elaborazioni spazio-varianti dei dati SAR, configurazioni Spotlight e ScanSAR, TOPSAR. Riflettometria GNSS.

**Dalle specifiche di sistema alle scelte progettuali**. Principali caratteristiche progettuali di alcuni sistemi di telerilevamento esistenti e di prossima realizzazione delle agenzie spaziali: ASI, ESA, NASA.

**Laboratorio di elaborazione di dati telerilevati attivi e passivi**. Si adopera software ESA gratuito della categoria SNAP e dati SAR dal Copernicus Browser di ESA. Le elaborazioni sono operabili dagli studenti sui propri PC. Le principali attività laboratoriali includono: visualizzazione e interpretazione di immagini telerilevate, statistiche e filtraggio dello speckle, interferometria SAR differenziale, studio dei ghiacci marini, simulazione e sintesi di dati SAR in configurazioni convenzionali ed avanzate, monitoraggio di disastri con sensori passivi, indici spettrali. L'elaborazione dei dati conduce ad una relazione che può essere oggetto di discussione all'esame.

## MATERIALE DIDATTICO

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

## MODALITÀ DI SVOLGIMENTO DELL'INSEGNAMENTO-MODULO

*Lezioni frontali: 67%*

*Laboratorio: 33%*

## VERIFICA DI APPRENDIMENTO E CRITERI DI VALUTAZIONE

**a) Modalità di esame**

- [ ] Scritto
- [x] Orale
- [ ] Discussione di elaborato progettuale
- [ ] Altro

**In caso di prova scritta i quesiti sono**

- [ ] A risposta multipla
- [ ] A risposta libera
- [ ] Esercizi numerici

**b) Modalità di valutazione**

# SCHEDA DELL'INSEGNAMENTO (SI)
# MISURE PER LA COMPATIBILITA' ELETTROMAGNETICA

## SSD: Misure elettriche ed elettroniche (IMIS-01/B)

DENOMINAZIONE DEL CORSO DI STUDIO: INGEGNERIA ELETTRONICA (DE8)
ANNO ACCADEMICO 2026/2027

## INFORMAZIONI GENERALI - DOCENTE

DOCENTE: PASQUINO NICOLA
TELEFONO: 081-7683630
EMAIL: nicola.pasquino@unina.it

## INFORMAZIONI GENERALI - ATTIVITÀ

INSEGNAMENTO INTEGRATO: NON PERTINENTE
MODULO: NON PERTINENTE
LINGUA DI EROGAZIONE DELL'INSEGNAMENTO: ITALIANO
CANALE: FG A-Z
ANNO DI CORSO: I
PERIODO DI SVOLGIMENTO: SEMESTRE II
CFU: 9

### INSEGNAMENTI PROPEDEUTICI

Fondamenti di Misura

### EVENTUALI PREREQUISITI

Conoscenza di base dell’analisi spettrale.

### 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 alla misurazione 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, e 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-anecoica 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; norme per la misura dell'esposizione della popolazione. 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

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

## MODALITÀ DI SVOLGIMENTO DELL'INSEGNAMENTO-MODULO

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

**a) Modalità di esame**

- [ ] Scritto
- [x] Orale
- [x] Discussione di elaborato progettuale
- [ ] Altro

**In caso di prova scritta i quesiti sono**

- [ ] A risposta multipla
- [ ] A risposta libera
- [ ] Esercizi numerici

**b) Modalità di valutazione**

50% elaborato progettuale; 50% orale

# SCHEDA DELL'INSEGNAMENTO (SI)
# SENSORI E TRASDUTTORI DI MISURA

## SSD: Misure elettriche ed elettroniche (IMIS-01/B)

DENOMINAZIONE DEL CORSO DI STUDIO: INGEGNERIA ELETTRONICA (DE8)
ANNO ACCADEMICO 2026/2027

## INFORMAZIONI GENERALI - DOCENTE

DOCENTE: BONAVOLONTA' FRANCESCO
TELEFONO: 081-679987
EMAIL: francesco.bonavolonta@unina.it

## INFORMAZIONI GENERALI - ATTIVITÀ

INSEGNAMENTO INTEGRATO: NON PERTINENTE
MODULO: NON PERTINENTE
LINGUA DI EROGAZIONE DELL'INSEGNAMENTO: ITALIANO
CANALE: FG A-Z
ANNO DI CORSO: I
PERIODO DI SVOLGIMENTO: SEMESTRE II
CFU: 9

### INSEGNAMENTI PROPEDEUTICI

Nessuna propedeuticità.

### EVENTUALI PREREQUISITI

Nessun prerequisito.

### OBIETTIVI FORMATIVI

Obiettivo del corso è di fornire la capacità di progettare e sviluppare autonomamente sistemi di misura basati su sensori,
trasduttori di misura, analogici e digitali, e su architetture hardware low-cost a microcontrollore per l’elaborazione
numerica dei segnali acquisiti. Particolare attenzione viene posta sull’identificazione delle caratteristiche metrologiche dei
sensori, sia statiche che dinamiche, per la scelta più opportuna rispetto ai requisiti del progetto, e sulla realizzazione di

opportuni circuiti di condizionamento. L’attenzione è inoltre focalizzata sui parametri principali dell’acquisizione di un
segnale, sull’utilizzo ottimale delle risorse hardware messe a disposizione da un microcontrollore, sulla scrittura di efficienti
algoritmi di misura in linguaggio C di basso e di più alto livello e su come valutare le prestazioni metrologiche dello
strumento sviluppato. Il corso pone anche le basi per lo sviluppo di architetture di Smart Sensors per applicazioni
dell’Internet of Things, e declinate per i diversi campi dell’Industria 4.0, delle Smart Grids dell’Agritech, etc., che sfruttano
i protocolli di comunicazione innovativi come LoRaWAN.

## RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI (DESCRITTORI DI DUBLINO)

**Conoscenza e capacità di comprensione**

Lo studente deve dimostrare di conoscere e saper comprendere le problematiche relative alla misurazione di grandezze di
interesse tipiche delle applicazioni scientifiche e industriali dell’Ingegneria Elettronica e delle Misure Elettriche ed
Elettroniche. Deve dimostrare di aver raggiunto la capacità di distinguere tra le diverse metodologie ed individuare la più
idonea in termini di incertezza di misura per la misurazione delle grandezze di interesse. Deve inoltre dimostrare la capacità
di collegare le nozioni acquisite in altri insegnamenti al fine di definire il sistema di misura a microcontrollore più idoneo
per la specifica applicazione di Smart Metering da realizzare.

**Capacità di applicare conoscenza e comprensione**

Dati gli obiettivi e la natura tecnico-applicativa dell’insegnamento, lo studente deve dimostrare la capacità di applicare la
conoscenza e la comprensione mediante l’implementazione e lo sviluppo graduale di una serie di sistemi di misura a
microcontrollore, capaci di acquisire grandezze fisiche sia da sensori analogici che digitali. Lo studente deve quindi saper
scegliere i sensori più adatti alla specifica applicazione, identificando le caratteristiche metrologiche dei sensori, saper
realizzare i circuiti di condizionamento, dimensionare i principali parametri di acquisizione, saper utilizzare le risorse
hardware messe a disposizione di un microcontrollore, saper scrivere il firmware di misura di un microcontrollore in
linguaggio C, saper sviluppare uno Smart Sensor per applicazioni dell’Internet of Things.

## PROGRAMMA-SYLLABUS

Caratteristiche metrologiche statiche (funzione di taratura, incertezza, sensibilità, risoluzione, linearità e isteresi) e dinamiche (risposta al gradino e risposta in frequenza, tempi caratteristici e banda passante) dei sensori. Il modello del sensore: funzione di conversione, grandezze di influenza, campo di misura, campo di variabilità dell'uscita. Il funzionamento in regime stazionario e dinamico. Sensori di temperatura: termoresistenze, termistori e termocoppie. Sensori di deformazione: estensimetri metallici e a semiconduttore. Sensori di accelerazioni e vibrazioni. Sensori di pressione e microfoni. Sensori di velocità lineare e angolare. Condizionamento dei sensori scopi e criteri di progetto. Microcontrollori: Caratteristiche Generali; Periferiche Integrate; Programmazione; Applicazioni; Internet of Things. Esempi: Fitbit; Energy Meter. Differenza tra Microprocessore e Microcontrollore. Architettura di un Microcontrollore. La demo board STM32F3. Circuiti digitali, analogici, sequenziali. Aritmetic Logic Unit. Memoria Flash e RAM. Codifica del set di istruzioni. Compilatore C. Ambiente di sviluppo IDE IAR embedded workbench: creazione di un progetto. Puntatori. Operazioni e manipolazione sui bit in linguaggio C. Mappatura dei registri in memoria. Lettura e Scrittura dei registri. Configurazione delle periferiche del microcontrollore. Memory Overview. RCC. Porte GPIO. Ingressi Digitali, Uscite Digitali, Alternate function, Ingressi/Uscite Analogiche. Output Data Register. Input Data Register. Misure di tempo con microcontrollore. Contatore. Frequenzimetro. Misura del tempo: trade off range e risoluzione. Timer utilizzato come base dei tempi. Minimizzazione dell’incertezza dovuta alla risoluzione nelle misure di tempo. Utilizzo delle strutture dati. ADC: Configurazione. Campionamento Singleended o Differenziale. Impostazione del Time Sampling. Impostazione della frequenza di campionamento. Sequenza di campionamento. DAC: generazione di una tensione costante. Generazione di una forma d’onda sinusoidale. Generazione di una forma d’onda arbitraria. Buffer in uscita al DAC. Direct Memory Access (DMA). Utilizzo del DMA per il trasferimento dati dalla memoria ad una periferica, da una periferica alla memoria, da una zona di memoria ad un’altra. Dual ADC, acquisizione simultanea da due canali. Interrupt Eterni ed Interni. Misure di Tensione, Corrente. Misure di Impedenza con Microcontrollore. Misure con circuito RC Timeng. Misure con ponte di Wheatstone. Periferiche di comunicazione seriale:

USART; SPI. Bus di comunicazione CAN, I2C. Sensori digitali MEMS: Accelerometro, Giroscopio, magnetometro. Interfaccia
di comunicazione Wireless ESP32, LoRa Semtech SX1272 per la realizzazione di applicazioni dell'Internet of Things.

## MATERIALE DIDATTICO

Appunti Slides e dispense del docente

## MODALITÀ DI SVOLGIMENTO DELL'INSEGNAMENTO-MODULO

Il docente utilizzerà:
a) lezioni frontali per circa il 40% delle ore totali,
b) esercitazioni per approfondire praticamente aspetti teorici per circa il 20% delle ore totali
c) laboratorio per approfondire le conoscenze applicate per circa il 40% delle ore totali.

## VERIFICA DI APPRENDIMENTO E CRITERI DI VALUTAZIONE

**a) Modalità di esame**

- ☐ Scritto
- ☑ Orale
- ☐ Discussione di elaborato progettuale
- ☑ Altro: Sviluppo Firmware/Hardware di un sistema di misura basato su microcontrollore

**In caso di prova scritta i quesiti sono**

- ☐ A risposta multipla
- ☑ A risposta libera
- ☐ Esercizi numerici

**b) Modalità di valutazione**

La prova scritta consiste nello sviluppo di un sistema di misura basato su microcontrollore, secondo la traccia assegnata dal docente, e contribuisce al **70%** della valutazione finale.
La prova orale, che contribuisce al restante **30%**, è finalizzata alla discussione della soluzione sviluppata nella prova scritta e alla verifica delle conoscenze acquisite su tutti gli argomenti trattati durante il corso.
Il superamento della prova scritta è un requisito indispensabile per l'accesso alla prova orale.

# SCHEDA DELL'INSEGNAMENTO (SI)
# MISURE SU SISTEMI DIGITALI AD ALTA VELOCITA'

## SSD: Misure elettriche ed elettroniche (IMIS-01/B)

DENOMINAZIONE DEL CORSO DI STUDIO: INGEGNERIA ELETTRONICA (DE8)
ANNO ACCADEMICO 2026/2027

## INFORMAZIONI GENERALI - DOCENTE

DOCENTE: ANGRISANI LEOPOLDO
TELEFONO: 081-7683170
EMAIL: leopoldo.angrisani@unina.it

## INFORMAZIONI GENERALI - ATTIVITÀ

INSEGNAMENTO INTEGRATO: NON PERTINENTE
MODULO: NON PERTINENTE
LINGUA DI EROGAZIONE DELL'INSEGNAMENTO: ITALIANO
CANALE: FG A-Z
ANNO DI CORSO: I
PERIODO DI SVOLGIMENTO: SEMESTRE II
CFU: 9

### INSEGNAMENTI PROPEDEUTICI

Nessuno

### EVENTUALI PREREQUISITI

Conoscenze di metrologia generale ed elementi di sistemi digitali ad alta velocità.

### OBIETTIVI FORMATIVI

Fornire all'allievo conoscenze specialistiche, in termini di metodologie, normativa nazionale ed internazionale e strumenti per misurazioni nel dominio del tempo, delle ampiezze e della frequenza, finalizzate alla verifica della funzionalità e delle prestazioni di sistemi digitali ad alta velocità. Consentire all'allievo di acquisire competenze approfondite sulle caratteristiche tecniche e sull'uso del linguaggio grafico LabView, al fine di conferire autonomia nell'allestimento di stazioni automatiche di misura. Mettere in grado l'allievo di utilizzare e controllare da remoto oscilloscopi e analizzatori di spettro avanzati, di analizzare e misurare sperimentalmente le prestazioni dei più comuni sistemi digitali ad alta velocità impiegati nelle moderne reti di sensori e, più in generale, in

ambito IoT –Internet of Things e IIoT –Industrial Internet of Things.

## RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI (DESCRITTORI DI DUBLINO)

**Conoscenza e capacità di comprensione**

Il corso fornisce agli studenti le conoscenze sui metodi e la strumentazione specialistica, operanti nel dominio del tempo delle ampiezze e della frequenza, necessari per eseguire misurazioni su sistemi digitali ad alta velocità. Tali conoscenze possono consentire allo studente di cogliere le connessioni causali tra i fenomeni fisici nel mondo empirico relativi ai moderni sistemi digitali ad alta velocità e le proprietà delle grandezze fisiche ad essi associate nel mondo simbolico, unitamente alle principali caratteristiche che un adeguato metodo di misurazione nel dominio del tempo o delle ampiezza o della frequenza, indirizzato a tali proprietà, deve presentare. Esse possono consentire anche di comprendere le implicazioni delle scelte di misura sugli esiti finali della misurazione.

**Capacità di applicare conoscenza e comprensione**

Il corso consente agli studenti di sviluppare la capacità di utilizzare metodi e strumenti specialistici per definire, progettare e implementare adeguati approcci metrologici, indirizzati ad affrontare specifiche e alquanto complesse problematiche di misura relative alla verifica della funzionalità e delle prestazioni dei moderni sistemi digitali ad alta velocità.

## PROGRAMMA-SYLLABUS

Misurazioni di interesse a livello fisico nei sistemi digitali ad alta velocità: dominio del tempo, delle ampiezze e della frequenza. Oscilloscopi ad alte prestazioni per analisi congiunta tempo-ampiezza. Analisi spettrale analogica: importanza e scenari applicativi; architettura, principio di funzionamento, modalità di impiego e caratteristiche metrologiche della strumentazione più diffusa sul mercato. Analisi spettrale numerica: importanza e scenari applicativi; architettura, principio di funzionamento, modalità di impiego e caratteristiche metrologiche della strumentazione più diffusa sul mercato.
Implementazione di macchine a stati finiti in LabView. Modello di Mealy. Modello di Moore. Implementazione Labview di pattern di programmazione producer –consumer per acquisizioni dati ad elevate prestazioni. Programmazione Event Driven. Tecniche di gestione data loseless con notifiers e code. Uso di semafori per la sincronizzazione dei dati.
Realizzazione di stazioni di misura automatiche per il controllo da remoto di oscilloscopi e analizzatori di spettro avanzati per l'analisi delle funzionalità e delle prestazioni dei più comuni sistemi digitali ad alta velocità impiegati nelle moderne reti di sensori e, più in generale, in ambito IoT –Internet of Things e IIoT –Industrial Internet of Things. Analisi dei risultati ottenuti al variare delle condizioni operative.

## MATERIALE DIDATTICO

Dispense del corso, slide proiettate durante il corso, norme internazionali, note applicative di importanti produttori di strumentazione di misura nel dominio del tempo, delle ampiezze e della frequenza.

## MODALITÀ DI SVOLGIMENTO DELL'INSEGNAMENTO-MODULO

Il docente utilizzerà: a) lezioni frontali per circa il 35 % delle ore totali; b) laboratori per l’applicazione e l’approfondimento delle conoscenze acquisite durante le lezioni frontali per circa il 60% delle ore complessive; c) seminari su temi specifici per circa il 5% delle ore complessive.

## VERIFICA DI APPRENDIMENTO E CRITERI DI VALUTAZIONE

**b) Modalità di valutazione**

Sono formulati quesiti orali che vertono sull’intero programma e richiesta la discussione delle risultanze delle esercitazioni sviluppate durante il corso. Il voto finale è determinato dalla media delle valutazioni raggiunte in tali prove.

# SCHEDA DELL'INSEGNAMENTO (SI)
# INTEGRATED PHOTONICS

# SSD: ELETTRONICA (ING-INF/01)

DENOMINAZIONE DEL CORSO DI STUDIO: INGEGNERIA ELETTRONICA (DE8)
ANNO ACCADEMICO 2026/2027

## INFORMAZIONI GENERALI - DOCENTE

DOCENTE: BREGLIO GIOVANNI
TELEFONO: 081-7683128 - 081-7685955 - 081-7683510
EMAIL: giovanni.breglio@unina.it

## INFORMAZIONI GENERALI - ATTIVITÀ

INSEGNAMENTO INTEGRATO: NON PERTINENTE
MODULO: NON PERTINENTE
LINGUA DI EROGAZIONE DELL'INSEGNAMENTO: INGLESE, ITALIANO
CANALE: FG A-Z
ANNO DI CORSO:  II
PERIODO DI SVOLGIMENTO: SEMESTRE I
CFU: 9

### INSEGNAMENTI PROPEDEUTICI

Ci si riferisce alle propedeuticità definite da regolamento didattico del CdS di riferimento.

### EVENTUALI PREREQUISITI

Si presuppone che lo studente abbia già assestati i concetti di base di alcuni degli insegnamenti di laurea Triennale in Ingegneria dell'Informazione: Elettronica 1, Campi Elettromagnetici ed Optoelettronica. Tali prerequisiti non sono obbligatori.

### OBIETTIVI FORMATIVI

L’insegnamento si pone come obiettivo migliorare le conoscenze e le capacità analitiche e di progettazione, dal punto di vista di sistema e delle applicazioni, dei più recenti sistemi Optoelettronici nell’ambito della fotonica integrata; con particolare riferimento ai dispositivi optoelettronici in materiali a semiconduttore ed in fibra ottica. In particolare gli ambiti di applicazione esplorati sono: le comunicazioni a portante ottica e i sistemi sensori di monitoraggio.

## RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI (DESCRITTORI DI DUBLINO)

**Conoscenza e capacità di comprensione**

Lo studente alla fine del corso avrà aumentato le proprie conoscenze specifiche nell'ambito dei dispositivi e dei circuiti fotonici per diversi campi applicativi, a cominciare da sistemi per la trasmissione di informazione a portante ottica e anche a sistemi di sensori optoelettronici. Avrà anche affinato le proprie capacità di analisi nel funzionamento funzionale di tali sistemi.

**Capacità di applicare conoscenza e comprensione**

A valle del corso, lo studente avrà migliorato le proprie capacità di progettazione elettronica/optoelettronica di particolari componenti/sistemi optoelettronici passivi o attivi che sono utilizzati nell'ambito delle trasmissioni di informazioni a portante ottica e sistemi di sensori optoelettronici.

## PROGRAMMA-SYLLABUS

Nel corso verranno analizzati, a partire dai principi di funzionamento, i più comuni dispositivi della fotonica integrata, e saranno prese in considerazione applicazioni rivolte, sia alla trasmissione di informazione a portante ottica sia della sensoristica optoelettronica. Gli argomenti trattati saranno: richiami di trasmissione ottica guidata; progettazione di guide d'onda ottiche 3D; richiami di fibre ottiche sia Multi che a Singolo modo; uso delle FO per connessioni a lunga distanza e per applicazioni di monitoraggio (il Reticolo di Bragg integrato in FO); progettazione di guide planari in diversi materiali semiconduttori; richiami di meccanica quantistica e di concetti di fisica dello stato solido; analisi e progettazione di dispositivi optoelettronici passivi, dispositivi optoelettronici attivi, fotorivelatori, analisi del principio di funzionamento di sorgenti di luce a semiconduttore; cenni di tecnologie per la realizzazione dei sistemi/dispositivi incontrati nel programma.

## MATERIALE DIDATTICO

Libri di riferimento:
S.O. Kasap, Optoelectronics and Photonics, Prentice Hall
K. Iga and Y. Kokubun, Encyclopedic Handbook of Integrated Optics, CRC Taylor and Francis Group
H. Nishihara, Optical Integrated Circuits, Mc Graw-Hill Optical and Electro-optical Engineering Series
L. Pavesi, Silicon Photonics, SpringherLink
Note redatte dal docente su argomenti specifici
Articoli Scientifici specifici
Copie delle slides presentate a lezione

## MODALITÀ DI SVOLGIMENTO DELL'INSEGNAMENTO-MODULO

Le lezioni si svolgono principalmente in aula, prevedendo il coinvolgimento attivo dello studente, specialmente nelle parti di 'progettazione' con esercizi specifici. Una parte delle attività del corso viene svolta in Laboratorio di Optoelettronica, dove lo studente vede dal vivo alcuni sistemi optoelettronici e si cimenta con esperienze sperimentali per la caratterizzazione di specifici sistemi

optoelettronici.

## VERIFICA DI APPRENDIMENTO E CRITERI DI VALUTAZIONE

**a) Modalità di esame**

- [ ] Scritto
- [x] Orale
- [x] Discussione di elaborato progettuale
- [ ] Altro

**In caso di prova scritta i quesiti sono**

- [ ] A risposta multipla
- [ ] A risposta libera
- [ ] Esercizi numerici

**b) Modalità di valutazione**

Allo studente viene assegnato un argomento, mediante il suggerimento di un particolare articolo scientifico usato come punto di partenza, su cui svilupperà in autonomia una relazione scritta (in lingua inglese) che serve ad argomentare una tesi proposta. Alla relazione lo studente affianca anche la realizzazione di una adeguata presentazione power point, che utilizzerà al momento dell'esame orale per argomentare le conclusioni raggiunte.
A valle di questa fase, lo studente viene valutato anche su alcuni argomenti di programma.
La valutazione finale èottenuta considerando sia la relazione presentata sia le risposte alle domande, considerando la correttezza, il rigore, la completezza e l'efficacia della risposte.

# SCHEDA DELL'INSEGNAMENTO (SI)
# CIRCUITI PER DSP

# SSD: ELETTRONICA (ING-INF/01)

DENOMINAZIONE DEL CORSO DI STUDIO: INGEGNERIA ELETTRONICA (DE8)
ANNO ACCADEMICO 2026/2027

## INFORMAZIONI GENERALI - DOCENTE

DOCENTE: DE CARO DAVIDE
TELEFONO: 081-7683136
EMAIL: davide.decaro@unina.it

## INFORMAZIONI GENERALI - ATTIVITÀ

INSEGNAMENTO INTEGRATO: NON PERTINENTE
MODULO: NON PERTINENTE
LINGUA DI EROGAZIONE DELL'INSEGNAMENTO: ITALIANO
CANALE: FG A-Z
ANNO DI CORSO: II
PERIODO DI SVOLGIMENTO: SEMESTRE I
CFU: 9

### INSEGNAMENTI PROPEDEUTICI

Nessuna propedeuticità.

### EVENTUALI PREREQUISITI

Conoscenza di base del funzionamento dei circuiti digitali e del linguaggio C.

### OBIETTIVI FORMATIVI

L'insegnamento si pone l'obiettivo di fornire agli studenti le nozioni avanzate e di alto livello relative alla implementazione degli algoritmi di elaborazione digitale dei segnali e, inoltre, di acquisire le conoscenze, sia di base sia avanzate, relative alle architetture dei circuiti DSP disponibili commercialmente, delle problematiche, sia teoriche che pratiche, relative alla implementazione ottimale, in tempo reale, su DSP, dei principali algoritmi di elaborazione digitale dei segnali e dell'ambiente di sviluppo per la loro programmazione.

## RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI (DESCRITTORI DI DUBLINO)

**Conoscenza e capacità di comprensione**

Al termine del processo di apprendimento lo studente è edotto sulle principali tecniche di elaborazione dei dati in virgola fissa e mobile, sugli strumenti di analisi degli errori di rappresentazione e delle problematiche di overflow in un sistema lineare realizzato in aritmetica a virgola fissa, sulle principali tecniche di prevenzione/gestione dell'overflow, sulle problematiche teoriche relative alla descrizione in linguaggio C di algoritmi di elaborazione digitale dei segnali, sulle caratteristiche architetturali di minima che identificano un circuito DSP (Digital Signal Processor), sulle problematiche relative alla pipeline nei DSP, sia nel caso di pipeline protetta che nel caso di pipeline nonprotetta, sulle caratteristiche dei DSP ad elevato parallelismo di elaborazione -in particolar modo basati su architettura di tipo Very Long Instruction Word (VLIW)-, alle forme di parallelismo al livello dell'instruction set del DSP -istruzioni SingleInstructionMultiple-Data-, sulle tecniche di ottimizzazione del codice per le architettura VLIW -in particolar modo utilizzando tecniche di Loop Unrolling e Software Pipelining-, sulle caratteristiche di base e avanzate dei sistemi di interruzione e DMA (DirectMemoryAccess) nei DSP, sulle caratteristiche delle interfacce di comunicazione del DSP -in particolar modo quelle di tipo seriale sincrono-, sulle problematiche relative al realizzazione su un DSP di sistemi di elaborazione in tempo reale -in particolar modo utilizzando l'elaborazione in streaming oppure a blocchi-.

**Capacità di applicare conoscenza e comprensione**

Al termine del processo di apprendimento lo studente è in grado di progettare, autonomamente, l'implementazione in aritmetica a virgola fissa e mobile, di un algoritmo di elaborazione dei segnali tenendo conto sia degli errori di rappresentazione che delle problematiche connesse all'overflow e di determinare l'approccio di prevenzione/gestione dell'overflow che meglio si adatta alla specifica applicazione. Lo studente acquisisce inoltre la capacità di descrivere in linguaggio C un algoritmo di elaborazione digitale dei segnali con particolare riferimento alle problematiche relative alla efficiente implementazione su DSP sia a virgola fissa che a virgola mobile. Lo studente padroneggia inoltre le tecniche di ottimizzazione del codice, con particolare riferimento alle architetture VLIW ed è in grado di gestire nel modo migliore possibile, in relazione alla specifica applicazione, il tradeoff tra tempo di calcolo e dimensione del codice applicando le tecniche di Loop Unrolling e Software Pipelining. In fine, lo studente padroneggia gli approcci per l'elaborazione in tempo reale di un algoritmo di elaborazione digitale su un DSP, e, in relazione alle caratteristiche della specifica applicazione, può risolvere nel modo migliore possibile il tradeoff tra massima frequenza di elaborazione e latenza adottando approcci di elaborazione in streaming oppure a blocchi. Lo studente inoltre padroneggia le problematiche inerenti l'impiego delle unità DMA sia a supporto dell'elaborazione, sia a servizio delle interfacce del DSP nella elaborazione a blocchi.

## PROGRAMMA-SYLLABUS

***Introduzione**: Circuiti per l'Elaborazione Digitale: ASIC, FPGA, DSP. Elaborazioni Real-Time.*
***Problematiche numeriche nella rappresentazione dei segnali**: Richiami sulle rappresentazione Fixed-Point e Floating-Point; Precisione ed Errori di Quantizzazione; Errori di Quantizzazione al*

*livello di Sistema; Overflow e tecniche di prevenzione: Variazione della Rappresentazione, Scaling, Scaling per segnali a banda stratta, Scaling Statistico, Aritmetica Saturata, Bit di Guardia; Applicazione delle tecniche di prevenzione dell'Overflow ad un Filtro FIR. Descrizione degli algoritmi di DSP in linguaggio C: rappresentazione Fixed-Point Generalizzata, Regole di Promozione del Tipo, Esempio (filtro FIR con tecnica dei bit di Gaurdia).*

***Architetture di base dei circuiti DSP**: Datapath; Architettura Harvard ed Harvard modificata; Memoria nei DSP: Banchi Separati, Banchi in Interveaving, Memorie Dual-ported, Allineamento dei Dati ed Accessi Multipli, Gerarchie delle memorie, Caching coerenza e predicibilità; Repeat Buffer; Indirizzamenti per DSP ed Unità di generazione degli indirizzi: indirizzamento Circolare e Bit-Reversal; Tecniche di Zero-Overhead-Looping; Semplici periferiche nei DSP: Timers/PWM generators; Esempi di DSP della Texas Instruments: architetture C2xx, C54xx e C55xx.*

***Architetture avanzate dei DSP**: Trade-off tra Ortoganalità e Dimensione del Codice; Pipelining nei DSP: Pipeline non-Protetta o Visibile, Pipeline Protetta o Trasparente, Hazards Strutturali, Hazard sui Dati e Dipendenze, Hazard di Controllo, Delayed-Branch; Scheduling Statico e Dinamico delle Istruzioni; Architetture Superscalari (cenni); Architetture Very-Long-Instruction-Word (VLIW); Pipeline non-Protetta ed Interruzioni (trade-off tra interrombibilità del codice e tempo di calcolo); Istruzioni ed Aritmetica Single-Instruction-Multiple-Data (SIMD); DSP VLIW della Texas Instruments: architetture C64xx, C67xx, C66xx. Cenni ai principali DSP di Analog Devices (Blackfin, SigmaDSP, SHARC e TigerSHARC) e Freescale (Symphony, StarCore SC3400 e SC3850). DSP con Multi-threading Hardware: architettura Hexagon di Qualcomm. SoC basati su DSP di Texas Instruments: DaVinci Digital Media Processor, OMAP, Keystone e Keystone II.*

***Architettura dei DSP Texas Instruments C64xx e C67xx**: Architettura VelociTI; Set Istruzioni; Architettura delle Memoria e Caching su due livelli; Esecuzione Condizionale; Indirizzamenti con offset; Indirizzamenti Circolari e Registro AMR; Pipeline del DSP: Delay-Slots e Latenza delle istruzioni; Istruzioni SIMD.*

***Sviluppo del Codice ed Ottimizzazione per DSP VLIW**: Sviluppo in Assembly: Grafi delle Dipendenze, Parallelizzazione delle Istruzioni, Eliminazione dei NOP, Loop Unrolling; Software Pipelining: Minimum-safe-trip-count, Resource-Bound, Loop-Carried-Dependency-Bound, Esecuzione Speculativa, Problemi di Live-too-Long, Utilizzo congiunto di Loop Unrolling e Software Pipelining; Sviluppo del codice in Linear-Assembly; Sviluppo del Codice in C: direttive per il Software Pipelining e l'Unrolling, Aliasing dei Puntatori, Direttive per l'Allocazione in Memoria, Livelli di Ottimizzazione, Funzioni Static, Interrompibilità del Codice, Software Pipelined Loop Buffer (SPLOOP); Linker, Variabili Globali e Static, Allocazione delle variabili Near e Far, Start-up del DSP. Interrupt e DMA nei DSP Texas Instruments C6x: Interrupt: funzionalità di base, registri per la gestione degli interrupt, funzionamento dettagliato in Hardware, scrittura della Interrupt-Service-Routine (ISR), tempi caratteristici; DMA: funzionalità di base, parametri e tipologie di trasferimento, sincronizzazione, Quick-DMA, generazione di interrupt di completamento, esempi.*

***Implementazione Real-Time degli Algoritmi di DSP**: Interfacce Seriali Sincrone ed interfaccia McBSP dei DSP Texas C6x; Gestione delle comunicazione in Polling, Interrupt, DMA; Elaborazioni in Streaming di tipo Interrompibile e nonInterrompibile, Controllo di Flusso nelle elaborazioni in Ricezione/Trasmissione; Sistemi Operativi Real-Time e Elaborazioni con*

*Prelazione; Elaborazioni a Blocchi: Ping-Pong Buffering; Tecniche di Buffering per gli Algoritmi con Memoria; Debugging off-line e real-time nei DSP, Tecniche di In-System Debugging tramite interfaccia JTAG.*

***Esercitazioni**: Le esercitazioni sfruttano l'ambiente di sviluppo Code Composer Studio di Texas Instruments e le schede per la prototipizzazione rapida su DSP DSK-C6713. Implementazioni di Filtri FIR: Calcolo dei Coefficienti, Progetto Numerico e Problematiche di Overflow, Ottimizzazione del Codice con esempi di Unrolling, Software Pipelining, Buffering dei dati; Prove sperimentali con I/O in Real-time dal Codec audio presente sulla board DSK-C6713: filtro FIR, equalizzatore audio a 5 bande, equalizzatore audio a 5 bande mediante Sistema Operativo real-time, equalizzatore audio a 9 bande mediante Sistema Operativo real-time.*

## MATERIALE DIDATTICO

Appunti delle lezioni

Testi delle esercitazioni

John G. Proakis, Dimitris G. Manolakis, "Digital Signal Processing: Principles, Algorithms and Applications", 4° edition, Prentice Hall 2007

Sen M. Kuo, Woon-Seng Gan, "Digital Signal Processors: Architectures, Implementations, and Applications", Prentice Hall 2005

## MODALITÀ DI SVOLGIMENTO DELL'INSEGNAMENTO-MODULO

Lo svolgimento dell'insegnamento prevede lezioni frontali, esercitazioni in aula e, compatibilmente con gli aspetti organizzativi, esercitazioni in laboratorio. Per lo svolgimento delle esercitazioni gli studenti adottano l'ambiente di sviluppo Code Composer Studio della Texas Instruments. Le esercitazioni in laboratorio, oltre a Code Composer Studio, prevedono l'impiego di board per il prototyping rapido (DSK6713 della Texas Instruments) e la strumentazione di base di un laboratorio di elettronica (oscilloscopio, generatore di segnali).

## VERIFICA DI APPRENDIMENTO E CRITERI DI VALUTAZIONE

**b) Modalità di valutazione**

La valutazione è volta a determinare il grado di acquisizione da parte dello studente degli obiettivi formativi dell'insegnamento con particolare riferimento ai risultati di apprendimento attesi.

# SCHEDA DELL'INSEGNAMENTO (SI)
# SENSORS AND MICROSYSTEMS

# SSD: ELETTRONICA (ING-INF/01)

DENOMINAZIONE DEL CORSO DI STUDIO: INGEGNERIA ELETTRONICA (DE8)
ANNO ACCADEMICO 2026/2027

## INFORMAZIONI GENERALI - DOCENTE

DOCENTE: FIENGA FRANCESCO
TELEFONO: 081-7685211
EMAIL: francesco.fienga@unina.it

## INFORMAZIONI GENERALI - ATTIVITÀ

INSEGNAMENTO INTEGRATO: NON PERTINENTE
MODULO: NON PERTINENTE
LINGUA DI EROGAZIONE DELL'INSEGNAMENTO: INGLESE, ITALIANO
CANALE: FG A-Z
ANNO DI CORSO: II
PERIODO DI SVOLGIMENTO: SEMESTRE I
CFU: 9

### INSEGNAMENTI PROPEDEUTICI

Nessuno

### EVENTUALI PREREQUISITI

Conoscenze di base di campi elettromagnetici e ottica, fisica dello stato solido, dispositivi a semiconduttore ed elettronica analogica e digitale.

### OBIETTIVI FORMATIVI

L’insegnamento si propone di fornire le conoscenze teoriche, tecnologiche e progettuali necessarie per comprendere il funzionamento e l’integrazione dei principali sensori e microsistemi elettronici.
Il corso approfondisce i meccanismi di trasduzione, le tecnologie di fabbricazione, i dispositivi sensibili e i circuiti elettronici di polarizzazione, lettura e condizionamento del segnale. Particolare attenzione è dedicata ai MEMS, ai sensori integrati, ai sensori ottici e in fibra, ai sensori chimici e biologici e alle architetture multisensore.

L’insegnamento intende infine fornire allo studente gli strumenti necessari per individuare la soluzione tecnologica e circuitale più adatta a una specifica applicazione e per sviluppare il progetto preliminare di un sistema elettronico di sensing, dalla scelta del dispositivo sensibile fino all’acquisizione e all’elaborazione del segnale.

## RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI (DESCRITTORI DI DUBLINO)

**Conoscenza e capacità di comprensione**

Lo studente sarà in grado di:

•descrivere l’architettura generale di un sistema sensoriale;
•comprendere i principali meccanismi fisici di trasduzione;
•conoscere le caratteristiche statiche e dinamiche dei sensori;
•comprendere i principi di funzionamento dei principali sensori elettronici, MEMS, ottici, chimici e biologici;
•conoscere le principali tecnologie di fabbricazione dei microsistemi;
•comprendere il funzionamento dei circuiti elettronici di lettura e condizionamento del segnale;
•identificare le principali sorgenti di rumore, deriva, non linearità e incertezza.

**Capacità di applicare conoscenza e comprensione**

Lo studente sarà in grado di:

•analizzare il comportamento di un sensore mediante modelli analitici semplificati;
•calcolare sensibilità, risoluzione, linearità, intervallo dinamico, tempo di risposta e banda;
•selezionare una tecnologia sensoriale in funzione delle specifiche applicative;
•dimensionare semplici circuiti di interfaccia per sensori resistivi, capacitivi, in corrente e in tensione;
•valutare il contributo del rumore elettronico alla risoluzione del sistema;
•analizzare dati sperimentali ottenuti dalla caratterizzazione di un sensore;
•confrontare differenti tecnologie sensoriali sulla base di prestazioni, consumi, ingombro, costo e complessità tecnologica;
•sviluppare il progetto preliminare di un sistema sensoriale.

## PROGRAMMA-SYLLABUS

Introduzione ai sensori e ai sistemi di misura
Caratteristiche statiche e dinamiche
Meccanismi fisici di trasduzione
Sensori elettronici e a semiconduttore
MEMS e tecnologie di microsistema
Sensori ottici e in fibra ottica
Sensori chimici e biologici
Elettronica di interfaccia per sensori
Rumore e prestazioni del sistema di misura
Array di sensori e fusione dei dati

## MATERIALE DIDATTICO

Slide e dispense fornite dal docente.

**Testi consigliati**

J. Fraden, *Handbook of Modern Sensors: Physics, Designs, and Applications*, Springer.

E. Udd, W. B. Spillman, *Fiber Optic Sensors: An Introduction for Engineers and Scientists*, Wiley.

## MODALITÀ DI SVOLGIMENTO DELL'INSEGNAMENTO-MODULO

Lezioni frontali in aula, analisi di casi di studio e attività di laboratorio.

## VERIFICA DI APPRENDIMENTO E CRITERI DI VALUTAZIONE

**a) Modalità di esame**

- ☐ Scritto
- ☑ Orale
- ☑ Discussione di elaborato progettuale
- ☐ Altro

**In caso di prova scritta i quesiti sono**

- ☐ A risposta multipla
- ☐ A risposta libera
- ☐ Esercizi numerici

**b) Modalità di valutazione**

La valutazione si basa sulla verifica delle conoscenze e delle competenze acquisite nell'ambito dei sensori e dei microsistemi, considerando la capacità di analizzarne i principi di funzionamento, le tecnologie realizzative e le principali soluzioni circuitali di interfaccia. Saranno inoltre valutate la capacità di applicare i concetti appresi a problemi di analisi e progetto, la qualità dell'elaborato progettuale e l'uso corretto del linguaggio tecnico.

# SCHEDA DELL'INSEGNAMENTO (SI)
# POWER DEVICES AND CIRCUITS

# SSD: ELETTRONICA (ING-INF/01)

DENOMINAZIONE DEL CORSO DI STUDIO: INGEGNERIA ELETTRONICA (DE8)
ANNO ACCADEMICO 2026/2027

## INFORMAZIONI GENERALI - DOCENTE

DOCENTE: DELLA CORTE FRANCESCO GIUSEPPE
TELEFONO:
EMAIL: francescogiuseppe.dellacorte@unina.it

## INFORMAZIONI GENERALI - ATTIVITÀ

INSEGNAMENTO INTEGRATO: NON PERTINENTE
MODULO: NON PERTINENTE
LINGUA DI EROGAZIONE DELL'INSEGNAMENTO: INGLESE, ITALIANO
CANALE: FG A-Z
ANNO DI CORSO: II
PERIODO DI SVOLGIMENTO: SEMESTRE I
CFU: 9

### INSEGNAMENTI PROPEDEUTICI

none

### EVENTUALI PREREQUISITI

*Basics of semiconductor devices physics. Characteristics of MOSFET, BJT and diode.*

### OBIETTIVI FORMATIVI

*The Power Devices and Circuits course aims to present the main problems, together with the related circuit solutions, connected to the conditioning of electric power in all those applications in which the conversion efficiency is of fundamental importance, regardless of the amount of power actually managed, and therefore in voltage regulators used in the microchips as well as in the power supplies for large electrical loads. As a matter of fact, if on the one hand the growing diffusion of battery-powered portable electronic devices raises the problem of the limited energy available inside them and the consequent target of maximizing efficiency to prolong their functioning for as long as possible, on the other hand the global climate emergency requires more*

*and more attention to the efficient use of electricity in large appliances or industrial plants. In these, as well as in many other applications in between, modern solid state devices and electronic circuits play an essential role, and their knowledge and optimization are the central object of this course.*

## RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI (DESCRITTORI DI DUBLINO)

**Conoscenza e capacità di comprensione**

*After passing the exam, students own advanced knowledge of the most modern semiconductor electronic devices used in power electronics and their optimal use in circuits for the static conversion of power. Furthermore, he/she understands the impact of the physical and operational limits of these devices on the fundamental electrical characteristics of the power conditioning circuits, and is able to identify the most efficient solutions depending on the application in question. Finally, he/she understands the impact of temperature control techniques on the correct operation of said devices and circuits.*

**Capacità di applicare conoscenza e comprensione**

*In order to pass the exam, it is necessary to be able to explain the operation of modern semiconductor devices used in power electronics, illustrating, even in a comparative way, their respective electrical characteristics, physical limits, advantages and disadvantages that can derive from their use in various contexts. It is also necessary to know the properties of the main power conditioning circuits, understanding which of these properties are most relevant depending on the required application. Finally, it is necessary to have acquired good familiarity with the computer aided design (CAD) tools normally used in power electronics (SPICE and similar environments). Students are able to apply the theoretical concepts into real life circuits, identifying merits and limitations af different device or circuit solutions invarious contexts of application.*

## PROGRAMMA-SYLLABUS

*Power semiconductor devices. Rectifiers: PiN diode and Schottky diode. Controlled rectifiers: SCR, GTO. Bipolar controller devices: BJT. Voltage controller devices: MOS and IGBT. Current and voltage limitations. Superjunction devices. Transient behavior for power semiconductor devices. Integrated power devices. Wide bandgap materials. GaN power devices. Safe Operating Area. Power conversion. Power efficiency. Static and dynamic power dissipation. Circuits: linear regulators, Low Drop Out (LDO) regulators, bandgap reference circuits, DC/DC converters: Buck, Boost, Buck-Boost, Flyback. Inverters DC/AC. Driving circuits. Device ratings. Thermal impedance and thermal resistance. Device cooling starategies. Case studies: maximum power point trackers (MPPT) for photovoltaic applications, inverters for automotive powertrains, wireless power chargers.*

## MATERIALE DIDATTICO

Suggested book:
B. J. Baliga, Modern power devices

*Slides used during the lectures, notes provided by the teacher, video recordings of lectures.*

## MODALITÀ DI SVOLGIMENTO DELL'INSEGNAMENTO-MODULO

*The instructorwill use: a) lectures for about 70% of the total hours, b) exercises for the application and deepening of theoretical aspects, both numerical and based on the use of circuit simulators, for 20% of the course, c) laboratory experiences for 10% of the course duration. Lectures will include short seminars given by experts in the field of circuit design for power management.*

## VERIFICA DI APPRENDIMENTO E CRITERI DI VALUTAZIONE

**a) Modalità di esame**

- ☐ Scritto
- ☑ Orale
- ☐ Discussione di elaborato progettuale
- ☐ Altro

**In caso di prova scritta i quesiti sono**

- ☐ A risposta multipla
- ☐ A risposta libera
- ☐ Esercizi numerici

**b) Modalità di valutazione**

To pass the exam with a minimum score of 18/30, the student must demonstrate at least a basic level of knowledge and competence regarding the subject matter. A score between 20/30 and 24/30 is awarded when the student is able to correctly describe the characteristics and applications of the devices and circuits. A score between 25/30 and 30/30 is awarded when the student is able to discuss—including in writing—the operating principles of the devices and circuits, demonstrating a strong grasp of the theoretical aspects. Distinction (cum laude) may be awarded to students who demonstrate excellent competence.

# SCHEDA DELL'INSEGNAMENTO (SI)
# DISPOSITIVI E SISTEMI FOTOVOLTAICI

# SSD: ELETTRONICA (ING-INF/01)

DENOMINAZIONE DEL CORSO DI STUDIO: INGEGNERIA ELETTRONICA (DE8)
ANNO ACCADEMICO 2026/2027

## INFORMAZIONI GENERALI - DOCENTE

DOCENTE: DALIENTO SANTOLO
TELEFONO: 081-7683122 - 081-7683126
EMAIL: santolo.daliento@unina.it

## INFORMAZIONI GENERALI - ATTIVITÀ

INSEGNAMENTO INTEGRATO: NON PERTINENTE
MODULO: NON PERTINENTE
LINGUA DI EROGAZIONE DELL'INSEGNAMENTO: ITALIANO
CANALE: FG A-Z
ANNO DI CORSO: II
PERIODO DI SVOLGIMENTO: SEMESTRE I
CFU: 9

### INSEGNAMENTI PROPEDEUTICI

Nessuna Propedeuticità

### EVENTUALI PREREQUISITI

*Conoscenza di base del funzionamento dei dispositivi elettronici.*

### OBIETTIVI FORMATIVI

*L'insegnamento si pone l'obiettivo di fornire agli studenti le nozioni avanzate e di alto livello relative alla analisi e progettazione dei dispositivi e dei sistemi fotovoltaici, inclusi gli aspetti economici e la progettazione degli statici per la gestione dell'energia elettrica prodotta da fonte solare.*

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

**Conoscenza e capacità di comprensione**

*Al termine del processo di apprendimento lo studente conosce in maniera approfondita la fisica di funzionamento delle celle solari a singola giunzione e multigiunzione, sia basate su silicio cristallino che su film sottile. Conosce ed è in grado di comprendere il legame tra le proprietà fondamentali dei semiconduttori e le proprietà dei dispositivi fotovoltaici che su di essi si basano. È in grado di comprendere a livello di sistema il l'interazione tra le diverse celle solari che compongono un pannello solare ed i limiti di funzionamento corrispondenti. Conosce e comprende le modalità con cui, in maniera modulare, possono essere realizzati sistemi per la produzione di energia elettrica da fonte solare di qualsiasi dimensione. Conosce le problematiche legate all'alternanza di produzione indotta dalla variabilità della fonte solare e conosce in maniera approfondita le modalità di interazione tra la luce solare ed il sistema fotovoltaico. Conosce i sistemi elettronici per la conversione dell'energia basati sui circuiti inverter a singolo e con stadio di ingresso DC-DC. Conosce gli algoritmi (MPPT) ed i corrispondenti sistemi hardware necessari affinché dal sistema fotovoltaico venga estratta la massima potenza possibile in ogni condizione di funzionamento dinamicamente determinata. Conosce i principali software per l'analisi ed il dimensionamento dei dispositivi e dei sistemi fotovoltaici, compresi quelli per il progetto dei convertitori.*

**Capacità di applicare conoscenza e comprensione**

*Al termine del processo di apprendimento lo studente è in grado di caratterizzare un dispositivo fotovoltaico di qualsiasi tecnologia estraendone i parametri di merito che ne definiscono il funzionamento. È in grado di ricercare ed evidenziare anomalie di funzionamento in sistemi complessi e di individuarne le cause. È capace di progettare autonomamente, un sistema fotovoltaico di qualsiasi dimensione essendo capace di determinarne la produzione attesa con riferimento alle specifiche di progetto ed il rientro economico mediante l'utilizzo di software avanzati di cui conosce e controlla modalità operative e limiti di funzionamento. Lo studente è inoltre in grado di dimensionare correttamente gli elementi di un convertitore DC-DC sia di tipo buck che di tipo boost e di progettare, a livello funzionale, un inverter per sistemi greed connected sia singolo stadio che a doppio stadio. Lo studente è anche in grado di definire gli algoritmi, da implementare in logica a microprocessore, per il controllo con tecnica PWM dei convertitori.*
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

*Introduzione: Proprietà dei semiconduttori;* Proprietà dei materiali semiconduttori: Il silicio cristallino intrinseco: struttura e proprietà elettriche, Il silicio cristallino estrinseco, La corrente di diffusione, La giunzione p-n all'equilibrio termodinamico e la barriera di energia, la barriera di

energia potenziale, La giunzione p-n polarizzata e la barriera di energia, Generazione e ricombinazione dei portatori, Equazioni fondamentali dei semiconduttori, Breakdown, Diodo tunnel La cella solare: Effetto della luce sui semiconduttori, La giunzione p-n per la conversione dell'energia solare, Struttura di una cella solare reale, Principi alla base della conversione fotovoltaica, Interazione luce-materia, La radiazione solare sulla terra e lo spettro standard AM1.5, L'energia del fotone ed in energia elettrica, Limite assoluto per l'efficienza di un dispositivo fotovoltaico: il principio dell'equilibrio dettagliato, Tensione generabile da una cella solare, Caratteristica corrente–tensione, Potenza, Circuito equivalente di una cella solare Efficienza di una cella solare e corrente fotogenerata: Fill Factor, Efficienza teorica massima per una cella a giunzione p-n, Calcolo della corrente fotogenerata, Passivazione superficiale e Back Surface Field, Risposta spettrale ed efficienza quantica, Caratterizzazione e modellistica delle celle solari: Dipendenze dalla temperatura dei parametri di una cella solare, Dipendenza dall'intensità luminosa dei parametri delle celle solari: cenni sui sistemi a concentrazione, Parametri parassiti di una cella solare: resistenza serie e resistenza shunt, Modello a doppio diodo, Effetto delle resistenze serie e *shunt* sul FF, Ottimizzazione della griglia frontale di una cella solare, Metodi per la misura della resistenza serie e della resistenza shunt, Tecniche per la minimizzazione della luce riflessa dalla superficie di una cella solare, Testurizzazione Celle solari a film sottile: Dipendenza dei parametri di una cella in silicio dallo spessore, Tecnologia di realizzazione e proprietà dei film sottili, Altri composti del silicio per celle a film sottile, Struttura della cella solare in silicio amorfo: la cella p-i-n, Calcolo della corrente fotogenerata in una cella p-i-n, Considerazioni sulla corrente fotogenerata in una cella p-i-n e caratteristica I–V, Confronto tra le caratteristiche I–V di celle in aSi e cSi, Dimensionamento della regione intrinseca, Dipendenza dalla temperatura dei parametri delle celle in silicio amorfo, Effetto Staebler-Wronski, Comportamento in condizioni di scarsa illuminazione, Celle solari multigiunzione, *Current matching* nelle celle tandem, Efficienza di una cella tandem, Celle a tripla giunzione, Cenni sulle celle CIS/CIGS e CdTe, Cenni sulle celle a concentrazione basate sul GaAs, Cenni sulle celle solari organiche, Struttura e funzionamento dei pannelli fotovoltaici: Dalla cella solare al pannello fotovoltaico, Effetto dei parametri parassiti sulla caratteristica I-V di un pannello solare, Caratteristica I-V di un pannello fotovoltaico nel caso di illuminazione disuniforme, Il diodo di bypass, Caratteristica corrente–tensione in caso di ombreggiamento disuniforme, Pannelli fotovoltaici in film sottile, La certificazione dei moduli in silicio cristallino e policristallino, Prove di qualificazione per i moduli fotovoltaici a fim sottile Dal modulo al campo fotovoltaico: Dal pannello fotovoltaico alla stringa, Modello circuitale di una stringa fotovoltaica, Caratteristica tensione corrente di una stringa fotovoltaica in caso di ombreggiamento parziale, Dalla stringa fotovoltaica al campo fotovoltaico: collegamento di stringhe in parallelo, Conversione centralizzata e conversione distribuita, Norme per il collegamento alla rete elettrica degli impianti fotovoltaici, La DK5940, Il conto energia, Modalità di allacciamento e scelta del convertitore, Il dispositivo di interfaccia, Compatibilità tra campo fotovoltaico ed inverter, Dimensionamento di un generatore fotovoltaico, Rischio di incendio negli impianti fotovoltaici Geografia solare: Altezza solare e angolo di tilt, Declinazione solare, Equazione oraria, Angolo orario, Calcolo dell'altezza solare, Angoli di azimut del pannello e del Sole e valutazione dell'angolo di incidenza, Orientazione ottima del pannello, Calcolo della producibilità di un pannello fotovoltaico, Inseguitori solari, Determinazione dell'ombra, Auto-

ombreggiamento e mascheratura Conversione dell’energia: Il convertitore DC/AC, PV inverter *grid connected,* Controllo dell’inverter, Inverter doppio stadio, Convertitori DC-DC, Inverter con configurazione a mezzo ponte, Inverter con trasformatore, Controllo MPPT, Rendimento dei sistemi fotovoltaici collegati alla rete elettrica, Considerazioni generali sugli MPPT, Anti-islanding

## MATERIALE DIDATTICO

*S. Daliento, V. d’Alessandro, P. Guerriero, Dispositivi e Sistemi Fotovoltaici, EDISES, 2014 · Appunti delle lezioni ·*
*Testi delle esercitazioni*

## MODALITÀ DI SVOLGIMENTO DELL'INSEGNAMENTO-MODULO

*Lo svolgimento dell’insegnamento prevede lezioni frontali, esercitazioni e lezioni di laboratorio. Per lo svolgimento delle esercitazioni gli studenti adottano gli ambienti di sviluppo PC1D, SPICE, PVSyst, Matlab.*

## VERIFICA DI APPRENDIMENTO E CRITERI DI VALUTAZIONE

**a) Modalità di esame**

- ☐ Scritto
- ☑ Orale
- ☑ Discussione di elaborato progettuale
- ☐ Altro

**In caso di prova scritta i quesiti sono**

- ☐ A risposta multipla
- ☐ A risposta libera
- ☐ Esercizi numerici

**b) Modalità di valutazione**

La valutazione prende in considerazione la capacità di argomentare in maniera tecnicamente corretta i contenuti impartiti durante il corso

# SCHEDA DELL'INSEGNAMENTO (SI)
# SYSTEM ON CHIP

# SSD: ELETTRONICA (ING-INF/01)

DENOMINAZIONE DEL CORSO DI STUDIO: INGEGNERIA ELETTRONICA (M61)
ANNO ACCADEMICO 2024/2025

## INFORMAZIONI GENERALI - DOCENTE

DOCENTE: PETRA NICOLA
TELEFONO: 081-7683680
EMAIL: nicola.petra@unina.it

## INFORMAZIONI GENERALI - ATTIVITÀ

INSEGNAMENTO INTEGRATO: NON PERTINENTE
MODULO: NON PERTINENTE
LINGUA DI EROGAZIONE DELL'INSEGNAMENTO: INGLESE
CANALE: FG A-Z
ANNO DI CORSO: II
PERIODO DI SVOLGIMENTO: SEMESTRE I
CFU: 9

### INSEGNAMENTI PROPEDEUTICI

Nessuna propedeuticità

### EVENTUALI PREREQUISITI

The course requires a basic knowledge of digital circuits, C programming language and one of the hardware description
languages (VHDL or Verilog)

### OBIETTIVI FORMATIVI

The objective of the course is the analysis and the design of complex electronics systems integrated within a single silicon
chip. Such systems, while advantageous in terms of performance, require overcoming several issues related to the
integration of heterogeneous circuits, the use of shared resources, the need to co-designing the hardware and the software

parts of a complex application.
The course provides advanced methodologies for the design and the validation of a complex electronic system.
Architectural optimization strategies are provided. Solutions for on-chip communication are discussed and analyzed.
Modern interfaces for off-chip communication are also thoroughly explained. The course also introduces to the state-of-
the-art design technologies used in the industry

## RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI (DESCRITTORI DI DUBLINO)

**Conoscenza e capacità di comprensione**

By the end of the course the students must prove to own the following knowledge and understanding:
- advanced knowledge of a System on Chip architecture: memory mapped architectures, system bus, serial interfaces,
memory organization, scheduler, accelerators architecture, error correction circuits
- advanced knowledge of the techniques used for the design and the validation of a System on Chip: SystemVerilog
language, High-Level synthesis
- knowledge of the typical architectures for data-paths used in a System on Chip
- ability to evaluate the performance of a System on Chip and its sub-systems

**Capacità di applicare conoscenza e comprensione**

The students must prove to be able to design simple systems based on the memory-mapped architecture.
The students must prove to be able to synthesize an accelerator using a software for the high-level synthesis.
The students must prove to be able to validate the functionality of a system using the SystemVerilog language.
The student must prove to be able to use industry standard tools for the development of System on Chip based on a
programmable architecture, such as the Xilinx Zynq device.

## PROGRAMMA-SYLLABUS

Memory mapped architectures. Processing system of a programmable SoC. System bus architectures: AMBA bus, AXI
protocol. High-level synthesis: allocation scheduling and binding, functional units and simple operators, static and dynamic
floorplan, buffering, loop pipelining and unrolling, memory decomposition, dataflow architectures, handshaking, formal
techniques. SystemVerilog: data types, clocking object, procedural statements, program object, concurrent programming,

DPI, interfaces, assertions, classes, coverage. Serial interfaces: examples (IIC, SPI, JTAG, CAN), serial interfaces advantages
and features, coding and scrambling, clock recovery, access methods, error detection and correction. Memory organization.
Case studies: FFT accelerator, Computer Vision accelerator, audio elaboration, discrete cosine transform.

## MATERIALE DIDATTICO

The course has no official textbook. The slides used during lessons, the laboratory guides and additional teaching material
will be made available on the course webpage

## MODALITÀ DI SVOLGIMENTO DELL'INSEGNAMENTO-MODULO

Oral lessons (50 hours) and lab sessions (30 hours). Lessons will be recorded and available for students.

## VERIFICA DI APPRENDIMENTO E CRITERI DI VALUTAZIONE

**a) Modalità di esame**

- ☐ Scritto
- ☑ Orale
- ☐ Discussione di elaborato progettuale
- ☐ Altro

**In caso di prova scritta i quesiti sono**

- ☐ A risposta multipla
- ☐ A risposta libera
- ☐ Esercizi numerici

**b) Modalità di valutazione**

# SCHEDA DELL'INSEGNAMENTO (SI)
# PROGETTAZIONE DEI CIRCUITI INTEGRATI ANALOGICI

# SSD: ELETTRONICA (ING-INF/01)

DENOMINAZIONE DEL CORSO DI STUDIO: INGEGNERIA ELETTRONICA (DE8)
ANNO ACCADEMICO 2026/2027

## INFORMAZIONI GENERALI - DOCENTE

DOCENTE: IRACE ANDREA
TELEFONO: 081-7683116
EMAIL: andrea.irace@unina.it

## INFORMAZIONI GENERALI - ATTIVITÀ

INSEGNAMENTO INTEGRATO: NON PERTINENTE
MODULO: NON PERTINENTE
LINGUA DI EROGAZIONE DELL'INSEGNAMENTO: ITALIANO
CANALE: FG A-Z
ANNO DI CORSO: II
PERIODO DI SVOLGIMENTO: SEMESTRE I
CFU: 9

### INSEGNAMENTI PROPEDEUTICI

nessuna

### EVENTUALI PREREQUISITI

Conoscenze di base di:
•teoria dei circuiti;
•elettronica analogica;
•dispositivi a semiconduttore;
•analisi dei segnali e sistemi;
•algebra lineare e calcolo differenziale.
È utile una familiarità di base con simulatori SPICE.

### OBIETTIVI FORMATIVI

Al termine del corso lo studente sarà in grado di:

•analizzare e progettare circuiti analogici integrati in tecnologia CMOS;
•utilizzare modelli di piccolo e grande segnale dei MOSFET;
•valutare guadagno, banda, rumore, linearità, consumo e margine di fase;
•progettare stadi amplificatori e specchi di corrente;
•dimensionare amplificatori operazionali e OTA;
•progettare circuiti di polarizzazione e riferimenti di tensione;
•verificare il progetto mediante simulazioni SPICE;
•interpretare i principali compromessi progettuali tipici dell'elettronica integrata.

## RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI (DESCRITTORI DI DUBLINO)

**Conoscenza e capacità di comprensione**

Lo studente dovrà dimostrare di saper:
•dimensionare uno stadio amplificatore a partire da specifiche assegnate;
•verificare stabilità, rumore e linearità;
•utilizzare un simulatore circuitale;
•motivare le scelte architetturali e tecnologiche;
•valutare l'impatto di mismatch, processo, temperatura e parassiti.

**Capacità di applicare conoscenza e comprensione**

Lo studente dovrà dimostrare di saper:+
•dimensionare uno stadio amplificatore a partire da specifiche assegnate;
•verificare stabilità, rumore e linearità;
•utilizzare un simulatore circuitale;
•motivare le scelte architetturali e tecnologiche;
•valutare l'impatto di mismatch, processo, temperatura e parassiti.

## PROGRAMMA-SYLLABUS

### Programma e articolazione didattica

### 1. Introduzione alla progettazione CMOS

•caratteristiche della tecnologia CMOS;
•livelli di astrazione e flusso di progetto;
•specifiche elettriche e vincoli di progetto;
•compromessi tra prestazioni, area, potenza e robustezza.

### 2. MOSFET e tecniche di analisi

•funzionamento del MOSFET;
•regioni operative;
•modello di grande segnale;
•modello di piccolo segnale;

•effetto Early e modulazione della lunghezza di canale;
•effetto body;
•capacità parassite e limiti di frequenza;
•analisi manuale e verifica numerica.

## 3. Polarizzazione e generatori di corrente

•punti di lavoro;
•specchi di corrente semplici e cascode;
•sorgenti e pozzi di corrente;
•circuiti di polarizzazione;
•avviamento dei circuiti;
•sensibilità alle variazioni di processo e temperatura;
•riferimenti di corrente e PTAT.

## 4. Stadi amplificatori CMOS

•amplificatore a source comune;
•amplificatore a gate comune;
•amplificatore a drain comune;
•carichi resistivi, attivi e a sorgente di corrente;
•guadagno, resistenza d’uscita e swing;
•cascode e cascode ripiegato;
•amplificatori differenziali;
•reiezione del modo comune;
•sorgenti di errore e mismatch.

## 5. Risposta in frequenza e compensazione

•poli e zeri nei circuiti CMOS;
•effetto Miller;
•risposta a piccolo segnale;
•prodotto guadagno-banda;
•stabilità e margine di fase;
•tecniche di compensazione;
•analisi del comportamento in retroazione.

## 6. Rumore, linearità e distorsione

•rumore termico e rumore flicker;
•modello di rumore del MOSFET;
•riferimenti all’ingresso e all’uscita;
•rapporto segnale/rumore;
•distorsione armonica;
•punto di intercetta e dinamica;
•tecniche di riduzione del rumore e della distorsione.

## 7. Amplificatori operazionali e OTA

•architetture a uno e due stadi;
•amplificatore telescopico;

•amplificatore folded-cascode;
•OTA a uscita singola e differenziale;
•amplificatori a elevato swing;
•amplificatori rail-to-rail;
•slew rate e comportamento ai grandi segnali;
•offset e mismatch;
•progettazione a partire da una specifica.

## 8. Circuiti a commutazione e campionamento

•switch MOS;
•circuiti sample-and-hold;
•charge injection e clock feedthrough;
•circuiti switched-capacitor;
•integratori a capacità commutate;
•applicazioni elementari nei convertitori dati.

## 9. Riferimenti di tensione e circuiti CMOS ausiliari

•riferimenti bandgap;
•circuiti PTAT e CTAT;
•regolatori lineari elementari;
•circuiti di start-up;
•considerazioni di layout e matching.

## 10. Laboratorio di progettazione

Esercitazioni con simulatore SPICE:
•definizione delle specifiche;
•scelta dell’architettura;
•dimensionamento preliminare;
•analisi DC, AC e transitoria;
•analisi di rumore e distorsione;
•analisi Monte Carlo;
•verifica di corner di processo e temperatura;
•redazione di una relazione tecnica.

## Attività di laboratorio

Il laboratorio può essere organizzato individualmente o in gruppi di due persone. Ogni gruppo realizzerà un progetto analogico CMOS, ad esempio:
•amplificatore differenziale con carico attivo;
•OTA a due stadi;
•amplificatore folded-cascode;
•riferimento di corrente o di tensione;
•integratore a capacità commutate.
Il progetto dovrà includere specifiche, schema elettrico, dimensionamento, simulazioni e discussione dei risultati.

**MATERIALE DIDATTICO**

Dispense del corso

## Bibliografia integrativa

•B. Razavi, *Fundamentals of Microelectronics*, Wiley.

•P. R. Gray et al., *Analysis and Design of Analog Integrated Circuits*, Wiley.

•R. J. Baker, *CMOS: Circuit Design, Layout, and Simulation*, Wiley.

•A. S. Sedra, K. C. Smith, *Microelectronic Circuits*, Oxford University Press.

### MODALITÀ DI SVOLGIMENTO DELL'INSEGNAMENTO-MODULO

Lezioni frontali in aula

Esercitazioni di laboratorio di simulazione

### VERIFICA DI APPRENDIMENTO E CRITERI DI VALUTAZIONE

**b) Modalità di valutazione**

## Modalità di verifica

L’esame consiste in:

1. un progetto di laboratorio con relazione tecnica

La valutazione considera:

•correttezza dell’analisi;

•qualità del dimensionamento;

•comprensione dei compromessi progettuali;

•capacità di interpretare le simulazioni;

•chiarezza della relazione e dell’esposizione.

# SCHEDA DELL'INSEGNAMENTO (SI)
# RETI ELETTRICHE COMPLESSE E SIMULAZIONE CIRCUITALE

# SSD: ELETTROTECNICA (ING-IND/31)

DENOMINAZIONE DEL CORSO DI STUDIO: INGEGNERIA ELETTRICA (D15)
ANNO ACCADEMICO 2026/2027

## INFORMAZIONI GENERALI - DOCENTE

DOCENTE: VISONE CIRO
TELEFONO:
EMAIL: ciro.visone2@unina.it

## INFORMAZIONI GENERALI - ATTIVITÀ

INSEGNAMENTO INTEGRATO: NON PERTINENTE
MODULO: NON PERTINENTE
LINGUA DI EROGAZIONE DELL'INSEGNAMENTO: ITALIANO
CANALE: FG A-Z
ANNO DI CORSO: II
PERIODO DI SVOLGIMENTO: SEMESTRE I
CFU: 9

### INSEGNAMENTI PROPEDEUTICI

Fondamenti di circuiti, Elettronica generale

### EVENTUALI PREREQUISITI

nessuno

### OBIETTIVI FORMATIVI

Arricchire il bagaglio delle conoscenze di base fornendo le metodologie e gli strumenti, teorici e numerici per l'analisi dei circuiti, con particolare attenzione alle reti complesse.
Introdurre ed illustrare, anche attraverso esempi teorici e sperimentali, le principali fenomenologie e le dinamiche complesse che hanno luogo nelle reti non lineari.
Sviluppare la capacità di analisi qualitativa e quantitativa di reti complesse attraverso la definizione di modelli circuitali, la loro implementazione attraverso specifiche tecniche numeriche o l'impiego di tool di simulazione circuitale.

## RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI (DESCRITTORI DI DUBLINO)

**Conoscenza e capacità di comprensione**

Il percorso formativo fornisce agli studenti un ampliamento delle conoscenze sia teoriche che numeriche sui circuiti lineari e non lineari, rispetto ai corsi introduttivi. Lo studente verrà esposto e imparerà a selezionare le formulazioni analitiche e gli algoritmi numerici più adatti all'analisi di circuiti nelle diverse applicazioni. Inoltre, prenderà contatto con i principali concetti di dinamica non lineare dei circuiti, e con le reti complesse.

**Capacità di applicare conoscenza e comprensione**

Lo studente dovrà mostrare di essere in grado di analizzare problemi circuitali complessi, con strumenti numerici sia di tipo "general purpose" che costruiti ad hoc, selezionando le formulazioni e gli algoritmi in relazione alle proprietà delle specifiche applicazioni.

## PROGRAMMA-SYLLABUS

Rivisitazione del modello circuitale, elementi circuitali e proprietà, soluzione analitica e numerica. Teoria dei grafi, matrici topologiche e loro relazioni, principali formulazioni delle equazioni circuitali; equazioni di stato e circuito resistivo associato. Circuiti non lineari, unicità della soluzione ed analisi qualitativa. Biforcazioni e cicli limite nei circuiti non lineari. Macro-modeling circuitale, identificazione e riduzione d'ordine. Progetto e sviluppo di resistori non lineari e di oscillatori. Formulazione generali del modello di un circuito complesso. Algoritmi per la soluzione numerica di equazioni a-dinamiche e differenziali, lineari e non lineari. Analisi dell'errore numerico e della convergenza degli algoritmi e relazione con i parametri di SPICE. Realizzazione (Laboratorio) di circuiti oscillatori. Simulazione, attraverso SPICE e MATLAB di circuiti dinamici non lineari, identificazione delle biforcazioni e dei cicli limite.

## MATERIALE DIDATTICO

· M. Hasler, J. Neirynck, Non Linear Circuits, Artech House, 1986, ISBN# 0-89006-208-0.
· L.O. Chua, P.M. Lin, Computer aided analysis of electronic circuits: algorithms &computational techniques, Prentice Hall, 1975, ISBN# 0-13-165415-2.
· L.O. Chua, C. A. Desoer, E. S. Kuh – Circuiti lineari e non lineari, Ed. Jackson.
· M. Parodi, M. Storace "Linear and Nonlinear circuits: basic &advanced concepts", vol. 1 e 2, Ed. Springer.
· V. Comincioli, Analisi numerica: Metodi, modelli, applicazioni", Mc-Graw Hill.
· A. Vladimirescu, Spice, Mc Graw-Hill, 1995.

## MODALITÀ DI SVOLGIMENTO DELL'INSEGNAMENTO-MODULO

Lezioni frontali (70% circa) ed esercitazioni frontali (15% circa) esercitazioni in laboratorio (15% circa)

## VERIFICA DI APPRENDIMENTO E CRITERI DI VALUTAZIONE

**a) Modalità di esame**

- [ ] Scritto
- [x] Orale
- [x] Discussione di elaborato progettuale
- [ ] Altro

**In caso di prova scritta i quesiti sono**

- [ ] A risposta multipla
- [ ] A risposta libera
- [ ] Esercizi numerici

**b) Modalità di valutazione**

La discussione dell'elaborato progettuale costituisce la parte preponderante della valutazione.

# SCHEDA DELL'INSEGNAMENTO (SI)
# MODELLI NUMERICI PER CAMPI, CIRCUITI E SISTEMI

# SSD: ELETTROTECNICA (ING-IND/31)

DENOMINAZIONE DEL CORSO DI STUDIO: INGEGNERIA ELETTRONICA (DE8)
ANNO ACCADEMICO 2026/2027

## INFORMAZIONI GENERALI - DOCENTE

DOCENTE: D'AQUINO MASSIMILIANO
TELEFONO: 081-7685755
EMAIL: massimiliano.daquino@unina.it

## INFORMAZIONI GENERALI - ATTIVITÀ

INSEGNAMENTO INTEGRATO: NON PERTINENTE
MODULO: NON PERTINENTE
LINGUA DI EROGAZIONE DELL'INSEGNAMENTO: ITALIANO
CANALE: FG A-Z
ANNO DI CORSO: II
PERIODO DI SVOLGIMENTO: SEMESTRE I
CFU: 9

### INSEGNAMENTI PROPEDEUTICI

Nessuno

### EVENTUALI PREREQUISITI

Nessuno

### OBIETTIVI FORMATIVI

Il corso ha l'obiettivo di illustrare gli aspetti fondamentali della modellistica numerica d'interesse per un ingegnere elettrico e dell'Informazione, fornendo gli strumenti di base per la risoluzione al calcolatore di problemi di campi, circuiti e sistemi dinamici. L'approccio seguito si propone di mediare tra il rigore richiesto da una corretta impostazione matematica e la necessità di condurre gli allievi a risolvere problemi applicativi più direttamente legati ai loro specifici interessi. Il linguaggio di programmazione MATLAB® è utilizzato nel laboratorio numerico.

## RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI (DESCRITTORI DI DUBLINO)

**Conoscenza e capacità di comprensione**

Il corso intende fornire agli studenti le conoscenze e gli strumenti metodologici necessari per affrontare la risoluzione di problemi di campi, circuiti e sistemi dinamici al calcolatore e valutare criticamente le caratteristiche attese di una soluzione numerica di un problema, quale anche quella ottenibile direttamente con codici commerciali.

**Capacità di applicare conoscenza e comprensione**

Lo studente deve dimostrare di essere in grado di utilizzare concretamente le conoscenze acquisite, dando prova di saperle applicare nella impostazione della soluzione di un problema al calcolatore e nella valutazione critica delle caratteristiche attese dalla soluzione numerica, quale anche quella ottenibile direttamente con codici commerciali.

## PROGRAMMA-SYLLABUS

1. Problemi integro-differenziali e Sistemi dinamici

Modello astratto di sistema dinamico, semi-discretizzazione, sistemi a parametri concentrati e distribuiti, l'esempio del modello circuitale. Modelli descritti da equazioni alle derivate parziali per campi scalari e vettoriali: equazioni di Laplace e Poisson, equazioni di diffusione, di Helmholtz, delle onde. Condizioni al contorno. Unicità della soluzione, alcuni risultati per problemi di elettromagnetismo. Cenni alle equazioni integrali, esempi in Elettrostatica e Magnetostatica.

2. Richiami e complementi di Algebra Lineare

Spazi lineari a dimensione finita. Matrici. Matrici simmetriche, hermitiane, normali, unitarie, ortogonali. Determinante. Autovalori ed autovettori, diagonalizzazione. Localizzazione degli autovalori, teoremi di Gershgorin. Dominanza diagonale. Matrici definite positive. Prodotto scalare. Norme vettoriali. Quoziente di Rayleigh–Ritz. Equivalenza e continuità delle norme. Norme matriciali. Decomposizione a valori singolari (SVD). Condizionamento di una matrice.

3. Metodo delle Differenze Finite

Approssimazione degli operatori differenziali agenti su un campo scalare, esempio su operatori derivata prima e seconda. Proprietà strutturali dell'operatore differenziale discretizzato, confronto con l'operatore continuo ed errore di discretizzazione. Soluzione alle differenze finite dei problemi di Dirichlet e di Neumann per l'equazione di Poisson, caso monodimensionale ed estensione ai casi multi-dimensionali. Consistenza, stabilità e convergenza.

4. Metodo degli elementi finiti

Formulazioni del problema di campo, forma forte e debole. Formulazione debole dell'equazione di Poisson, caso monodimensionale e multi-dimensionale. Metodo di Galerkin, proprietà strutturali della matrice dei coefficienti, trattamento delle condizioni al contorno di tipo Dirichlet e di tipo Neumann. Metodo degli elementi finiti (FEM), funzioni di forma lineari a tratti. Convergenza del metodo degli elementi finiti. Cenni a metodi FEM non Galerkin.

5. Integrazione numerica

Approssimazione numerica di integrali definiti. Formula dei rettangoli, formula dei trapezi, formula di Simpson. Errore di discretizzazione. Formule di Gauss-Legendre.

6. Sistemi di equazioni algebriche lineari

Metodi diretti, eliminazione di Gauss. Fattorizzazioni LU e di Cholesky. Matrici sparse e bandate. Metodi iterativi, velocità di convergenza e arresto dell'iterazione. Metodi di Jacobi, Gauss-Seidel, di rilassamento. Convergenza e stima dell'errore. Metodi del gradiente e del gradiente coniugato. Cenni al problema del condizionamento, regolarizzazione alla Tihonov. Sistemi di equazioni algebriche ai minimi quadrati, soluzione mediante SVD, matrice pseudo-inversa.

7. Sistemi di equazioni algebriche non lineari

Soluzione di una singola equazione algebrica non lineare, metodi iterativi per la determinazione di soluzioni approssimate. Metodo di bisezione. Metodi di punto fisso. Metodo di Newton-Raphson. Convergenza, stima dell'errore, velocità di convergenza. Estensione dei metodi iterativi a sistemi di equazioni algebriche non lineari. Cenni ai problemi di ottimizzazione.

8. Sistemi di equazioni differenziali a derivate ordinarie

Soluzione numerica di una singola equazione differenziale. Metodi derivanti da sviluppo in serie, espliciti e impliciti. Metodi di Eulero esplicito, implicito, metodo Theta. Errore di discretizzazione locale. Consistenza del metodo. Studio della convergenza. Errore globale e stabilità numerica. Influenza degli errori di arrotondamento. Estensione alla soluzione di sistemi di equazioni differenziali. Cenni ai metodi di Runge-Kutta. Cenni agli schemi numerici conservativi.

9. Introduzione al Machine Learning con Reti Neurali

Elementi di unsupervised learning, analisi alle componenti principali. Reti Neurali, generalità. Percettrone ad uno o più layers. Proprietà di interpolazione universale. Algoritmo Stochastic Gradient Descent. Introduzione al toolbox Matlab sulle reti neurali, esempi di problemi di interpolazione. Algoritmo di Back Propagation per la minimizzazione della loss function di una rete neurale. Automatic Differentiation, modalità forward e backward, grafo computazionale.

10. Soluzione numerica delle Equazioni di Maxwell

Equazioni di Maxwell nel limite stazionario e quasi-stazionario, equazione della diffusione del campo magnetico. Discretizzazione spaziale con il metodo delle differenze finite e degli elementi finiti. Integrazione temporale col metodo di Eulero Esplicito, Implicito e Theta. Stabilità. Soluzione numerica dell'equazione delle onde. Formulazioni agli elementi finiti per le Equazioni di Maxwell, cenni agli edge elements.

## MATERIALE DIDATTICO

Testi di riferimento

[1] F. Trevisan, F. Villone, Modelli numerici per campi e circuiti, SGE Padova

[2] G. Miano, Modelli Numerici per i Campi, Napoli, settembre 2009, dispense disponibili in formato pdf sul sito www.elettrotecnica.unina.it alla pagina del corso del prof. G. Miano

[3] Ulteriore materiale didattico (incluso il software utilizzato nelle ore di laboratorio) èdisponibile sul sito www.elettrotecnica.unina.it o su TEAMS all'indirizzo del corso. Eventuali ulteriori riferimenti potranno essere dati durante lo svolgimento del corso.

Testi di consultazione

[1] V. Comincioli. Analisi numerica: Metodi Modelli Applicazioni. Nuova edizione, in formato ebook, 981 pp. Apogeo, Feltrinelli Milano, 2005.

[2] A. Quarteroni, R. Sacco, F. Saleri, Numerical Mathematics (Texts in Applied Mathematics Book 37) Springer 2017.
[3] A. Quarteroni, Numerical Models for Differential Problems (MS&A Book 16) 3rd Edition, Springer 2017.

## MODALITÀ DI SVOLGIMENTO DELL'INSEGNAMENTO-MODULO

Lezioni frontali (85% circa), esercitazioni e laboratorio informatico con uso di software scritto in MATLAB® (15% circa)

## VERIFICA DI APPRENDIMENTO E CRITERI DI VALUTAZIONE

**a) Modalità di esame**

- ☐ Scritto
- ☑ Orale
- ☑ Discussione di elaborato progettuale
- ☐ Altro

**In caso di prova scritta i quesiti sono**

- ☐ A risposta multipla
- ☐ A risposta libera
- ☐ Esercizi numerici

**b) Modalità di valutazione**

Il campo sarà definito secondo l'aggiornamento delle Linee guida del PQA in corso di predisposizione

# SCHEDA DELL'INSEGNAMENTO (SI)
# SISTEMI ELETTRICI PER LE FONTI RINNOVABILI

# SSD: SISTEMI ELETTRICI PER L'ENERGIA (ING-IND/33)

DENOMINAZIONE DEL CORSO DI STUDIO: INGEGNERIA ELETTRONICA (DE8)
ANNO ACCADEMICO 2026/2027

## INFORMAZIONI GENERALI - DOCENTE

DOCENTE: DI PALMA PASQUALE
TELEFONO:
EMAIL: pasquale.dipalma@unina.it

## INFORMAZIONI GENERALI - ATTIVITÀ

INSEGNAMENTO INTEGRATO: NON PERTINENTE
MODULO: NON PERTINENTE
LINGUA DI EROGAZIONE DELL'INSEGNAMENTO: ITALIANO
CANALE: FG A-Z
ANNO DI CORSO: II
PERIODO DI SVOLGIMENTO: SEMESTRE II
CFU: 9

### INSEGNAMENTI PROPEDEUTICI

Nessuno

### EVENTUALI PREREQUISITI

Nessuno

### OBIETTIVI FORMATIVI

Fornire agli studenti le nozioni fondamentali relative:
1) ai sistemi elettrici presenti negli impianti di produzione dell’energia elettrica connessi ai sistemi di I, II e III categoria;
2) alle tipologie di impianti di produzione da fonti tradizionali e da fonti rinnovabili;
3) alle modalità di partecipazione dei produttori ai mercati dell’energia elettrica e alla modellistica per lo studio del funzionamento dei mercati dell’energia elettrica;
4) gestione dei sistemi di accumulo.

## RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI (DESCRITTORI DI DUBLINO)

**Conoscenza e capacità di comprensione**

Conoscere e comprendere le tematiche inerenti agli impianti di produzione sia di tipo convenzionale che di tipo rinnovabile e le modalità di funzionamento dei mercati dell'energia elettrica.

**Capacità di applicare conoscenza e comprensione**

Capacità di applicare le conoscenze acquisite alla complessità impiantistica degli impianti di produzione, della loro connessione alle reti e della modalità di partecipazione ai mercati dell'energia elettrica.
Saper riconoscere, comprendere e definire le caratteristiche degli impianti di produzione sia da fonti convenzionali che da risorse rinnovabili.

## PROGRAMMA-SYLLABUS

[1 CFU]Generalità sugli impianti di produzione dell'energia elettrica e definizioni di base. Generalità sul sistema energetico e sul sistema elettrico per l'energia. Fonti di energia rinnovabili e tradizionali. Tipologie di centrali di produzione. Cenni sul sistema italiano di trasmissione e distribuzione.
La Produzione di Energia Elettrica in Italia e nel mondo. Costi della produzione dell'energia elettrica.
[1 CFU] Linee elettriche e Apparecchi di manovra.
[2 CFU] Impianti di produzione dell'energia elettrica connessi alla rete elettrica di III categoria.
La produzione concentrata. La centrale. Generalità sui dispositivi di generazione, i circuiti elettrici ausiliari e gli apparecchi di manovra e di protezione. Connessione dell'impianto alla rete.
Impianti termoelettrici con turbine a vapore di tipo tradizionale. Impianti termoelettrici con turbine a gas. Impianti termoelettrici a ciclo combinato gas-vapore. Impianti geotermoelettrici. Impianti idroelettrici. Impianti idroelettrici di produzione e pompaggio, sistemi di accumulo elettrochimico.
[2.5 CFU] Impianti di produzione dell'energia elettrica connessi alle reti elettriche di I e II categoria.
Produzione distribuita. Impianti eolici. Impianti fotovoltaici. Impianti idroelettrici di piccola taglia. Impianti a biomasse. Impianti termoelettrici a biogas. Smart Grid e produzione dell'energia elettrica. Sistemi di accumulo centralizzati e distribuiti.
Conversione Power to Gas: generazione di idrogeno, Fuel cell.
[1.5 CFU] Complementi
Impianti di produzione di energia elettrica ed energia termica e frigorifera: cogenerazione e trigenerazione.
Schemi elettrici di connessione alla rete di I e II categoria. Il punto di consegna e gli schemi dei sistemi di protezione.
[1 CFU] Esercitazioni in aula mediate l'impiego del software Matlab.

## MATERIALE DIDATTICO

R. Caldon, F. Bignucolo, “Impianti di Produzione dell’Energia Elettrica” Società Editrice Esculapio;
Slide delle lezioni;
Norma CEI 0-16;
Norma CEI 0-21.

## MODALITÀ DI SVOLGIMENTO DELL'INSEGNAMENTO-MODULO

Lezioni frontali anche con l'uso di proiezioni.

## VERIFICA DI APPRENDIMENTO E CRITERI DI VALUTAZIONE

**a) Modalità di esame**

- [ ] Scritto
- [x] Orale
- [x] Discussione di elaborato progettuale
- [ ] Altro

**In caso di prova scritta i quesiti sono**

- [ ] A risposta multipla
- [ ] A risposta libera
- [ ] Esercizi numerici

**b) Modalità di valutazione**

Verificare le conoscenze degli studenti, la loro comprensione degli argomenti trattati nel corso e la loro capacità di utilizzare la terminologia in modo appropriato valutando l'adeguatezza delle risposte fornite dallo studente alle domande poste durante l'esame.

# SCHEDA DELL'INSEGNAMENTO (SI)
# TRASMISSIONE DIGITALE

# SSD: TELECOMUNICAZIONI (ING-INF/03)

DENOMINAZIONE DEL CORSO DI STUDIO: INGEGNERIA DELLE TELECOMUNICAZIONI E DEI MEDIA DIGITALI (P39)
ANNO ACCADEMICO 2026/2027

## INFORMAZIONI GENERALI - DOCENTE

DOCENTE: AUBRY AUGUSTO
TELEFONO:
EMAIL: augusto.aubry@unina.it

## INFORMAZIONI GENERALI - ATTIVITÀ

INSEGNAMENTO INTEGRATO: NON PERTINENTE
MODULO: NON PERTINENTE
LINGUA DI EROGAZIONE DELL'INSEGNAMENTO: ITALIANO
CANALE: FG A-Z
ANNO DI CORSO: III
PERIODO DI SVOLGIMENTO: SEMESTRE II
CFU: 9

### INSEGNAMENTI PROPEDEUTICI

Le propedeuticità sono quelle fissate dai manifesti degli studi.

### EVENTUALI PREREQUISITI

Fondamenti di Teoria dei Segnali.

### OBIETTIVI FORMATIVI

L’insegnamento fornisce allo studente i concetti fondamentali delle comunicazioni digitali. Dopo un’introduzione ai blocchi funzionali fondamentali dei sistemi di trasferimento dell’informazione e ai concetti di base sulla caratterizzazione delle sorgenti digitali, lo studente acquisirà gli strumenti per comprendere le principali modulazioni numeriche impiegate nei moderni sistemi di comunicazione. Saranno, inoltre, trattate alcune delle problematiche dei sistemi reali, quali la trasmissione su canali a banda limitata e l'interferenza intersimbolica (ISI). Infine, verranno presentati i principi fondamentali della codifica di canale.

## RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI (DESCRITTORI DI DUBLINO)

**Conoscenza e capacità di comprensione**

Lo studente dovrà essere in grado di comprendere le funzioni delle varie parti costitutive dei sistemi di trasferimento dell'informazione, nonché i principi che ne ispirano il progetto. Inoltre, dovrà essere in grado di comprendere le ragioni di alcune scelte progettuali dei sistemi di comunicazione digitale attualmente in uso.

**Capacità di applicare conoscenza e comprensione**

Lo studente dovrà saper applicare i concetti del corso alla progettazione di parti specifiche dei sistemi di comunicazione, traducendo i requisiti in soluzioni realizzabili e verificandone le prestazioni.

## PROGRAMMA-SYLLABUS

Concetti fondamentali. Informazione e sua misura.
Processi aleatori. Caratterizzazione statistica di segnali aleatori.
Modulazioni numeriche su canale AWGN.
Trasmissione su canali a banda limitata.
Trasmissione su canali a banda limitata.

## MATERIALE DIDATTICO

Il materiale didattico (slidedel docente) sarà disponibile sul canale teams del corso.
I testi di riferimento sono
U. Madhow, "Fundamentals of Digital Communications", Cambridge University Press.
J. Proakis and M. Salehi, Fundamentals of Communication Systems, Pearson.

## MODALITÀ DI SVOLGIMENTO DELL'INSEGNAMENTO-MODULO

Lezioni frontali ed esercitazioni

## VERIFICA DI APPRENDIMENTO E CRITERI DI VALUTAZIONE

**b) Modalità di valutazione**

Il campo sarà definito secondo l'aggiornamento delle Linee guida del PQA in corso di predisposizione.

# SCHEDA DELL'INSEGNAMENTO (SI)
# ELABORAZIONE DI SEGNALI MULTIMEDIALI

# SSD: TELECOMUNICAZIONI (ING-INF/03)

DENOMINAZIONE DEL CORSO DI STUDIO: INGEGNERIA DELLE TELECOMUNICAZIONI E DEI MEDIA DIGITALI (DE7)
ANNO ACCADEMICO 2026/2027

## INFORMAZIONI GENERALI - DOCENTE

DOCENTE: VERDOLIVA LUISA
TELEFONO: 081-7683929
EMAIL: luisa.verdoliva@unina.it

## INFORMAZIONI GENERALI - ATTIVITÀ

INSEGNAMENTO INTEGRATO: NON PERTINENTE
MODULO: NON PERTINENTE
LINGUA DI EROGAZIONE DELL'INSEGNAMENTO: ITALIANO
CANALE: FG A-Z
ANNO DI CORSO:  II
PERIODO DI SVOLGIMENTO: SEMESTRE II
CFU: 9

### INSEGNAMENTI PROPEDEUTICI

Nessuno

### EVENTUALI PREREQUISITI

Nessuno

### OBIETTIVI FORMATIVI

Obiettivo dell'insegnamento è di fornire la conoscenza dei concetti di base e degli algoritmi per l'elaborazione di immagini digitali e presentare le principali tecniche per la codifica di immagini fisse e sequenze video, con particolare attenzione agli standard più comuni. Oltre a fornire gli strumenti matematici e concettuali per trattare analiticamente questi argomenti, il corso si propone di dare le conoscenze necessarie per sviluppare in Python i principali algoritmi per l'elaborazione delle immagini.

## RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI (DESCRITTORI DI DUBLINO)

**Conoscenza e capacità di comprensione**

Lo studente deve dimostrare di conoscere e saper comprendere gli strumenti metodologici per l'analisi e l'elaborazione delle immagini. Tali strumenti consentiranno agli studenti di risolvere problemi più complessi sia nel dominio dello spazio che nel dominio della frequenza.

**Capacità di applicare conoscenza e comprensione**

Lo studente deve dimostrare di saper ragionare sulle problematiche riguardo l'analisi e l'elaborazione di immagini e di saper scegliere la tecnica più adatta per la risoluzione di un problema pratico.

## PROGRAMMA-SYLLABUS

Enhancement di immagini. Enhancement nel dominio spaziale. Trasformazioni basilari dell'intensità: operazioni puntuali lineari e non lineari. Equalizzazione dell'istogramma. Bit-plane slicing. Operazioni aritmetiche. Operazioni geometriche. Basi del filtraggio spaziale. Filtri di smoothing e di sharpening. Filtro mediano. Operazioni morfologiche. Enhancement nel dominio frequenziale. Trasformata di Fourier bidimensionale. DFT-2D. Esempi di filtro passa-basso e passa-alto. Filtraggio in frequenza: filtri ideali, filtri di Butterworth e filtri gaussiani.
Rappresentazione del colore. Cenni sul sistema visivo umano. Coni e bastoncelli. Sensibilità relativa dei coni di tipo S, M e L. Teoria tricromatica dei colori. Color matching. Gli spazi di colore (RGB, HSI). Pigmenti: colorazione sottrattiva, sistemi di stampa CMY, CMYK (quadricromia).
Segmentazione. Tecniche edge based. Point detection e line detection. Gradienti di Roberts, Prewitt e Sobel. Thresholding del gradiente. Zero-crossing del Laplaciano. Canny edge detector. Tecniche class-based. Algoritmo K-means.
Compressione di immagini. Codifica di sorgente. Generalità sulla compressione dati. La quantizzazione. Quantizzazione uniforme e non uniforme. Codifica predittiva. Schema del codificatore e decodificatore. Quantizzazione predittiva. Codifica mediante trasformata. Compattazione dell'energia e allocazione ottima delle risorse. Le trasformate lineari. Trasformata di Karhunen-Loéve e sue proprietà. Trasformata coseno discreta. Lo standard JPEG. Codifica video. Generalità sul segnale video. Compressione spaziale e temporale. Conditional replenishment e compensazione del movimento. Il codificatore ibrido. Cenni allo standard MPEG-1 e MPEG-2. La scalabilità in risoluzione e in frame-rate.
Trasformata Wavelet. Localizzazione tempo-frequenza. Wavelet continua (CWT). Mother Wavelet. Analisi multirisoluzione, funzione di scaling. Equazioni MRA. Estensione al caso bidimensionale. Implementazione della trasformata wavelet discreta (DWT). Banco di filtri di analisi e sintesi. Codifica mediante Wavelet. Algoritmo EZW.
Applicazioni. Esempi di applicazioni avanzate per l'elaborazione di immagini: denoising, super-risoluzione, riconoscimento di volti o oggetti, classificazione mediante descrittori locali, segmentazione semantica, riconoscimento di manipolazioni nelle immagini e nei video anche con tecniche basate sull'apprendimento (cenni alle reti neurali convoluzionali).

## MATERIALE DIDATTICO

Libri di testo consigliati:
R.C.Gonzalez, R.E.Woods: “Digital image processing”, 3nd edition, Prentice Hall, 2008.
A.Bovik: “The essential guide to image processing”, Academic Press, 2009.
K.Sayood: “Introduction to data compression”, 2nd edition, Morgan Kaufmann, 2000.
Appunti del corso del docente: http://wpage.unina.it/verdoliv/esm/

## MODALITÀ DI SVOLGIMENTO DELL'INSEGNAMENTO-MODULO

La didattica è erogata: a) per circa il 70% con lezioni frontali; b) per circa il 30% con esercitazioni guidate in laboratorio per lo sviluppo di applicazioni software in Python per comprendere al meglio le tecniche studiate. Gli argomenti delle lezioni frontali e delle esercitazioni sono esposti con l’ausilio di lavagne elettroniche e/o trasparenze dettagliate, messe a disposizione dello studente nel materiale didattico tramite il sito web ufficiale del docente.

## VERIFICA DI APPRENDIMENTO E CRITERI DI VALUTAZIONE

**b) Modalità di valutazione**

Il campo sarà definito secondo l'aggiornamento delle Linee guida del PQA in corso di predisposizione.

# SCHEDA DELL'INSEGNAMENTO (SI)
# SISTEMI OPERATIVI (9 CFU)

# SSD: SISTEMI DI ELABORAZIONE DELLE INFORMAZIONI (ING-INF/05)

DENOMINAZIONE DEL CORSO DI STUDIO: INGEGNERIA INFORMATICA (N46)
ANNO ACCADEMICO 2026/2027

## INFORMAZIONI GENERALI - DOCENTE

DOCENTE: CINQUE MARCELLO
TELEFONO: 081-7683874
EMAIL: marcello.cinque@unina.it

## INFORMAZIONI GENERALI - ATTIVITÀ

INSEGNAMENTO INTEGRATO: NON PERTINENTE
MODULO: NON PERTINENTE
LINGUA DI EROGAZIONE DELL'INSEGNAMENTO: ITALIANO
CANALE: FG2 J-Z
ANNO DI CORSO:  III
PERIODO DI SVOLGIMENTO: SEMESTRE I
CFU: 9

### INSEGNAMENTI PROPEDEUTICI

Programmazione
Calcolatori Elettronici

### EVENTUALI PREREQUISITI

Nessuno

### OBIETTIVI FORMATIVI

Il corso si pone l’obiettivo di fornire competenze sulle architetture di riferimento dei sistemi operativi; sulle metodologie utilizzate per la gestione delle risorse in un sistema operativo moderno; sugli strumenti per la programmazione di sistema; sull’utilizzo di una piattaforma Unix a livello utente e amministratore; sui principi base della programmazione concorrente. Le esercitazioni e le attività di laboratorio sono sviluppate in ambiente Linux e consistono in applicazioni di programmazione concorrente e la programmazione di moduli del kernel Linux.

## RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI (DESCRITTORI DI DUBLINO)

**Conoscenza e capacità di comprensione**

Lo studente deve dimostrare: di conoscere le problematiche relative alla gestione delle risorse di calcolo in sistemi multi-utente e multi-programmati, di comprendere gli strumenti metodologici e gli algoritmi di base utilizzati per la realizzazione di sistemi di elaborazione ad alte prestazioni che utilizzino efficientemente le risorse di calcolo, di illustrare le tecniche fondamentali inerenti alla programmazione concorrente e di sistema.

**Capacità di applicare conoscenza e comprensione**

Lo studente deve dimostrare di essere in grado di applicare gli strumenti metodologici appresi ai fini della progettazione dei sistemi di elaborazione, basati sull'utilizzo delle astrazioni fondamentali fornite dai sistemi operativi (es. processi, thread, filesystem, inter-process communication). Inoltre, lo studente deve dimostrare di essere in grado di applicare gli strumenti metodologici ai fini di sviluppare nuovi sistemi, utilizzando le conoscenze e le tecniche di programmazione concorrente e di sistema, e ai fini di diagnosticare i problemi dei sistemi di calcolo dovuti ad errata sincronizzazione e all'utilizzo inefficiente delle risorse di calcolo.

## PROGRAMMA-SYLLABUS

Concetti Introduttivi. Evoluzione storica dei S.O. - Mono e multiprogrammazione - Batch, time sharing, real-time, mobile, cloud computing - Richiami di elementi di architettura a supporto di un S.O. (modalità di I/O, gestione delle interruzioni, modalità utente e supervisore, gerarchie di memoria) - Virtualizzazione delle risorse nei S.O. - Il kernel - Chiamata a supervisore - Architetture a livelli, monolitiche, modulari, microkernel.

Gestione e Scheduling dei Processi e Thread. Concetto di processo – Stati di un processo – Descrittore di un processo – Code di processi – Il cambiamento di contesto – La gestione dei processi nei sistemi operativi Linux e Windows – Scheduling della CPU a breve, medio e lungo termine – Parametri di valutazione degli algoritmi di scheduling – Starvation – Preemption – Algoritmi First Come First Served, Round Robin, Shortest Process Next, Shortest Remaining Time, a code multiple con retroazione – Confronto tra algoritmi di scheduling monoprocessore – Scheduling tradizionale UNIX – Gli Scheduler O(1) e CFS del sistema operativo Linux – Scheduling nel sistema operativo Windows – Scheduling multiprocessore: Architetture SMP, multicore, e hyperthreading, scheduling con load sharing e dynamic load balancing, gang scheduling – Concetto di thread – Processi e thread – Stati di un thread – Thread a livello utente e a livello del nucleo – Modelli di programmazione multithreading – Primitive per la gestione dei threads – Cenni alla gestione dei thread nei sistemi Linux, Windows, Java.

Programmazione Concorrente. Concorrenza e parallelismo – Speed-up nelle architetture concorrenti e parallele – La legge di Amdahl – Le primitive fork/join – Concetti di risorsa e di gestore di risorsa – Competizione, cooperazione, ed interferenza – Race condition e sincronizzazione - I modelli ad ambiente globale e locale – L’interazione tra processi nel modello

ad ambiente globale – Il problema della mutua esclusione: requisiti, supporto hardware e soluzione. Il problema della comunicazione – I semafori – La comunicazione tramite memoria condivisa – La soluzione dei problemi di mutua esclusione mediante semafori – Problemi di cooperazione nel modello ad ambiente globale: problema del produttore/consumatore e soluzioni mediante semafori, problema lettori/scrittori e soluzioni mediante semafori – I monitor – Strategie di controllo signal and continue, signal and wait, e la soluzione di Hoare – La realizzazione di un monitor mediante semafori – La soluzione dei problemi di mutua esclusione, produttore/consumatore e lettori/scrittori mediante monitor – L'interazione tra processi nel modello ad ambiente locale – Le primitive per lo scambio di messaggio – Comunicazione diretta e indiretta, simmetrica ed asimmetrica – Comunicazione asincrona e sincrona – Send asincrona e sincrona – Receive bloccante e non bloccante – Realizzazione di send e receive sincrone mediante primitive asincrone – Processo servitore – Il problema del deadlock – Condizioni necessarie per il deadlock – Metodi per la gestione del deadlock – Prevenzione del deadlock – Deadlock Avoidance e algoritmo del banchiere – Rilevazione e recupero del deadlock – Comparazione delle strategie per la gestione del deadlock.

La Gestione della Memoria Centrale. Aspetti caratterizzanti la gestione della memoria: rilocazione, allocazione, organizzazione dello spazio virtuale, caricamento – Lo swapping – La gestione a partizioni multiple – Paginazione: schema di traduzione degli indirizzi, architettura di paginazione, TLB, Struttura della tabella delle pagine – Segmentazione: schema di traduzione degli indirizzi, architettura di segmentazione – Segmentazione con Paginazione – La memoria virtuale – La paginazione su richiesta – Algoritmi per la sostituzione delle pagine – Attività di paginazione degenere (thrashing) – Il modello del working set – Gestione della Memoria nel sistema operativo Linux: allocatori user-space e kernel-space, zone di memoria, buddy system, page cache, algoritmo di page frame reclaim – Cenni sulla gestione della memoria nel sistema operativo Windows.

La gestione dell'I/O. Le operazioni di I/O – La virtualizzazione delle risorse di I/O – Livello indipendente dai dispositivi, livello dipendente dai dispositivi – I driver – Struttura della memoria secondaria – I dischi – Scheduling degli accessi al disco con riferimento ai cilindri ed ai settori – I/O caching e buffering – Algoritmi di I/O scheduling FIFO, SCAN, e varianti – Scheduling del disco nel SO Linux – Architetture RAID – I dischi a stato solido.

La Gestione dei File. Organizzazione logica del file system: directory e file - Operazioni sulle directory e sui file – Metodi di accesso – Descrittore di file – La condivisione dei file – Struttura delle directory per la condivisione di file – Link per la condivisione – La protezione dei file – Organizzazione logica del file system – Metodi di allocazione dei file: allocazione contigua, a lista concatenata e indicizzata – La gestione dei blocchi liberi – inode e gestione dei file in Unix – Il Virtual File System di Linux e i file system ext2, ext3 ed ext4 – Il File System NTFS di Windows – Journaling File Systems – Log-structured File System– Il File System F2FS di Linux per SSD.

Primitive per la gestione dei processi e thread nel SO UNIX/Linux. Primitive per la creazione e terminazione dei processi: fork, exec, exit, wait – Gestione delle risorse IPC – Primitive per la gestione della memoria condivisa – Primitive per la gestione dei semafori. Esempi d'uso: soluzione di problemi di mutua esclusione e comunicazione (produttore/consumatore e lettori/scrittori), realizzazione object-based e object-oriented di un tipo Monitor – Primitive per la gestione delle code di messaggi ed esempi d'uso – Le primitive POSIX Threads per la gestione dei threads, ed esempi d'uso.

Approfondimenti sul sistema operativo UNIX/Linux. Installazione del SO Linux – La shell e i comandi di base (navigazione nel filesystem, assegnazione permessi, installazione del software, compilazione dei programmi) – La compilazione dei programmi: makefile, librerie statiche e dinamiche – I canali di I/O dei processi – Pipe – Variabili d'ambiente – Shell scripting – Segnali UNIX

Approfondimenti su virtualizzazione. Utilizzi della virtualizzazione. Architetture di virtualizzazione. Virtualizzazione della CPU (virtualizzabilità della CPU, tecnica del trap-and-emulate, full virtualization mediante DBT, paravirtualizzazione, supporto hardware Intel VT). Virtualizzazione della memoria (shadow page tables, extended page tables). Virtualizzazione dell'I/O (full virtualization, PV I/O, I/O passthrough, IO-MMU, SR-VIO). Esempio di tecnologie VMware.

## MATERIALE DIDATTICO

- Libri di testo adottati
  - Ancillotti, Boari, Ciampolini, Lipari. Sistemi Operativi, McGraw Hill.
  - Stallings. Operating Systems: Internals and Design Principles, 6th ed., Pearson Education

- Libri di testo consigliati
  - Silberschatz, Galvin, Gagne. Sistemi operativi - sesta edizione, Addison Wesley
  - Tanenbaum, I Moderni Sistemi Operativi – terza edizione, Pearson Education

- Dispense didattiche e trasparenze delle lezioni disponibili sul sito web docente.

## MODALITÀ DI SVOLGIMENTO DELL'INSEGNAMENTO-MODULO

L'insegnamento verrà erogato attraverso lezioni frontali (circa due terzi delle ore totali del corso), con esercitazioni in aula e in laboratorio (circa un terzo delle ore totali del corso). Le lezioni frontali introdurranno gli aspetti teorici inerenti alle astrazioni realizzate dai sistemi operativi, agli algoritmi per la gestione efficiente delle risorse di calcolo (CPU, memoria, I/O), e alle problematiche, gli algoritmi e i meccanismi più comuni per lo sviluppo di sistemi concorrenti (es. semafori, mutex, monitor, memoria condivisa, code di messaggi). Nelle esercitazioni in aula e in laboratorio, gli studenti approfondiranno praticamente gli aspetti teorici, sviluppando autonomamente dei programmi concorrenti con il sistema operativo Linux e il linguaggio di programmazione C.

## VERIFICA DI APPRENDIMENTO E CRITERI DI VALUTAZIONE

**a) Modalità di esame**

- [x] Scritto
- [x] Orale
- [ ] Discussione di elaborato progettuale
- [ ] Altro

**In caso di prova scritta i quesiti sono**

- [ ] A risposta multipla
- [ ] A risposta libera
- [x] Esercizi numerici

**b) Modalità di valutazione**

La prova scritta consiste in un esercizio di programmazione concorrente. La valutazione terrà conto in modo uniforme sia dello svolgimento della prova scritta, sia dello svolgimento della prova orale.

# SCHEDA DELL'INSEGNAMENTO (SI)
# ARCHITETTURA E PROGETTO DEI CALCOLATORI

# SSD: SISTEMI DI ELABORAZIONE DELLE INFORMAZIONI (ING-INF/05)

DENOMINAZIONE DEL CORSO DI STUDIO: INGEGNERIA INFORMATICA (M63)
ANNO ACCADEMICO 2024/2025

## INFORMAZIONI GENERALI - DOCENTE

DOCENTE: MAZZOCCA NICOLA
TELEFONO: 081-7683815
EMAIL: nicola.mazzocca@unina.it

## INFORMAZIONI GENERALI - ATTIVITÀ

INSEGNAMENTO INTEGRATO: NON PERTINENTE
MODULO: NON PERTINENTE
LINGUA DI EROGAZIONE DELL'INSEGNAMENTO: ITALIANO
CANALE: FG A-Z
ANNO DI CORSO:  I
PERIODO DI SVOLGIMENTO: SEMESTRE II
CFU: 9

### INSEGNAMENTI PROPEDEUTICI

Nessuno

### 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, autonomici, IoT e di edge computing, nonché le architetture cloud. La parte applicativa del corso èdedicata 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). Dispostivi 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-MODULO

Il corso prevede circa il 70% di lezioni frontali in cui vengono affrontati gli argomenti teorici, mentre il restante 30% èriservato 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 èdisponibile 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

**a) Modalità di esame**

- [x] Scritto
- [x] Orale
- [x] Discussione di elaborato progettuale
- [ ] Altro

**In caso di prova scritta i quesiti sono**

- [ ] A risposta multipla
- [x] A risposta libera
- [ ] Esercizi numerici

**b) Modalità di valutazione**

# SCHEDA DELL'INSEGNAMENTO (SI)
# LABORATORIO DI PROGRAMMAZIONE

## SSD: Sistemi di elaborazione delle informazioni (IINF-05/A)

DENOMINAZIONE DEL CORSO DI STUDIO: INGEGNERIA BIOMEDICA (D97)
ANNO ACCADEMICO 2026/2027

## INFORMAZIONI GENERALI - DOCENTE

DOCENTE: LIGUORI PIETRO
TELEFONO:
EMAIL: pietro.liguori@unina.it

## INFORMAZIONI GENERALI - ATTIVITÀ

INSEGNAMENTO INTEGRATO: NON PERTINENTE
MODULO: NON PERTINENTE
LINGUA DI EROGAZIONE DELL'INSEGNAMENTO: ITALIANO
CANALE: FG A-Z
ANNO DI CORSO: I
PERIODO DI SVOLGIMENTO: SEMESTRE I
CFU: 9

### INSEGNAMENTI PROPEDEUTICI

Non previsti.

### EVENTUALI PREREQUISITI

Nessuno.

### OBIETTIVI FORMATIVI

Fornire le competenze metodologiche, teoriche e pratiche necessarie per lo sviluppo di progetti software di piccole e medie dimensioni utilizzando il linguaggio di programmazione Python. Il corso copre i fondamenti della programmazione procedurale e orientata agli oggetti e le basi dell'analisi dei dati e del machine learning, preparando gli studenti a gestire vari aspetti dello sviluppo software.

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

**Conoscenza e capacità di comprensione**

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

**Capacità di applicare conoscenza e comprensione**

Lo studente deve dimostrare di essere in grado di risolvere problemi di programmazione procedurale e orientata agli oggetti, nonché di analisi dei dati, utilizzando le competenze metodologiche, teoriche e pratiche acquisite durante il corso. Lo studente deve essere in grado di sviluppare applicazioni basate sul paradigma ad oggetti e per l'analisi di dati in Python. Inoltre, deve saper utilizzare strumenti e le librerie Python per implementare tecniche di machine learning e analisi dei dati.

## PROGRAMMA-SYLLABUS

*Parte I: Fondamenti di Programmazione con Python*

Introduzione ai linguaggi di programmazione e a Python. Variabili, espressioni e istruzioni. Valori e tipi di dato. Principali costrutti di programmazione, incluse stringhe, liste, tuple, set e dizionari. Espressioni condizionali in-line. Funzioni e il passaggio di parametri. Ricorsione. Uso dei decoratori. Moduli e ambienti virtuali. Gestione dei file. Eccezioni e asserzioni. Debugging e Testing.

*Parte II: Programmazione Avanzata in Python*

Introduzione al paradigma orientato agli oggetti (OO). Creazione e gestione di classi e oggetti. Ereditarietà e polimorfismo. Introduzione ai tipi di dati astratti. Principi e tecniche di programmazione concorrente. Programmazione di rete. Complessità temporale ed algoritmi di ricerca e ordinamento.

*Parte III: Analisi dei Dati e Machine Learning con Python*

Fondamenti di Data Science utilizzando Python. Utilizzo delle librerie Pandas, Matplotlib, Numpy e Scipy. Caratterizzazione dei dati e test di ipotesi in Python. Introduzione ai concetti di machine learning in Python. Tecniche di classificazione e regressione. Utilizzo della libreria scikit-learn. Applicazioni pratiche.

## MATERIALE DIDATTICO

Slide del corso. Codice sviluppato durante le esercitazioni guidate. Esercitazioni pratiche e progetti su piattaforme come Jupyter Notebook e Google Colab. Documentazione online di librerie Python.

## MODALITÀ DI SVOLGIMENTO DELL'INSEGNAMENTO-MODULO

Lezioni teoriche frontali ed esercitazioni guidate.

## VERIFICA DI APPRENDIMENTO E CRITERI DI VALUTAZIONE

**b) Modalità di valutazione**

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

La prova scritta valuterà la conoscenza teorica e pratica degli argomenti trattati, mentre la prova orale valuterà la capacità di discutere le soluzioni adottate.

# SCHEDA DELL'INSEGNAMENTO (SI)
# ELETTRONICA CON MATERIALI NON CONVENZIONALI

# SSD: FISICA SPERIMENTALE (FIS/01)

BOZZA

DENOMINAZIONE DEL CORSO DI STUDIO: INGEGNERIA ELETTRONICA (DE8)
ANNO ACCADEMICO 2026/2027

## INFORMAZIONI GENERALI - DOCENTE

DOCENTE: CASSINESE ANTONIO
TELEFONO:
EMAIL: antonio.cassinese@unina.it

## INFORMAZIONI GENERALI - ATTIVITÀ

BOZZA

INSEGNAMENTO INTEGRATO: NON PERTINENTE
MODULO: NON PERTINENTE
LINGUA DI EROGAZIONE DELL'INSEGNAMENTO: ITALIANO
CANALE: FG A-Z
ANNO DI CORSO: II
PERIODO DI SVOLGIMENTO: SEMESTRE II
CFU: 9

### INSEGNAMENTI PROPEDEUTICI

no one

### EVENTUALI PREREQUISITI

BOZZA

Basic knowledge of semiconductor physics

### OBIETTIVI FORMATIVI

The aim of the course is to provide students with an overview of the electronic properties of nanostructured materials, physical deposition techniques, and characterization techniques relevant to electronics, sensors, soft robotics, and related devices. Particular attention is paid to the study and role of reduced dimensionality and material doping. Emphasis will be placed on hands-on learning of thin-film deposition of organic and 2D materials, their characterization, the fabrication of 2- and 3-terminal electronic devices, including quantum devices, and data analysis.

## RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI (DESCRITTORI DI DUBLINO)

**Conoscenza e capacità di comprensione**

Upon completion of the learning process, students will be familiar with the functional properties of organic materials and allotropic forms of carbon of interest for electronics, sensors, robotics, and related devices. They will have acquired both theoretical and practical knowledge of thin-film deposition techniques, characterization techniques, and the fabrication of certain electronic devices. Given the type of laboratory work to be performed, students will acquire greater knowledge of the instrumentation needed to fabricate and characterize thin-film-based electronic devices and how to analyze the data obtained from laboratory measurements.

BOZZA

**Capacità di applicare conoscenza e comprensione**

Use the knowledge acquired for other related degree courses and for a possible thesis work

## PROGRAMMA-SYLLABUS

Conductivity reviews in 2- and 3-terminal devices, Impedance spectroscopy and resonant cavities, Data analysis, Least squares best fit on linear and exponential functions, c2 test. Nanostructured materials with different dimensionality (organic materials and allotropic forms of carbon, organic/inorganic hybrid materials) with different functionalities (metallic, ferroelectric, magnetic, superconducting) and for different applications (biosensor electronics, robotics). Organic thin film deposition techniques (printing, evaporation coating, MBE, SUMBE, PLD). Structural morphological characterization, AFM, XRD. DC, AC, and microwave electrical characterization techniques. SCLC, ballistic, and UDR models. Quantum capacitance and conductance. Lithographic techniques, soft lithography, and nanolithography. Notes on quantum devices and other emerging applications.

BOZZA

## MATERIALE DIDATTICO

Slides e libri di testo forniti dal docente su cartella teams

## MODALITÀ DI SVOLGIMENTO DELL'INSEGNAMENTO-MODULO

The course will consist of lectures, classroom exercises, and, subject to organizational constraints, laboratory exercises. Students will be required to complete exercises, which will be assigned at the end of the course.

BOZZA

## VERIFICA DI APPRENDIMENTO E CRITERI DI VALUTAZIONE

**a) Modalità di esame**

- ☐ Scritto
- ☑ Orale
- ☑ Discussione di elaborato progettuale
- ☐ Altro

**In caso di prova scritta i quesiti sono**

- ☐ A risposta multipla
- ☐ A risposta libera
- ☐ Esercizi numerici

**b) Modalità di valutazione**

Discussion of laboratory paper and oral exam

B O Z Z A

B O Z Z A

B O Z Z A

# SCHEDA DELL'INSEGNAMENTO (SI)
# SCIENZA E TECNOLOGIA DELLE ONDE TERAHERTZ

# SSD: FISICA SPERIMENTALE (FIS/01)

BOZZA

DENOMINAZIONE DEL CORSO DI STUDIO: INGEGNERIA ELETTRONICA (DE8)
ANNO ACCADEMICO 2026/2027

## INFORMAZIONI GENERALI - DOCENTE

DOCENTE: ANDREONE ANTONELLO
TELEFONO: 081-7682547
EMAIL: antonello.andreone@unina.it

## INFORMAZIONI GENERALI - ATTIVITÀ

BOZZA

INSEGNAMENTO INTEGRATO: NON PERTINENTE
MODULO: NON PERTINENTE
LINGUA DI EROGAZIONE DELL'INSEGNAMENTO: ITALIANO
CANALE: FG A-Z
ANNO DI CORSO:  II
PERIODO DI SVOLGIMENTO: SEMESTRE I
CFU: 9

### INSEGNAMENTI PROPEDEUTICI

### EVENTUALI PREREQUISITI

BOZZA

### OBIETTIVI FORMATIVI

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

**Conoscenza e capacità di comprensione**

**Capacità di applicare conoscenza e comprensione**

## PROGRAMMA-SYLLABUS

## MATERIALE DIDATTICO

## MODALITÀ DI SVOLGIMENTO DELL'INSEGNAMENTO-MODULO

## VERIFICA DI APPRENDIMENTO E CRITERI DI VALUTAZIONE

**a) Modalità di esame**

- ☐ Scritto
- ☑ Orale
- ☑ Discussione di elaborato progettuale
- ☑ Altro: Per il test scritto 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

**In caso di prova scritta i quesiti sono**

- ☐ A risposta multipla
- ☐ A risposta libera
- ☐ Esercizi numerici

**b) Modalità di valutazione**

BOZZA
BOZZA
BOZZA

# SCHEDA DELL'INSEGNAMENTO (SI)
# ELETTRONICA INDUSTRIALE DI POTENZA

# SSD: CONVERTITORI, MACCHINE E AZIONAMENTI ELETTRICI (ING-IND/32)

DENOMINAZIONE DEL CORSO DI STUDIO: INGEGNERIA ELETTRICA (D15)
ANNO ACCADEMICO 2026/2027

## INFORMAZIONI GENERALI - DOCENTE

DOCENTE: COPPOLA MARINO
TELEFONO:
EMAIL: marino.coppola@unina.it

## INFORMAZIONI GENERALI - ATTIVITÀ

INSEGNAMENTO INTEGRATO: NON PERTINENTE
MODULO: NON PERTINENTE
LINGUA DI EROGAZIONE DELL'INSEGNAMENTO: ITALIANO
CANALE: FG A-Z
ANNO DI CORSO: II
PERIODO DI SVOLGIMENTO: SEMESTRE I
CFU: 6

### INSEGNAMENTI PROPEDEUTICI

*Non previsti*

### EVENTUALI PREREQUISITI

*Conoscenza di base di elettronica di potenza.*

### OBIETTIVI FORMATIVI

*L'insegnamento intende fornire agli studenti nozioni specialistiche per il dimensionamento e la progettazione dei circuiti di conversione statica dell'energia elettrica. In particolare, l'insegnamento si pone l'obiettivo di fornire agli studenti le metodologie e le conoscenze utili all'implementazione di un sistema completo di generazione e conversione dell'energia elettrica attraverso lo sviluppo di un progetto in ambiente simulativo dedicato.*

## RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI (DESCRITTORI DI DUBLINO)

**Conoscenza e capacità di comprensione**

*Il percorso formativo intende fornire agli studenti le conoscenze e gli strumenti metodologici necessari a sviluppare l'implementazione, in ambiente simulativo (PLECS - Piece-wise Linear Electrical Circuit Simulation, Matlab/Simulink), di un sistema di generazione e conversione dell'energia elettrica, preliminare alla successiva realizzazione hardware. In particolare, lo studente dovrà dimostrare di conoscere il principio di funzionamento ed il comportamento dei suoi principali sotto-sistemi (e.g., dispositivi elettronici, convertitore di potenza, batterie, filtri). Inoltre, lo studente dovrà comprendere le principali problematiche relative all'impiego dei convertitori statici, anche connessi alla rete elettrica, e dovrà essere in grado di memorizzare e descrivere le tecniche utilizzate per il controllo dei convertitori e per la gestione del flusso energetico. Gli strumenti forniti consentiranno agli studenti di comprendere le principali relazioni tra i diversi sotto-sistemi e componenti analizzati e di interpretare gli andamenti delle grandezze elettriche di ingresso/uscita al fine dello sviluppo di un progetto completo.*

**Capacità di applicare conoscenza e comprensione**

*Il percorso formativo è orientato a trasmettere le capacità e gli strumenti metodologici e operativi necessari ad applicare concretamente le conoscenze acquisite per la progettazione ed il dimensionamento opportuno dei convertitori in differenti applicazioni specifiche. Al termine del processo di apprendimento lo studente dovrà dimostrare, quindi, di essere in grado di progettare e realizzare a livello circuitale un sistema completo di generazione e conversione ed il suo schema di controllo in base alle specifiche richieste per garantire la continuità e la qualità dell'energia elettrica. Lo studente potrà applicare le conoscenze ed i metodi acquisiti per l'implementazione di un opportuno set-up di simulazione al fine di testare le funzionalità del sistema complessivo e verificare la rispondenza agli standard richiesti alla particolare applicazione. Tale approccio fornisce allo studente l'opportunità di esplorare, comprendere e visualizzare in modo interattivo i concetti presentati ed essere in grado di valutare i risultati ottenuti in base al confronto tra i principali parametri prestazionali, quali l'efficienza, la distorsione armonica ed il fattore di potenza.*

## PROGRAMMA-SYLLABUS

*1 CFU - Introduzione all'ambiente di simulazione PLECS per la modellizzazione e la simulazione di circuiti di potenza con l'utilizzo di componenti di libreria standard e modelli circuitali dedicati. Introduzione all'utilizzo di codici in linguaggio C per la realizzazione di blocchi di controllo dedicati con la possibilità di incorporare codice esterno per controllori DSP.*

*3 CFU – Richiami ai dispositivi elettronici di potenza. Circuiti snubbers. Gate-driver. Descrizione ed implementazione del modello di un generatore fotovoltaico e di un dispositivo di accumulo a batterie. Implementazione del sistema di controllo: tecniche PWM (Pulse Width Modulation), regolatori proporzionale-integrale (PI) e proporzionale-risonante (PR). Connessione e sincronizzazione alla rete elettrica: filtro di rete, circuito phase-locked loop (PLL). Problematiche relative alla dissipazione di potenza.*

*2 CFU - Attività di laboratorio in aula con esercitazioni numeriche: implementazione di convertitori statici di potenza (dc-dc; dc-ac e ac-dc; convertitori multilivello). Sviluppo del progetto in ambiente*

*PLECS di un sistema di generazione e conversione dell'energia elettrica.*

## MATERIALE DIDATTICO

*N. Mohan, T. M. Undeland e W. P. Robbins, "Power Electronics: Converters, Applications, and Design", Wiley, 2002, 0471226939.*
*Remus Teodorescu, Marco Liserre, Pedro Rodriguez "Grid Converters for Photovoltaic and Wind Power Systems", Wiley-IEEE, ISBN 8-0-470-05751-3, January 2011.*
*Plecs User Manual (https://www.plexim.com/sites/default/files/plecsmanual.pdf).*
*Appunti dalle lezioni e slides del corso.*

## MODALITÀ DI SVOLGIMENTO DELL'INSEGNAMENTO-MODULO

*Il docente utilizzerà: a) lezioni frontali per circa il 50% delle ore totali, b) laboratorio ed esercitazioni con software specialistico per approfondire le conoscenze acquisite per 50% delle ore totali.*

## VERIFICA DI APPRENDIMENTO E CRITERI DI VALUTAZIONE

**b) Modalità di valutazione**

*L'esame prevede soltanto una verifica finale; eventuali verifiche intermedie sono di autovalutazione per gli studenti e non considerate nella valutazione finale da parte del docente. L'esame si svolge discutendo con il candidato l'elaborato progettuale. Durante la discussione sono, inoltre, previste domande di approfondimento relative agli argomenti trattati durante il corso. Lo studente deve dimostrare la capacità di analizzare e commentare i risultati ottenuti e di aver compreso le principali problematiche e le tecniche utilizzate per l'implementazione dei convertitori di potenza elettrica.*

# SCHEDA DELL'INSEGNAMENTO (SI)
# AVIONICA

# SSD: Impianti e sistemi aerospaziali (IIND-01/E)

DENOMINAZIONE DEL CORSO DI STUDIO: INGEGNERIA AEROSPAZIALE (DF5)
ANNO ACCADEMICO 2026/2027

## INFORMAZIONI GENERALI - DOCENTE

DOCENTE: ACCARDO DOMENICO
TELEFONO: 081-7682149
EMAIL: domenico.accardo@unina.it

## INFORMAZIONI GENERALI - ATTIVITÀ

INSEGNAMENTO INTEGRATO: NON PERTINENTE
MODULO: NON PERTINENTE
LINGUA DI EROGAZIONE DELL'INSEGNAMENTO: ITALIANO
CANALE: FG A-Z
ANNO DI CORSO:  I
PERIODO DI SVOLGIMENTO: SEMESTRE II
CFU: 9

### INSEGNAMENTI PROPEDEUTICI

Nessuno

### EVENTUALI PREREQUISITI

Nessuno

### OBIETTIVI FORMATIVI

L’allievo alla fine del corso avrà acquisito conoscenza relativa ai principi di funzionamento, alle problematiche progettuali e di integrazione dei componenti dell’avionica di bordo di un velivolo. In particolare, saranno approfondite le problematiche relative alla navigazione aerea. L’allievo dovrà acquisire capacità di comprensione dei principali aspetti ingegneristici collegati all’utilizzo dei sistemi inerziali, dei sistemi air data, dei sistemi di radionavigazione aerea e dei sistemi di navigazione satellitare (GPS, Glonass, Galileo). Saranno anche definiti i concetti di riferimento per la sorveglianza aerea. Inoltre, dovrà avere padronanza delle tecniche di integrazione delle misure

quali il Filtro di Kalman

## RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI (DESCRITTORI DI DUBLINO)

**Conoscenza e capacità di comprensione**

Il corso si propone di fornire agli studenti le conoscenze e gli strumenti metodologici necessari per progettare, integrare e gestire sistemi avionici di bordo per piattaforme aerospaziali. In particolare, gli allievi sapranno individuare gli apparati di navigazione, comunicazione, surveillance, situational awareness e human-machine interface. Di tali componenti acquisiranno conoscenze non solo relative alla progettazione, ma anche alla certificazione ed alla manutenzione dei componenti.

**Capacità di applicare conoscenza e comprensione**

Gli studenti dovranno essere in grado di valutare le prestazioni degli apparati in termini di affidabilità, accuratezza, integrità, robustezza ed applicabilità a specifiche piattaforme aerospaziali quali velivoli da trasporto, general aviation, velivoli ad ala rotante, sistemi unmanned, velivoli unmanned di varie dimensioni e velivoli transatmosferici.

## PROGRAMMA-SYLLABUS

Programma-syllabus

Configurazioni dei sistemi avionici.
Display avionici.
Concetti di base della navigazione in prossimità della superficie terrestre.
Navigazione inerziale e relativi sistemi.
- Giroscopi convenzionali. Giroscopi non convenzionali: Giroscopi di Coriolis, Dinamically Tuned Gyro, Giroscopi MEMS, Giroscopi ottici.
- Accelerometri.

- Equazioni della navigazione inerziale.
- Errore della navigazione inerziale.
- Stabilità del canale verticale della navigazione inerziale.
Sistemi air data.
Radioassistenze terrestri: NDB, ADF, VOR, TACAN, DME, RNAV. Flight director systems (FDS)
Sistema di atterraggio strumentale (ILS).
Microwave landing system (MLS)
Sistemi per la misura della quota e della velocità riferita al suolo.
- Radar Doppler Altimetro, radio altimetro.
- Laser altimetri.
Navigazione satellitare e relativi sistemi: GNSS, Sistema GPS, Fonti di errore del GPS. Equazioni di Pseudorange, Diluition of Precision. Integrità: RAIM. Ricevitori multi-frequenza. Ricevitori multi-costellazione. GPS differenziale. Satellite communications (SATCOM); Ground-based augmentation system (GBAS), satellite-based augmentation system (SBAS), European geostationary navigation overlay service (EGNOS), wide area augmentation system (WAAS)
Navigazione integrata
- Filtro di Kalman.
- Attitude and Heading Reference System AHRS.
- Navigazione integrata GNSS/INS.
- Dead Reckoning DR.
- Integrated Modular Avionics (IMA), layout di sistema
Sistemi di Bordo a supporto del Controllo del Traffico Aereo
-Interfacce per Communication Navigation Surveillance (CNS) e altri sistemi
- Surveillance (radar primari e centri di controllo).
- Identification (radar secondari e trasponder).
- Weather avoidance radar
- ATCRBS e mode-S.
- Cenni sul sistema Automatic Dependent Surveillance- Broadcast ADS-B e sul sistema Traffic Collision Avoidance System TCAS.
Flight management systems (FMSs)
ARINC communication and reporting
Sistemi di bordo e cockpit avanzati, tipi e usi delle apparecchiature di test per l'avionica
- Ground Proximity Warning System GPWS;
- Terrain Awareness and Warning System TAWS

## MATERIALE DIDATTICO

Appunti del corso, slides, articoli tecnici e note.
Testi di riferimento:
Collinson, R.P.G., "Introduction to Avionics Systems 2nd edition", Kluwer Acaddemic Publishers, Boston MA, USA, 2003
Kayton, M., Fried, W.R., "Avionics Navigation Systems", 2nd ed., John Wiley&Sons, 1997

Farrell J. and Barth M., " Aided Navigation: GPS with High Rate Sensors ", McGraw Hill, New York NY, USA, 2008
Savage P.G., Strapdown Analytics, Strapdown Associates Inc., Maple Plain MN, USA, 2000
Rogers R. M., "Applied Mathematics in Itegrated Navigation Instruments", AIAA Press, Washington DC, USA, 2000
Merhav, S., "Aerospace Sensor System and Applications", Springer Verlag, Washington DC, USA,1996
Titterton, D. H., "Strapdown Inertial Navigation Technology", Peter Peregrinus, New York NY, USA, 1996
Helfrick, A., Principles of Avionics, Avionics Communications Inc., 2009

## MODALITÀ DI SVOLGIMENTO DELL'INSEGNAMENTO-MODULO

Lezioni, demo di laboratorio ed esercizi

## VERIFICA DI APPRENDIMENTO E CRITERI DI VALUTAZIONE

**a) Modalità di esame**

- [x] Scritto
- [x] Orale
- [ ] Discussione di elaborato progettuale
- [ ] Altro

**In caso di prova scritta i quesiti sono**

- [ ] A risposta multipla
- [x] A risposta libera
- [ ] Esercizi numerici

**b) Modalità di valutazione**

“Il campo sarà definito secondo l'aggiornamento delle Linee guida del PQA in corso di predisposizione”

# SCHEDA DELL'INSEGNAMENTO (SI)
# SISTEMI RADAR

# SSD: TELECOMUNICAZIONI (ING-INF/03)

DENOMINAZIONE DEL CORSO DI STUDIO: INGEGNERIA DELLE TELECOMUNICAZIONI E DEI MEDIA DIGITALI (DE7)
ANNO ACCADEMICO 2026/2027

## INFORMAZIONI GENERALI - DOCENTE

DOCENTE: DE MAIO ANTONIO
TELEFONO: 081-7683147
EMAIL: antonio.demaio@unina.it

## INFORMAZIONI GENERALI - ATTIVITÀ

INSEGNAMENTO INTEGRATO: NON PERTINENTE
MODULO: NON PERTINENTE
LINGUA DI EROGAZIONE DELL'INSEGNAMENTO: ITALIANO
CANALE: FG A-Z
ANNO DI CORSO: II
PERIODO DI SVOLGIMENTO: SEMESTRE I
CFU: 9

### INSEGNAMENTI PROPEDEUTICI

Nessuno

### EVENTUALI PREREQUISITI

Nessuno

### OBIETTIVI FORMATIVI

Obiettivi dell'insegnamento sono fornire i concetti specialistici per il dimensionamento e l’analisi di sistemi radar in diversi contesti operativi, corredati da elementi dettagliati per modellare la fenomenologia del canale, dell’interferenza e del bersaglio radar. Ulteriore scopo èintrodurre le principali tecniche di elaborazione del segnale radar sia nel dominio del tempo che in quello Doppler.

## RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI (DESCRITTORI DI DUBLINO)

**Conoscenza e capacità di comprensione**

Lo studente deve dimostrare di conoscere le principali tipologie, configurazioni e modalità operative dei sistemi radar; deve essere in grado di applicare correttamente l'equazione radar per specifiche funzioni del sistema (quali ad esempio la ricerca e l'inseguimento). Deve inoltre sapere caratterizzare le prestazioni del radar dal punto di vista della probabilità di falso allarme e corretta rivelazione in presenza di diverse tipologie di bersagli (fluttuanti e non) e per differenti logiche di integrazione dei ritorni (ad esempio integrazione coerente e non). Deve comprendere le principali tecniche di elaborazione del segnale radar per la reiezione del clutter (sia nel dominio del tempo che in quello Doppler), per il controllo dei falsi allarmi e per la stima dei parametri del bersaglio.

**Capacità di applicare conoscenza e comprensione**

Lo studente deve dimostrare di saper dimensionare i principali parametri del trasmettitore e del ricevitore di un sistema radar in diversi contesti operativi utilizzando modelli adeguati alla loro descrizione e ottimizzazione. Deve inoltre palesare capacità di caratterizzare le diverse funzionalità e modalità del radar. Deve essere in grado di selezionare gli schemi più opportuni per l'elaborazione del segnale radar con enfasi al filtraggio del clutter, alla rivelazione/stima dei parametri del bersaglio e al controllo *dei falsi allarmi.*

## PROGRAMMA-SYLLABUS

Principi di funzionamento del radar ad impulsi e ad onda continua.
Principali parametri, funzioni e applicazioni del radar.
L'equazione radar e sue diverse forme.
I processi di ricerca e inseguimento radar.
Effetti atmosferici e loro correzione.
Caratterizzazione del clutter.
Caratterizzazione dei bersagli radar.
Acquisizione e digitalizzazione del segnale radar.
Rivelazione di bersagli e calcolo della probabilità di falso allarme e corretta rivelazione.
Tecniche per il controllo dei falsi allarmi.
Elaborazione Doppler.
Segnali e codici radar.
Tecniche per la stima dei parametri e l'inseguimento di bersagli.

## MATERIALE DIDATTICO

Libri di testo:
M. A. Richards, J. A. Scheer, and W. A. Holmes: "Principles of Modern Radar: Basic Principles", Scitech, 2010.
M. Skolnik: "Radar Handbook", Third Edition, Mc Graw Hill, 2008.
G. Stimson: "Introduction to Airborne Radar", Third Edition, IET, 2014.
Dispense:

“Slide del corso”, distribuite annualmente.

## MODALITÀ DI SVOLGIMENTO DELL'INSEGNAMENTO-MODULO

La didattica èerogata per il 100% con lezioni frontali, che includono sia teoria che esercitazioni al calcolatore.

## VERIFICA DI APPRENDIMENTO E CRITERI DI VALUTAZIONE

**b) Modalità di valutazione**

l campo sarà definito secondo l'aggiornamento delle Linee guida del PQA in corso di predisposizione

# SCHEDA DELL'INSEGNAMENTO (SI)
# TECNOLOGIE MULTIPORTANTE PER LE COMUNICAZIONI

# SSD: Telecomunicazioni (IINF-03/A)

DENOMINAZIONE DEL CORSO DI STUDIO: INGEGNERIA DELLE TELECOMUNICAZIONI E DEI MEDIA DIGITALI (DE7)
ANNO ACCADEMICO 2026/2027

## INFORMAZIONI GENERALI - DOCENTE

DOCENTE: MATTERA DAVIDE
TELEFONO: 081-7683795
EMAIL: davide.mattera@unina.it

## INFORMAZIONI GENERALI - ATTIVITÀ

INSEGNAMENTO INTEGRATO: NON PERTINENTE
MODULO: NON PERTINENTE
LINGUA DI EROGAZIONE DELL'INSEGNAMENTO: ITALIANO
CANALE: FG A-Z
ANNO DI CORSO: I
PERIODO DI SVOLGIMENTO: SEMESTRE II
CFU: 9

### INSEGNAMENTI PROPEDEUTICI

Nessun insegnamento

### EVENTUALI PREREQUISITI

Nessuno

### OBIETTIVI FORMATIVI

Obiettivo dell'insegnamento è quello di introdurre il tema della trasmissione dell'informazione tra due punti nella eventualità in cui il canale di forme d'onda sia distorcente, o anche solo non spazialmente separato da trasmettitori adiacenti, e quindi risulti opportuno ricorrere ad un approccio multiportante. L'insegnamento si propone di fornire agli studenti nozioni specialistiche sull'approccio multiportante sia nella versione OFDM correntemente diffusa sia nella versione che ricorre a banchi di filtri, particolarmente promettente come soluzione dei futuri standard di rete, e sui meccanismi di sincronizzazione che costituiscono il nucleo della complessità di elaborazione

dei ricetrasmettitori multiportante.

## RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI (DESCRITTORI DI DUBLINO)

**Conoscenza e capacità di comprensione**

Lo studente deve dimostrare di conoscere e saper comprendere le problematiche relative alle motivazioni insite nel ricorso ad una soluzione standard per i sistemi multiportante, ai vantaggi di una soluzione multiportante a banchi di filtri rispetto alla soluzione standard, e ai meccanismi di sincronizzazione per i sistemi multiportante. Deve dimostrare di sapere elaborare argomentazioni concernenti i nessi tra distorsione introdotta dal canale di forme d'onda e costruzione del segnale da trasmettere in modalità multiportante, ricordare il suo legame con la multiplazione a divisione di frequenza e con le modalità in cui vengono svolte le funzioni di sincronizzazione, illustrare il quadro complessivo dei vantaggi e degli svantaggi connessi alle varie scelte architetturali che definiscono un ricetrasmettitore multiportante.

**Capacità di applicare conoscenza e comprensione**

Lo studente deve dimostrare di essere in grado di risolvere problemi concernenti il confronto dei vantaggi e degli svantaggi connessi alla scelta di una soluzione multiportante rispetto ad una soluzione alternativa, nonché alle diverse possibili alternative disponibili all'interno dei sistemi multiportante, e di saper condurre la progettazione di massima per la definizione delle soluzioni di connessione legate alla trasformazione digitale delle diverse tipologie di oggetti reali.

## PROGRAMMA-SYLLABUS

Richiami sulla segnalazione digitale su canale AWGN e a banda limitata. Descrizione di un sistema multiportante standard e dei suoi vantaggi rispetto alle alternative. Descrizione dei meccanismi fondamentali di sincronizzazione in un sistema multiportante standard. Descrizione di un sistema multiportante a banco di filtri, delle sue diverse versioni e delle diverse strutture di elaborazione che lo costruiscono. Descrizione dei meccanismi fondamentali di sincronizzazione in un sistema multiportante a banco di filtri. Descrizione dei vantaggi di un sistema multiportante a banco di filtri in confronto con uno standard.

## MATERIALE DIDATTICO

Dispense rese disponibili online agli studenti del corso.

## MODALITÀ DI SVOLGIMENTO DELL'INSEGNAMENTO-MODULO

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

## VERIFICA DI APPRENDIMENTO E CRITERI DI VALUTAZIONE

**b) Modalità di valutazione**

Il campo sarà definito secondo l'aggiornamento delle Linee guida del PQA in corso di predisposizione.

# SCHEDA DELL'INSEGNAMENTO (SI)
# RADIOLOCALIZZAZIONE TERRESTRE E SATELLITARE

# SSD: TELECOMUNICAZIONI (ING-INF/03)

DENOMINAZIONE DEL CORSO DI STUDIO: INGEGNERIA DELLE TELECOMUNICAZIONI E DEI MEDIA DIGITALI (DE7)
ANNO ACCADEMICO 2026/2027

## INFORMAZIONI GENERALI - DOCENTE

DOCENTE: CAROTENUTO VINCENZO
TELEFONO:
EMAIL: vincenzo.carotenuto@unina.it

## INFORMAZIONI GENERALI - ATTIVITÀ

INSEGNAMENTO INTEGRATO: NON PERTINENTE
MODULO: NON PERTINENTE
LINGUA DI EROGAZIONE DELL'INSEGNAMENTO: ITALIANO
CANALE: FG A-Z
ANNO DI CORSO: I
PERIODO DI SVOLGIMENTO: SEMESTRE I
CFU: 9

### INSEGNAMENTI PROPEDEUTICI

Nessuno

### EVENTUALI PREREQUISITI

Nessuno

### OBIETTIVI FORMATIVI

Obiettivi dell'insegnamento sono fornire le principali metodologie e tecniche di elaborazione dei segnali per la localizzazione tramite onde radio, introdurre i principi di funzionamento dei moderni sistemi di radiolocalizzazione terrestri e satellitari, nonché le diverse fenomenologie di canale e di interferenza. Ulteriore scopo è analizzare, implementare e simulare alcune tecniche fondamentali impiegando l'ambiente di sviluppo MATLAB®.

## RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI (DESCRITTORI DI DUBLINO)

**Conoscenza e capacità di comprensione**

Lo studente deve dimostrare di conoscere le principali tipologie e modalità operative dei sistemi di localizzazione/posizionamento basati su onde radio; deve avere padronanza dei principali metodi/algoritmi per l'estrazione di informazioni legate alla posizione dell'utente a partire dal segnale radio proveniente da specifici trasmettitori, impiegando misure dei tempi di arrivo, angoli di arrivo, potenza dei segnali ricevuti. Deve dimostrare di conoscere l'architettura, il funzionamento e le limitazioni dei moderni sistemi di radiolocalizzazione terrestri e satellitari.

**Capacità di applicare conoscenza e comprensione**

Lo studente deve dimostrare di saper valutare e selezionare, a fronte di un problema di localizzazione specifico, la tipologia di sistema più idonea (terrestre, satellitare o ibrida), definendone i parametri fondamentali (quali numero di trasmettitori, livello di sincronizzazione temporale, tipologia di ricevitore) in base ai requisiti prestazionali e al contesto operativo. Deve inoltre essere in grado di identificare la tecnica di localizzazione più appropriata (es. TOA, TDOA, ecc.) e selezionare l'algoritmo di stima ottimale (es. LS, NLS, ecc.) in funzione delle specifiche operative e delle criticità dello scenario. Lo studente deve inoltre mostrare la capacità di riconoscere le principali problematiche (cause di degradazione delle prestazioni) che intervengono nei processi di radiolocalizzazione, quali effetti di propagazione, condizioni atmosferiche, rumore e interferenze. Deve altresì dimostrare competenza nella scelta degli schemi di elaborazione dei segnali più adatti per estrarre l'informazione di localizzazione in presenza di tali fenomeni deleteri.

## PROGRAMMA-SYLLABUS

Tassonomia e principi di base dei sistemi di radiolocalizzazione. Principali parametri per la radiolocalizzazione e relativi metodi di stima. Radiolocalizzazione passiva: strategie di localizzazione basate sugli angoli di arrivo, sui tempi di arrivo, sulla differenza o somma dei tempi di arrivo, sulla potenza dei segnali ricevuti; sistemi ibridi; applicazioni alle reti cellulari e WIFI. Implementazione e analisi di alcune tecniche di stima in ambiente MATLAB®. Radiolocalizzazione satellitare: principi di funzionamento ed architetture dei sistemi GNSS (GPS, GLONASS, GALILEO); caratteristiche dei segnali trasmessi; architettura dei ricevitori e tecniche di elaborazione del segnale per effettuare il posizionamento; sistemi multicostellazione. Applicazione della radionavigazione alla sicurezza per il trasporto aereo e marittima: principi di funzionamento del sistema radar di sorveglianza secondario per il controllo del traffico aereo e del sistema di identificazione automatica per il tracciamento marittimo.

## MATERIALE DIDATTICO

Libri di testo:

- S. A. (Reza) Zekavat and R. Michael Buehrer, Handbook of Position Location: Theory, Practice, and Advances, 2nd ed., Wiley-IEEE Press, 2019.
- P. Misra and P.Enge, "Global Positioning System: Signals, Measurements, and Performance", 2nd ed. Ganga-Jamuna Press, 2011.

- M. Nolan, “Fundamentals of Air Traffic Control”, 5th ed. CENGAGE Brain, 2011.

Dispense:
“Slide del corso”, distribuite annualmente.

## MODALITÀ DI SVOLGIMENTO DELL'INSEGNAMENTO-MODULO

La didattica è erogata per il 100% con lezioni frontali, che includono teoria, esercitazioni in ambiente MATLAB®, ed esercitazioni utilizzando dispositivi Software Defined Radio (SDR) per l’acquisizione ed analisi di segnali per la radiolocalizzazione.

## VERIFICA DI APPRENDIMENTO E CRITERI DI VALUTAZIONE

**a) Modalità di esame**

- ☐ Scritto
- ☑ Orale
- ☑ Discussione di elaborato progettuale
- ☐ Altro

**In caso di prova scritta i quesiti sono**

- ☐ A risposta multipla
- ☐ A risposta libera
- ☐ Esercizi numerici

**b) Modalità di valutazione**

Il campo sarà definito secondo l'aggiornamento delle Linee guida del PQA in corso di predisposizione

# SCHEDA DELL'INSEGNAMENTO (SI)
# INSTRUMENTATION AND MEASUREMENTS FOR SMART INDUSTRY

## SSD: Misure elettriche ed elettroniche (IMIS-01/B)

DENOMINAZIONE DEL CORSO DI STUDIO: INGEGNERIA DELLE TELECOMUNICAZIONI E DEI MEDIA DIGITALI (DE7)
ANNO ACCADEMICO 2026/2027

## INFORMAZIONI GENERALI - DOCENTE

DOCENTE: ESPOSITO ANTONIO
TELEFONO:
EMAIL: antonio.esposito9@unina.it

## INFORMAZIONI GENERALI - ATTIVITÀ

INSEGNAMENTO INTEGRATO: NON PERTINENTE
MODULO: NON PERTINENTE
LINGUA DI EROGAZIONE DELL'INSEGNAMENTO: INGLESE, ITALIANO
CANALE: FG A-Z
ANNO DI CORSO: I
PERIODO DI SVOLGIMENTO: SEMESTRE II
CFU: 9

### INSEGNAMENTI PROPEDEUTICI

Non previsti

### EVENTUALI PREREQUISITI

Fondamenti della misurazione, fondamenti di informatica

### OBIETTIVI FORMATIVI

Il corso ha lo scopo di applicare le tecniche delle misure elettroniche ad una problematica di rilievo. I principali obiettivi formativi riguardano la capacità di specificare, concepire, progettare, implementare, testare, e qualificare un sistema di misura comprensivo di acquisizione ed elaborazione dati, nonché di un software strettamente legato al protocollo sperimentale, relativamente alle nuove interfacce uomo-macchina. Si insisterà altresì su multidisciplinarità e team-working.

## RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI (DESCRITTORI DI DUBLINO)

**Conoscenza e capacità di comprensione**

Lo studente deve dimostrare di conoscere e saper analizzare i requisiti, progettare concettualmente e fisicamente, testare e validare un sistema di misura basato su PC ("virtual instrument") o microcontrollore. Deve dimostrare di avere una conoscenza approfondita delle metodologie impiegate per affrontare un problema pratico di misura ed adottare un linguaggio tecnico appropriato. Deve inoltre essere in grado di lavorare all'interno di un gruppo multidisciplinare in un ambiente che simula una piccola azienda di ricerca e sviluppo.

**Capacità di applicare conoscenza e comprensione**

Lo studente deve dimostrare di essere in grado di gestire una commessa affidata ad un gruppo di ricerca e sviluppo, di coglierne sia gli aspetti tecnologici che economici, nonché essere in grado di gestire le risorse a disposizione per portare a termine il compito assegnato. Il percorso formativo è orientato a trasmettere le capacità, gli strumenti metodologici e gli strumenti operativi necessari a trasferire le conoscenze acquisite, con particolare riferimento al campo delle misure, verso uno scenario applicativo di matrice industriale (che in senso ampio include anche l'ambito applicativo "health 4.0") ed affrontare problematiche rilevanti su tematiche di frontiera.

## PROGRAMMA-SYLLABUS

1. TELEMONITORAGGIO E INDUSTRIA SMART

Concetti generali: monitoraggio avanzato e diagnostica intelligente. Architettura dei sistemi di telemonitoraggio e telemisura: basate su micro-controllori on-chip, su palmari/smartphone, su webservice e PC. Cenni alla sensoristica dell'Internet of Things (IoT) e Internet of Everything (IoE). Panoramica dei protocolli di comunicazione: Near Field Communications, SubGHz, Narrow Band IoT, LoRa e SigFox. Quarta e quinta rivoluzione industriale: concetto di Industria 4.0 e 5.0 (Smart Industry), i nove pilastri.

2. INTERFACCE UOMO-MACCHINA E TELEMONITORAGGIO

Microcontrollori per acquisizione dati: richiami di architettura di un microcontrollore, componenti logici e fisici, analisi delle specifiche; programmazione a livello registri, ambienti di sviluppo ed esempi, schede per espansione delle funzionalità: sensori MEMS e comunicazione Bluetooth low energy.

Brain-computer interface: architettura di principio delle interfacce cervello-computer (BCI). Tassonomia dei sistemi BCI: invasivi, parzialmente invasivi, e non invasivi; attivi e passivi; endogeni ed esogeni. Prodotti e tecnologie del mercato di oggi. Principi di etica dell'interazione cervello-computer. Hardware di acquisizione dell'attività cerebrale: tecniche di neuroimaging ed elettroencefalografia, strumentazione indossabile, panoramica di mercato, prestazioni e caratterizzazione metrologica.

Physical Artificial Intelligence: differenza tra AI percettiva e generativa, elaborazione "on the edge", tecniche di estrazione delle caratteristiche sintetiche, approcci alla classificazione e reti neurali, transformer e "conversational agents". Misura di segnali cerebrali legati all'attività neurale, implementazione agenti virtuali.

*Esercitazioni: sviluppo di applicativi per microcontrollore con accensione di LED, pressione di pulsanti e utilizzo dell'interrupt. Acquisizione di segnali elettroencefalografici con sistemi di acquisizione indossabili e portabili. Elaborazione di segnali cerebrali tramite AI percettiva embedded. Agenti conversazionali. Elaborazione online di segnali di immaginazione motoria in Matlab/Simulink.*

3. APPLICATIVO DI MISURA BASATO SU INTERFACCE EMBEDDED

Principi di project management: Pianificazione dell'attività prototipale: attività e relativi work-packages, tasks, milestones, deliverables, diagramma di Gantt. Analisi di mercato. Trasformazione delle richieste di un committente in una offerta commerciale. Stesura documentazione. Time management.

Sviluppo applicativo: analisi dei requisiti dell'applicazione. Progettazione concettuale e fisica del sistema di acquisizione ed elaborazione dei dati cerebrali. Progettazione concettuale e implementazione attuatori. Integrazione sistema telemonitoraggio e telecontrollo in ambito I4.0. Debug e test. Integrazione e prove di validazione. Stesura della documentazione finale e realizzazione della presentazione del prototipo agli stake-holders del processo.

*Esercitazioni: sviluppo di un applicativo per microcontrollore e/o SoC. Controllo tramite interfaccia embedded di un sistema per applicazioni in ambito industria smart.*

## MATERIALE DIDATTICO

M. Rüßmann, et al, "Industry 4.0: The Future of Productivity and Growth in Manufacturing Industries". Boston Consulting Group, 2015.

A.E. Hassanien and A. A. Azar, "Brain-computer interfaces". Switzerland, Springer, 2015.

J. Wolpaw, and E. Winter Wolpaw, eds, "Brain-computer interfaces: principles and practice". OUP USA, 2012.

D. Bansal, and M. Rashima, "EEG-Based Brain-Computer Interfaces: Cognitive Analysis and Control Applications". Academic Press, 2019.

P. Arpaia, A. Esposito, L. Gargiulo, and N. Moccaldi, "Wearable Brain-Computer Interfaces: Prototyping EEG-Based Instruments for Monitoring and Control". CRC Press, 2023.

Application notes costruttori.

Manuali componenti, demo boards e applicativi.

Slide docenti.

Appunti dalle lezioni.

## MODALITÀ DI SVOLGIMENTO DELL'INSEGNAMENTO-MODULO

Il corso si articolerà in lezioni teoriche per circa il 20%, esercitazioni pratiche per il 75% circa, e seminari di esperti del settore per il restante 5%. Le esercitazioni pratiche consisteranno di un progetto multidisciplinare da portare a termine in gruppo. Le slide utilizzate e tutto il materiale prodotto durante le lezioni saranno condivisi tra i vari membri del team. Il corso è tenuto da due docenti che copriranno sia gli aspetti teorici che pratici inerenti al progetto proposto. Gli studenti saranno altresì accompagnati da tutor d'aula con esperienza specifica in acquisizione dati, elaborazione dati, e programmazione dell'interfaccia software relativa al protocollo sperimentale. Inoltre, gli studenti avranno la possibilità di interagire con un committente (di area industriale) e con un consulente (di area accademica), nonché con uno o più partner tecnologici che li

supportino nell'utilizzo della strumentazione impiegata.

## VERIFICA DI APPRENDIMENTO E CRITERI DI VALUTAZIONE

**b) Modalità di valutazione**

L’elaborato progettuale sarà monitorato durante lo svolgimento del corso e discusso al suo termine ai fini dell’esame. Alla discussione saranno affiancate anche domande di teoria volte a sondare le conoscenze acquisite dagli allievi. L’esito finale dell’esame sarà prevalentemente determinato sulla base dell’elaborato progettuale discusso. Le domande di teoria avranno un peso pari circa al 10 % del voto finale.

# SCHEDA DELL'INSEGNAMENTO (SI)
# IMAGE PROCESSING FOR COMPUTER VISION

# SSD: TELECOMUNICAZIONI (ING-INF/03)

DENOMINAZIONE DEL CORSO DI STUDIO: INGEGNERIA DELLE TELECOMUNICAZIONI E DEI MEDIA DIGITALI (DE7)
ANNO ACCADEMICO 2025/2026

## INFORMAZIONI GENERALI - DOCENTE

DOCENTE: SCARPA GIUSEPPE
TELEFONO:
EMAIL: giuseppe.scarpa@unina.it

## INFORMAZIONI GENERALI - ATTIVITÀ

INSEGNAMENTO INTEGRATO: NON PERTINENTE
MODULO: NON PERTINENTE
LINGUA DI EROGAZIONE DELL'INSEGNAMENTO: INGLESE, ITALIANO
CANALE: FG A-Z
ANNO DI CORSO:  I
PERIODO DI SVOLGIMENTO: SEMESTRE I
CFU: 9

### INSEGNAMENTI PROPEDEUTICI

Nessuno.

### EVENTUALI PREREQUISITI

Teoria dei Segnali.

### OBIETTIVI FORMATIVI

L’insegnamento si propone di fornire agli studenti nozioni approfondite sullo sviluppo e l’applicazione di tecniche di elaborazione delle immagini per la soluzione di tipici problemi di computer vision, spaziando da metodi tradizionali per l’elaborazione dei segnali, cioè orientati alla modellizzazione, ad approcci moderni basati su reti neurali convoluzionali. Specifici problemi di computer vision considerati quali obiettivi formativi del corso sono la rivelazione, caratterizzazione ed il matching di feature locali, il fitting e l’allineamento di modelli geometrici, la classificazione di immagini, la segmentazione semantica o per istanze di immagini, la rivelazione, localizzazione

ed il riconoscimento degli oggetti, la stima della posa, la stima della profondità, la corrispondenza stereo, la ricostruzione 3D da viste multiple.

## RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI (DESCRITTORI DI DUBLINO)

**Conoscenza e capacità di comprensione**

Lo studente dovrà conoscere sia le classiche tecniche di filtraggio, sia gli approcci basati sulle moderne reti neurali convoluzionali per la soluzione di problemi di visione computazionale quali il rilevamento, la descrizione e l'abbinamento di caratteristiche locali, l'adattamento e l'allineamento di modelli geometrici, la classificazione di immagini, segmentazione semantica o di istanza, rilevamento, localizzazione e riconoscimento di oggetti, stima della posa, stima della profondità, corrispondenza stereo, ricostruzione 3D da viste multiple, dal punto di vista dell'elaborazione del segnale. Per i problemi elencati lo studente dovrà conoscere anche le metriche o gli indici di prestazione utili a valutare le possibili soluzioni.

**Capacità di applicare conoscenza e comprensione**

Lo studente deve acquisire la capacità di progettare, sviluppare e testare algoritmi di elaborazione delle immagini allo stato dell’arte finalizzati alla risoluzione di comuni problemi di visione computazionale, tra cui la rivelazione, descrizione ed il matching di feature locali, il fitting e l’allineamento di modelli geometrici, la classificazione di immagini, la segmentazione semantica o per istanze, la rivelazione, localizzazione e riconoscimento di oggetti, la stima della posa, la stima della profondità, la corrispondenza stereo, la ricostruzione 3D da viste multiple.

## PROGRAMMA-SYLLABUS

Richiami sul filtraggio delle immagini. Dominio spazio-scala e decomposizione piramidale. Richiami sugli ambienti di programmazione per lo sviluppo di algoritmi di computer vision.

**Formazione dell'immagine:** La luce e il colore. Il modello pinhole camera. La proiezione del mondo 3D nel piano dell’immagine: matrice di proiezione della camera e calibrazione della camera. Trasformazioni geometriche di tipo proiettivo.

**Early vision:** Rivelazione dei contorni; segmentazione mediante trasformata watershed; template matching e descrizione tessiturale; rivelazione di angoli (Harris detector) e linee (trasformata di Hough).

**Rivelazione e descrizione di keypoint:** Definizione di keypoint e proprietà di ripetitività. Proprietà di invarianza dei rivelatori rispetto ad illuminazione, traslazione, rotazione, scala, trasformazioni affini e omografie. Rivelatore di Harris. Differenza di gaussiane (DoG). Piramide di DoG. Orientazione e scala di un keypoint. Descrittori di feature: proprietà discriminative; descrittori di comune impiego (SIFT, SURF, MSER,...); descrittori di forma e contesto.

**Matching, fitting ed allineamento:** Matching di feature mediante criterio del rapporto delle distanze. Fitting ed allineamento: metodo dei minimi quadrati lineare o robusto; algoritmo ICP; trasformata di Hough generalizzata; algoritmo RANSAC. Rivelazione, riconoscimento e classificazione.

**Elaborazione delle immagini mediante reti neurali convoluzionali (CNN):** Architetture convoluzionali per l'elaborazione delle immagini. Addestramento di CNN per l’elaborazione

delle immagini: backpropagation e algoritmo di ottimizzazione SGD (e varianti). Moduli (layer) di comune impiego: convoluzione, pooling, unpooling, batch normalization, funzioni di attivazione (ReLU e sue varianti, Tanh, sigmoide). Funzioni di costo per l'elaborazione delle immagini. Dropout e data augmentation. Modelli CNN per super-risoluzione, classificazione, segmentazione, rivelazione e localizzazione di oggetti, stima della profondità, stima della posa.
**Visione multi-view:** Visione stereo: disparità e profondità. Vincoli epipolari; matrice essenziale e matrice fondamentale. Problemi di corrispondenza densi. Ricostruzione 3D da multi-view: Structure from Motion (SfM).

## MATERIALE DIDATTICO

R. Szeliski, “Computer vision: algorithms and applications”, Springer 2010.
R.-I. Hartley, A. Zisserman, “Multiple View Geometry in Computer Vision”, C. U. P., 2nd Ed., 2004.
I. Goodfellow, et al., “Deep Learning”, MIT Press, 2017.
Dispense del docente.

## MODALITÀ DI SVOLGIMENTO DELL'INSEGNAMENTO-MODULO

Il corso prevede sia lezioni frontali (circa il 60% del totale) che attività di laboratorio. Sono tra l’altro previsti tutorial introduttivi sia sul linguaggio di programmazione Python e gli annessi toolbox per il deep learning che sull’uso di piattaforme di calcolo in cloud funzionali agli obiettivi del corso. Parte delle ore di laboratorio saranno dedicate allo sviluppo in itinere, con tutoraggio, dei progetti degli studenti ai fini della valutazione finale.

## VERIFICA DI APPRENDIMENTO E CRITERI DI VALUTAZIONE

**a) Modalità di esame**

- [ ] Scritto
- [x] Orale
- [x] Discussione di elaborato progettuale
- [ ] Altro

**In caso di prova scritta i quesiti sono**

- [ ] A risposta multipla
- [ ] A risposta libera
- [ ] Esercizi numerici

**b) Modalità di valutazione**

L’esame prevede la presentazione di un progetto svolto individualmente o in gruppo, con relativa discussione, ed un colloquio generale sui contenuti del corso. Il progetto èdi norma sviluppato in itinere e presentato al termine del corso in un workshop di chiusura, mentre il colloquio può tenersi in qualsiasi appello dell’a.a. corrente senza vincoli temporali.

# SCHEDA DELL'INSEGNAMENTO (SI)
# TOMOGRAFIA E IMAGING: PRINCIPI, ALGORITMI E METODI NUMERICI

# SSD: CAMPI ELETTROMAGNETICI (ING-INF/02)

DENOMINAZIONE DEL CORSO DI STUDIO: INGEGNERIA DELLE TELECOMUNICAZIONI E DEI MEDIA DIGITALI (DE7)
ANNO ACCADEMICO 2026/2027

## INFORMAZIONI GENERALI - DOCENTE

DOCENTE: LISENO ANGELO
TELEFONO: 081-7683113
EMAIL: angelo.liseno@unina.it

## INFORMAZIONI GENERALI - ATTIVITÀ

INSEGNAMENTO INTEGRATO: NON PERTINENTE
MODULO: NON PERTINENTE
LINGUA DI EROGAZIONE DELL'INSEGNAMENTO: ITALIANO
CANALE: FG A-Z
ANNO DI CORSO: II
PERIODO DI SVOLGIMENTO: SEMESTRE I
CFU: 9

### INSEGNAMENTI PROPEDEUTICI

Nessuno.

### EVENTUALI PREREQUISITI

Propedeuticità in ingresso: Conoscenza degli elementi di base dell’elettromagnetismo. Non si individuano propedeuticità.
Propedeuticità in uscita: Nessuna

### OBIETTIVI FORMATIVI

L’obiettivo formativo è fornire le conoscenze, fino al livello operativo, per comprendere il funzionamento di sistemi d’interesse per un ampio spettro di applicazioni della vita reale basata sulla Tomografia e l’Imaging elettromagnetici. Le applicazioni d’interesse riguarderanno la tomografia nelle applicazioni industriali e nelle applicazioni medicali (Microwave Tomography),

l'imaging nelle applicazioni di sicurezza (body scanning), la diagnostica per immagini (TAC, PET e MRI) e il Ground Penetrating Radar. In particolare, si richiameranno i principi fondamentali della Tomografia e dell'Imaging elettromagnetici e si comprenderanno gli algoritmi effettivamente utilizzati per la loro elaborazione sino ad un livello di dettaglio operativo. Infine, si metteranno in pratica, in laboratorio, le conoscenze acquisite nella implementazione di alcuni semplici esempi di Tomografia e Imaging in codici di calcolo in grado di operare a partire da dati realistici.

## RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI (DESCRITTORI DI DUBLINO)

**Conoscenza e capacità di comprensione**

Lo studente deve dimostrare di aver acquisito adeguata conoscenza dei principi fisici alla base delle principali tecniche di tomografia e imaging elettromagnetiche, quali la CAT, l'MRI, l'imaging a microonde e l'imaging passivo. Lo studente deve dimostrare di aver raggiunto anche una sufficiente comprensione delle motivazioni e dei limiti delle tipiche approssimazioni adottate in tali ambiti, utilizzate anche per la linearizzazione dei legami. Inoltre, deve aver raggiunto adeguata consapevolezza delle cause della malposizione di un problema inverso lineare e dei principali metodi di regolarizzazione con particolare riferimento al compromesso in termini di filtraggio del rumore e capacità di risoluzione.

**Capacità di applicare conoscenza e comprensione**

Lo studente deve dimostrare di saper mettere in pratica, attraverso la descrizione analitica di appropriati algoritmi di calcolo, metodi iterativi e non iterativi per la soluzione di problemi tomografici. In particolare, deve essere in grado di discutere nel dettaglio metodi classici di regolarizzazione quali la tecnica di Tikhonov e le sue declinazioni in termini di iterazioni di Landweber e steepest descent nonché di Decomposizione ai Valori Singolari. Deve anche dimostrare un adeguato grado di capacità di gestione relativamente ai problemi di calcolo veloce per applicazioni tomografiche.

## PROGRAMMA-SYLLABUS

*Richiami sugli elementi di base dell'elettromagnetismo. Il concetto di funzione di Green. Sorgenti elettromagnetiche e radiazione. Equazione della radiazione. La diffusione elettromagnetica e il concetto di campo incidente, campo diffuso e campo totale. Equazione della diffusione elettromagnetica. Introduzione alla tomografia e imaging elettromagnetici. Richiami ai principi fisici alla base della TAC, PET, MRI. [2 CFU]*

*Richiami agli algoritmi fondamentali per il trattamento dei dati (trasformata di Radon, backprojection, FFT e Non-Uniform FFT, ART, etc.). [1 CFU]*

*Problemi inversi e il concetto di mal posizione e mal condizionamento nella loro soluzione. Metodi per la soluzione e la discretizzazione delle equazioni di interesse. Algoritmi numerici per la soluzione del problema discreto. Tecniche di regolarizzazione e precondizionamento, e analisi delle prestazioni (SVD), gradiente coniugato, gradiente biconiugato stabilizzato, total variation, etc.). Tecniche algoritmiche ed implementative per la soluzione numerica e l'accelerazione dell'elaborazione. [2 CFU]*

*Applicazioni alla tomografia, al body scanning, al Ground Penetrating Radar, alla TAC, alla PET e alla MRI. [2 CFU]*
*Esercitazioni di laboratorio, sia di tipo numerico che di tipo sperimentale. [2 CFU]*

## MATERIALE DIDATTICO

M. Bertero, P. Boccacci, Introduction to Inverse Problems in Imaging, IoP Publishing
A.C. Kak, M. Slaney, Principles of Computerized Tomographic Imaging, SIAM

## MODALITÀ DI SVOLGIMENTO DELL'INSEGNAMENTO-MODULO

Lezioni ed esercitazioni di laboratorio.

## VERIFICA DI APPRENDIMENTO E CRITERI DI VALUTAZIONE

**a) Modalità di esame**

- ☐ Scritto
- ☑ Orale
- ☐ Discussione di elaborato progettuale
- ☐ Altro

**In caso di prova scritta i quesiti sono**

- ☐ A risposta multipla
- ☐ A risposta libera
- ☐ Esercizi numerici

**b) Modalità di valutazione**

Il campo sarà definito secondo l'aggiornamento delle Linee guida del PQA in corso di predisposizione.

# SCHEDA DELL'INSEGNAMENTO (SI)
# ECONOMIA ED ORGANIZZAZIONE AZIENDALE

# SSD: INGEGNERIA ECONOMICO-GESTIONALE (ING-IND/35)

DENOMINAZIONE DEL CORSO DI STUDIO: INGEGNERIA INFORMATICA (DE9)
ANNO ACCADEMICO 2025/2026

## INFORMAZIONI GENERALI - DOCENTE

DOCENTE: CANNAVACCIUOLO LORELLA
TELEFONO: 081-7682343
EMAIL: lorella.cannavacciuolo@unina.it

## INFORMAZIONI GENERALI - ATTIVITÀ

INSEGNAMENTO INTEGRATO: NON PERTINENTE
MODULO: NON PERTINENTE
LINGUA DI EROGAZIONE DELL'INSEGNAMENTO: ITALIANO
CANALE: FG A-Z
ANNO DI CORSO: I
PERIODO DI SVOLGIMENTO: SEMESTRE I
CFU: 9

### INSEGNAMENTI PROPEDEUTICI

Nessuno

### EVENTUALI PREREQUISITI

Nessuno

### OBIETTIVI FORMATIVI

Il corso mira a fornire agli studenti sia le conoscenze teoriche sia gli strumenti metodologici necessari per comprendere il funzionamento delle organizzazioni e le principali tecniche di gestione dei progetti.
In particolare, vengono approfonditi i temi della progettazione organizzativa, a livello sia macro che micro, per analizzare come le aziende siano strutturate e come operino. Parallelamente, il corso fornisce competenze sulle tecniche di visualizzazione e monitoraggio dei progetti, con l'obiettivo di sviluppare la capacità di strutturare i progetti in fasi e attività, di identificare le responsabilità coinvolte, di individuare e gestire le criticità legate ai tempi e ai costi di esecuzione.

## RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI (DESCRITTORI DI DUBLINO)

**Conoscenza e capacità di comprensione**

Lo studente, al termine del percorso formativo in questa disciplina, deve conoscere le caratteristiche di un'organizzazione, la diverse strutture organizzative e le variabili collegate con la progettazione organizzativa. Inoltre, nell'ambito della gestione dei progetti, deve conoscere gli strumenti di visualizzazione e monitoraggio dei tempi e costi delle attività relative ai suddetti progetti.

**Capacità di applicare conoscenza e comprensione**

Lo studente, alla fine del percorso formativo in questa disciplina, dovrà saper leggere un organigramma e sapere individuare le principali variabili collegate con una progettazione macro e micro dell'organizzazione. Dovrà, inoltre, saper rappresentare i processi aziendali. Infine, dovrà saper applicare le tecniche di gestione dei progetti relative all'articolazione dei progetti in fasi e attività, per il monitoraggio dei tempi delle attività e del rispetto del budget.

## PROGRAMMA-SYLLABUS

**(0.5 CFU) I. Introduzione all'impresa e al problema organizzativo**

1. Introduzione all'impresa: definizione di impresa e sue relazioni con l'ambiente esterno; 2. Il problema organizzativo: perché nasce l'organizzazione e relativa definizione.

**(3.5CFU) I parte: Le teorie organizzative e la progettazione organizzativa**

3. Introduzione delle teorie organizzative e alla progettazione organizzativa, 4. Variabili chiave della progettazione organizzativa. 5. Le strutture organizzative, funzionali, divisionali, a matrice e per processo.

**(5 CFU) II parte: le tecniche per la gestione dei progetti**

6. Definizione di progetto e di processo. 7. Le tecniche di rappresentazione dei processi 8. Le tecniche di pianificazione e visualizzazione delle attività (WBS) 9. Le tecniche di monitoraggio e controllo dei tempi delle attività (Gantt) 10. Le tecniche di monitoraggio dei costi di progetto (EVA).

## MATERIALE DIDATTICO

Guido Capaldo, Vincenzo Corvello (2021), Progettazione del sistema organizzativo e trasformazione digitale, Editoriale Scientifica

Guido Capaldo, Antonello Volpe (2021), Project Management. Principi e metodi, McGraw-Hill Education

Materiale fornito dal docente

## MODALITÀ DI SVOLGIMENTO DELL'INSEGNAMENTO-MODULO

Il docente nell'ambito di questo corso erogherà: a) lezioni frontali per il 60% delle ore; il 40% delle ore èdestinato ad esercitazioni volte ad applicare le conoscenze e gli strumenti descritti nell'ambito delle lezioni frontali.

## VERIFICA DI APPRENDIMENTO E CRITERI DI VALUTAZIONE

**a) Modalità di esame**

- [x] Scritto
- [x] Orale
- [x] Discussione di elaborato progettuale
- [ ] Altro

**In caso di prova scritta i quesiti sono**

- [x] A risposta multipla
- [x] A risposta libera
- [x] Esercizi numerici

**b) Modalità di valutazione**

La prova scritta concorre alla definizione dell’80% della votazione finale, la prova orale concorre per il restante 20%. La prova orale può essere sostituita da domande scritte e discusse insieme al docente e da attività di laboratorio.