

# Regolamento didattico del corso di laurea in Ingegneria Elettronica L-8

Anno accademico da cui il Regolamento ha decorrenza: a.a. 2025-2026

Data di approvazione del Regolamento: ... *[indicare la data di deliberazione del Senato Accademico]*.

Struttura didattica responsabile: Dipartimento di Ingegneria Industriale, Elettronica e Meccanica – Collegio Didattico di Ingegneria Elettronica

## Indice

Art. 1.	Obiettivi formativi specifici del corso e descrizione del percorso formativo.....	2
Art. 2.	Profilo professionale e sbocchi occupazionali e professionali previsti per i laureati .....	2
Art. 3.	Conoscenze richieste per l'accesso.....	4
Art. 4.	Modalità di ammissione.....	4
Art. 5.	Abbreviazioni di corso per trasferimento, passaggio, reintegro, riconoscimento di attività formative, conseguimento di un secondo titolo di studio. Iscrizione contemporanea a due corsi di studio universitari.....	5
Art. 6.	Organizzazione della didattica.....	8
Art. 7.	Articolazione del percorso formativo .....	10
Art. 8.	Piano di studio .....	10
Art. 9.	Mobilità internazionale.....	11
Art. 10.	Caratteristiche della prova finale .....	11
Art. 11.	Modalità di svolgimento della prova finale .....	11
Art. 12.	Valutazione della qualità delle attività formative.....	11
Art. 13.	Altre fonti normative .....	12
Art. 14.	Validità .....	12

Il presente Regolamento disciplina gli aspetti organizzativi del corso di studio. Il Regolamento è pubblicato sul sito web del Dipartimento:

<https://ingegneriindustrialeelettronicameccanica.uniroma3.it/didattica/regolamenti-didattici/>.

Qualora cada di sabato o di giorno festivo, ogni scadenza presente nel Regolamento è da intendersi posticipata al primo giorno lavorativo successivo.

## Art. 1. Obiettivi formativi specifici del corso e descrizione del percorso formativo

Il Corso di Studio in Ingegneria elettronica è stato progettato con l'obiettivo di fornire le metodologie di base e le competenze tecniche e scientifiche per studiare, progettare e realizzare i componenti, le apparecchiature e i sistemi elettronici che permettono l'utilizzo delle tecnologie dell'informazione in campi applicativi che spaziano dalla produzione industriale di beni e servizi, alle telecomunicazioni, alle tecnologie biomediche, alla distribuzione dell'energia e alla protezione e monitoraggio dell'ambiente.

Il laureato in questo corso acquisirà una preparazione ad ampio spettro nel campo dell'Ingegneria dell'Informazione, disponendo degli strumenti necessari ad interpretare ed affrontare i diversi problemi tecnici con riferimento alle discipline di più specifico interesse per il proprio campo di attività e possedendo conoscenze di contesto per gli altri settori dell'Ingegneria dell'Informazione.

Egli sarà in grado di capire e analizzare il funzionamento di sistemi relativamente complessi e sarà in condizione di svolgere attività sia di lavoro autonomo che coordinato, potendo aggiornare autonomamente le sue conoscenze, e specializzarsi sulla base delle richieste del mercato del lavoro.

In sintesi, il Corso di Laurea in Ingegneria Elettronica ha per obiettivo la formazione di un professionista al passo con i tempi, con un'ampia cultura in ambito tecnico e scientifico, che disponga di un'elevata capacità di interpretazione della realtà e sia in grado di risolvere i problemi legati alla realizzazione di sistemi e servizi relativi alla produzione, elaborazione, trasmissione e gestione dell'informazione al passo con le nuove richieste dell'Industria 4.0.

Il percorso formativo del Corso di Studio è articolato nello studio di materie di base, di materie caratterizzanti, nonché affini e nello svolgimento di tirocini professionalizzanti. In particolare, il percorso formativo è caratterizzato da un insieme di insegnamenti orientati a permettere allo studente di acquisire le conoscenze di base, studiando gli elementi essenziali della Matematica, della Fisica, della Chimica e dell'Informatica, necessari per interpretare e descrivere i problemi di interesse nelle discipline caratterizzanti; successivamente lo studente è introdotto agli aspetti metodologici e tecnologici relativi alle materie caratterizzanti il Corso di Studio, fornendo le competenze ad ampio spettro nelle aree dell'Ingegneria Elettronica, dell'Ingegneria delle Telecomunicazioni e dell'Ingegneria Biomedica; questa fase è accompagnata e completata dallo studio delle conoscenze di contesto in altri settori dell'ingegneria dell'informazione. È inoltre offerta agli studenti, attraverso la presenza di tirocini formativi, la possibilità di acquisire competenze professionali specifiche, che possono esporre lo studente anche alle realtà del mondo produttivo e professionale. Infine, a completamento dell'offerta, il Corso di Studio promuove percorsi formativi personalizzati di inserimento nel mondo del lavoro attraverso convenzioni di Apprendistato di alta formazione con aziende leader. Tali percorsi, che si sviluppano non prima dell'inizio del terzo anno, integrano armonicamente la formazione fornita dagli stage aziendali con il percorso formativo specifico di ciascuno studente.

## Art. 2. Profilo professionale e sbocchi occupazionali e professionali previsti per i laureati

### 1. Funzione in un contesto di lavoro

Il dottore in Ingegneria elettronica, formato attraverso il completamento del Corso di Studio, è caratterizzato da un profilo ad ampio spettro che permette di svolgere attività di progettazione, produzione, esercizio e manutenzione di apparati e sistemi elettronici o informatici, legati alla produzione industriale elettronica, alle telecomunicazioni, alla sanità ed a tutti quei sistemi complessi in cui questi apparati vengono utilizzati.

La Laurea in Ingegneria Elettronica consente inoltre l'accesso, previo il superamento di un esame di Stato, alla Sezione B dell'Albo degli Ingegneri - settore dell'informazione, con il titolo di Ingegnere dell'informazione junior.

### 2. Competenze associate alla funzione

Le competenze specifiche tipicamente richieste per svolgere le funzioni precedentemente descritte possono essere riassunte, in maniera esemplificativa, ma non esaustiva, nelle seguenti:

- saper utilizzare le conoscenze relativamente a componenti di base di circuiti e sistemi elettronici e alle metodologie di progetto delle tecnologie associate, con applicazioni nei diversi campi di interesse, dai sistemi di telecomunicazione, al settore biomedico, alla distribuzione dell'energia e alla protezione e monitoraggio dell'ambiente;
- contribuire alla progettazione, prototipazione e produzione di apparati, dispositivi, sistemi elettronici e delle telecomunicazioni, considerando gli aspetti specifici delle applicazioni ai diversi contesti, tra i quali in particolare il settore dei dispositivi medici, e la distribuzione dell'energia;
- svolgere attività di gestione della produzione di sistemi, verifica, collaudo, e controllo di qualità nel settore dell'elettronica, delle telecomunicazioni, e della biomedica;
- saper utilizzare con perizia la strumentazione di misura di laboratorio, e gli strumenti software di progettazione.

Considerando la natura implicitamente collaborativa delle funzioni descritte, il laureato nel Corso di Studio sarà inoltre reso consapevole delle responsabilità professionali ed etiche che gli competono nei contesti aziendali in cui opererà e reso capace di sviluppare la cultura d'impresa nei suoi aspetti economici, gestionali e organizzativi, al passo con lo sviluppo tecnologico contemporaneo.

### **3. Sbocchi occupazionali**

La laurea in Ingegneria elettronica offre un'elevata flessibilità occupazionale e possibilità di gratificazione professionale. Per questa ragione, anche tenendo conto delle evoluzioni del mercato del lavoro nei settori industriali, la probabilità di trovare occupazione rimane comunque elevata. La richiesta di figure professionali di questo genere arriva, infatti, dalle aziende di tutti i settori industriali, dove si utilizzano in modo massiccio sistemi di produzione, misura, controllo, elaborazione e trasferimento dell'informazione, fondati sull'elettronica e sull'ingegneria dell'informazione in genere. Il profilo formativo permette quindi di operare nei settori della progettazione, produzione, esercizio e manutenzione di apparati e sistemi elettronici o informatici, legati alla produzione industriale elettronica, alle telecomunicazioni, alla sanità, alla distribuzione intelligente dell'energia e a tutti quei sistemi complessi in cui questi apparati vengono utilizzati.

I laureati in Ingegneria elettronica trovano naturale impiego:

- nelle Aziende che progettano, producono e vendono dispositivi o sistemi elettronici, in campo industriale, biomedico, delle telecomunicazioni;
- nelle Industrie manifatturiere di ogni tipo all'interno delle quali si occupano degli aspetti legati all'automazione, alla gestione dei dati e delle misure, al controllo, ai sistemi informatici e ai sistemi di comunicazione;
- nelle Aziende pubbliche e private fornitrici di servizi di telecomunicazione e telerilevamento terrestri o spaziali;
- nelle Aziende operanti o fornitrici di servizi nella distribuzione dell'energia;
- nelle Aziende sanitarie, per la gestione della strumentazione biomedica;
- nei laboratori di misura e controllo della qualità;
- come liberi professionisti, nei campi dell'analisi, progettazione e gestione di sistemi elettronici, delle telecomunicazioni, dell'automazione, della sicurezza, della sanità e della gestione della qualità.

### **4. Il corso prepara alla professione di (codifiche ISTAT)**

- Tecnici gestori di reti e di sistemi telematici - (3.1.2.5.0)
- Tecnici per le telecomunicazioni - (3.1.2.6.1)
- Tecnici delle trasmissioni radio-televisive - (3.1.2.6.2)
- Elettrotecnici - (3.1.3.3.0)
- Tecnici elettronici - (3.1.3.4.0)
- Tecnici di apparati medicali e per la diagnostica medica - (3.1.7.3.0)

### Art. 3. Conoscenze richieste per l'accesso

Per essere ammessi al Corso di Studio occorre essere in possesso di un diploma di scuola secondaria di secondo grado o di altro titolo di studio conseguito all'estero, riconosciuto idoneo secondo la normativa vigente.

Per accedere proficuamente al Corso di Studio sono richieste conoscenze di matematica a livello di quelle acquisibili con i diplomi di scuole secondarie superiori. In particolare, si ritengono necessarie conoscenze di trigonometria, di algebra elementare, di funzioni elementari dirette e inverse, di polinomi, di equazioni e disequazioni di primo e secondo grado, di geometria elementare delle curve, delle aree e dei volumi.

### Art. 4. Modalità di ammissione

Coloro che intendono immatricolarsi al corso di Laurea devono presentare domanda di ammissione on-line nei termini stabiliti da apposito bando di immatricolazione.

Il corso di studio è ad accesso libero e prevede una prova di valutazione della preparazione iniziale che deve essere svolta con il test TOLC-I del CISIA.

Il test TOLC-I consiste in una serie di quesiti a risposta multipla, suddivisi in quattro sezioni tematiche. Per svolgere il test è concesso un tempo prestabilito, diverso per ciascuna sezione.

Le conoscenze richieste sono a livello dei programmi ministeriali della scuola media superiore (Liceo Scientifico). Maggiori informazioni ed esempi di test svolti negli anni accademici precedenti sono reperibili sul portale del CISIA <https://www.cisiaonline.it/area-tematica-tolc-cisia/home-tolc-generale/>

Le prove, presso l'Università degli Studi Roma Tre, si svolgono su più turni. Il calendario delle prove è consultabile al link: <https://tolc.cisiaonline.it/calendario.php?tolc=ingegneria>, in cui sono indicati date e orari di svolgimento dei test.

Per scegliere la data di svolgimento della prova ed effettuare la prenotazione lo studente deve registrarsi sul portale del CISIA al link <https://www.cisiaonline.it/area-tematica-tolc-cisia/home-tolc-generale/>

In caso di esito insufficiente è possibile ripetere il test in una delle date successive.

Ad esclusione della sezione di lingua inglese, l'attribuzione dei punteggi per risposta corretta/errata/non data o annullata e la soglia di superamento della prova sono specificati alla pagina web:

<https://ingegneriaindustrialeelettronicameccanica.uniroma3.it/orientamento/prova-di-valutazione/>

Il mancato superamento della prova comporta l'attribuzione di obblighi formativi aggiuntivi (OFA), per l'assolvimento dei quali verranno organizzate attività di recupero individuali, con la supervisione di tutor, o di gruppo. Le modalità di svolgimento delle attività individuali e il calendario dei corsi di recupero saranno pubblicati sulla seguente pagina web:

<https://ingegneriaindustrialeelettronicameccanica.uniroma3.it/didattica/obblighi-formativi-aggiuntivi/>

Gli studenti, che non svolgeranno le attività di recupero individuali o di gruppo, avranno la possibilità di recuperare gli OFA, secondo le seguenti modalità da considerarsi alternative tra loro:

- a) gli OFA sono recuperati tramite la frequenza (certificata attraverso la raccolta firma dei partecipanti) del Corso "Richiami di Matematica" che si svolgerà nel mese di settembre;
- b) gli OFA sono recuperati se lo studente, entro l'ultima sessione dell'anno accademico di immatricolazione (settembre), sostiene con esito positivo uno dei seguenti insegnamenti:
  - Analisi matematica I
  - Fisica I
  - Geometria

Il mancato assolvimento degli OFA entro la sessione degli esami di profitto del mese di settembre dell'anno accademico di immatricolazione determina l'impossibilità di prenotare/sostenere gli esami previsti dal Piano degli Studi per il secondo anno di corso.

Le strutture competenti verificheranno tale requisito e applicheranno le relative determinazioni del Consiglio di Dipartimento, dopo il termine massimo previsto.

## **Art. 5. Abbreviazioni di corso per trasferimento, passaggio, reintegro, riconoscimento di attività formative, conseguimento di un secondo titolo di studio. Iscrizione contemporanea a due corsi di studio universitari.**

### **1. Norme comuni**

La domanda di passaggio da altro corso di laurea dell'Università degli Studi Roma Tre, trasferimento da altro Ateneo, reintegro a seguito di decadenza o rinuncia, abbreviazione di corso per riconoscimento esami e carriere pregresse deve essere presentata secondo le modalità e le tempistiche definite nel bando rettorale di ammissione al corso di laurea.

Relativamente al passaggio degli studenti da un altro Corso di Studio dello stesso livello dell'Ateneo, e al trasferimento degli studenti da un Corso di Studio dello stesso livello di un'altra Università, viene assicurato il riconoscimento del maggior numero possibile dei CFU già maturati dallo studente, ricorrendo eventualmente a colloqui per la verifica delle conoscenze effettivamente possedute. Quando il trasferimento è effettuato da un Corso di Studio appartenente alla stessa classe, la quota di CFU relativi al medesimo Settore Scientifico-Disciplinare<sup>1</sup> direttamente riconosciuti allo studente non sarà comunque inferiore al 50% di quelli già maturati. Nel caso in cui il corso di provenienza sia stato svolto in modalità a distanza, la quota minima del 50% sarà riconosciuta solo se il corso di provenienza risulti accreditato ai sensi del Decreto Legislativo 27 gennaio 2012, n. 19.

Per l'accesso al Corso di Studio è possibile riconoscere CFU maturati da Laureati di altre Classi; viene assicurato sempre il riconoscimento del maggior numero possibile dei CFU già maturati, ricorrendo eventualmente a colloqui per la verifica delle conoscenze effettivamente possedute.

Nelle pratiche di passaggio, trasferimento, reintegro ed iscrizione al Corso di Studio come secondo titolo, ai fini del riconoscimento di un insegnamento presente nel percorso formativo obbligatorio dello studente e avente CFU maggiori dell'esame da riconoscere, si chiede allo studente di sostenere una prova integrativa, cui seguirà la verbalizzazione sul portale dei crediti residui. Insegnamenti ed attività non direttamente riconoscibili nel percorso formativo della laurea, potranno essere convalidati nelle attività a scelta dello studente e/o nel tirocinio.

Le regole per l'attribuzione del voto d'esame sono le seguenti:

- sarà confermato il voto attribuito allo studente nella sua carriera pregressa nel caso in cui l'insegnamento da riconoscere abbia un numero di CFU uguale o inferiore a quello relativo all'insegnamento già sostenuto;
- nel caso di richiesta di integrazione sarà calcolata la media tra il voto attribuito all'insegnamento già sostenuto e quello attribuito all'integrazione, pesata attraverso i CFU precedentemente acquisiti e quelli da acquisire;
- nel caso di riconoscimento di più attività acquisite che confluiscono in un'attività presente nel percorso formativo obbligatorio dello studente, sarà calcolata la media dei voti ottenuti nelle rispettive attività considerate, pesata attraverso i CFU corrispondenti.

Il Consiglio di Collegio Didattico valuterà la non obsolescenza dei contenuti formativi verificando la congruenza dei programmi dei corsi sostenuti dallo studente con quanto previsto negli obiettivi formativi del percorso formativo obbligatorio dello studente.

Le attività formative acquisite o acquisibili presso istituzioni universitarie europee sono quantificate sulla base dell'European Credit Transfer System (ECTS).

---

<sup>1</sup> Per "settori scientifico-disciplinari" si intendono, come specificato nell'art 1, comma 1 lettera l del Regolamento didattico di Ateneo, "i raggruppamenti di discipline di cui al decreto ministeriale del 4 ottobre 2000, pubblicato nella Gazzetta Ufficiale n. 249 del 24 ottobre 2000 e successive modifiche;

## **2. Passaggi e crediti riconoscibili**

La convalida in termini di CFU delle attività formative acquisite o acquisibili presso altri Corsi di Studio dell'Università degli Studi Roma Tre è stabilita dal Consiglio del Collegio Didattico in relazione alla congruità dei contenuti formativi acquisiti o acquisibili con gli obiettivi formativi del Corso di Studio.

Gli studenti provenienti da altri Corsi di Laurea di questo Ateneo, che intendono passare al Corso di Laurea in Ingegneria Elettronica, dovranno presentare domanda preliminare per via informatica. Le modalità e le date di scadenza per la presentazione delle domande sono riportate nel Bando di ammissione ai corsi di laurea.

Possono essere ammessi passaggi, subordinatamente al parere positivo del Consiglio di Collegio Didattico, per tutti gli anni di corso (D.M. 270/2004), secondo le modalità di seguito descritte: al III anno, se sono riconosciuti almeno 60 CFU; al II anno, se sono riconosciuti almeno 24 CFU; al I anno, negli altri casi.

## **3. Trasferimenti e crediti riconoscibili**

La convalida in termini di CFU delle attività formative acquisite o acquisibili presso altre Istituzioni universitarie o extra-universitarie è stabilita dal Consiglio del Collegio Didattico in relazione alla congruità dei contenuti formativi acquisiti o acquisibili con gli obiettivi formativi del Corso di Studio.

La domanda preliminare di trasferimento, compilata secondo le indicazioni del bando, si presenta per via informatica entro la data di scadenza riportata sul bando seguendo le istruzioni presenti nel Portale dello Studente e, per l'eventuale consegna della documentazione, quelle riportate sul Bando.

I programmi degli insegnamenti relativi agli esami sostenuti dovranno necessariamente pervenire alla Segreteria Didattica mediante inserimento nel sistema elettronico ovvero mediante posta elettronica indirizzata alla Segreteria del Collegio Didattico di Ingegneria Elettronica.

Possono essere ammessi trasferimenti, subordinatamente al parere positivo del Consiglio di Collegio Didattico, per tutti gli anni di corso (D.M. 270/2004), secondo le modalità di seguito descritte: al III anno, se sono riconosciuti almeno 60 CFU; al II anno, se sono riconosciuti almeno 24 CFU; al I anno, negli altri casi.

## **4. Reintegro a seguito di decadenza o rinuncia**

Lo studente decaduto o rinunciatario può, inoltrando apposita domanda compilata secondo le indicazioni del bando, richiedere il reintegro nella qualità di studente nel Corso di laurea secondo il D.M. 270/2004, con riconoscimento degli esami sostenuti prima della decadenza o rinuncia. Il Consiglio di Collegio Didattico valuterà la non obsolescenza della formazione pregressa e definirà conseguentemente il numero di crediti da riconoscere in relazione agli esami già sostenuti e le ulteriori attività formative necessarie per il conseguimento del titolo di studio.

## **5. Iscrizione al corso come secondo titolo**

I laureati che intendono iscriversi al Corso di Laurea in Ingegneria Elettronica per il conseguimento del secondo titolo dovranno essere in possesso di un titolo equivalente.

È possibile riconoscere crediti maturati da Laureati di altre Classi sulla base della congruenza culturale dei programmi degli insegnamenti superati. Viene assicurato sempre il riconoscimento del maggior numero possibile dei crediti già maturati, ricorrendo eventualmente a colloqui per la verifica delle conoscenze effettivamente possedute.

La domanda preliminare di iscrizione come secondo titolo, compilata secondo le indicazioni del bando, si presenta per via informatica entro la data di scadenza riportata sul bando seguendo le istruzioni presenti nel Portale dello Studente e, per l'eventuale consegna della documentazione, quelle riportate sul Bando.

I programmi degli insegnamenti relativi agli esami sostenuti dovranno necessariamente pervenire alla Segreteria Didattica mediante inserimento nel sistema elettronico ovvero mediante posta elettronica indirizzata alla Segreteria del Collegio Didattico di Ingegneria Elettronica.

Il riconoscimento dei crediti acquisiti presso un altro Ateneo, e il percorso formativo che lo studente deve seguire per il conseguimento del secondo titolo sono stabiliti dal Consiglio di Collegio Didattico tenendo conto della congruità dei contenuti formativi acquisiti con gli Ordinamenti Didattici e con gli obiettivi formativi del Corso di Laurea in Ingegneria Elettronica.

## **6. Riconoscimento delle conoscenze extra universitarie**

Il Consiglio di Collegio Didattico può riconoscere, ai fini dell'attribuzione di CFU:

- a) conoscenze e abilità professionali, certificate ai sensi della normativa vigente in materia,

- b) altre conoscenze e abilità maturate in attività formative di livello post-secondario;
- c) attività formative svolte nei cicli di studio presso gli istituti di formazione della pubblica amministrazione;
- d) altre conoscenze e abilità maturate in attività formative di livello post-secondario, alla cui progettazione e realizzazione l'università abbia concorso;
- e) conseguimento da parte dello studente di medaglia olimpica o paralimpica ovvero del titolo di campione mondiale assoluto, campione europeo assoluto o campione italiano assoluto nelle discipline riconosciute dal Comitato olimpico nazionale italiano o dal Comitato italiano paralimpico.

Ai fini del riconoscimento, è necessario che le suddette conoscenze e abilità siano certificate a norma di legge dall'ente e/o dalla struttura presso cui sono state svolte le attività formative o lavorative tramite cui le conoscenze e le abilità sono state conseguite. Se le attività sono state svolte presso una pubblica amministrazione è sufficiente che lo studente presenti un'autocertificazione, ai sensi dell'art. 46 del D.P.R. n. 445/2000. Se le attività sono state svolte presso un ente e/o una struttura non afferenti alla pubblica amministrazione, è necessario che lo studente presenti una certificazione rilasciata a norma di legge dall'ente e/o dalla struttura presso cui le attività sono state svolte. La certificazione deve, altresì, riportare il numero di ore delle attività formative svolte, la valutazione dell'apprendimento e le competenze acquisite all'esito dell'attività certificata.

Il riconoscimento viene effettuato:

- a) nei limiti previsti dalle norme vigenti: massimo 48 CFU per i corsi di laurea;
- b) sulla base di criteri di stretta coerenza con gli obiettivi formativi e i risultati di apprendimento attesi riferibili a questo corso di studio.

Pertanto, sono riconoscibili crediti formativi riferibili alle seguenti attività formative previste nell'ordinamento didattico del corso di studio:

- a) attività formative previste tra le discipline di base o caratterizzanti o affini del corso di studio, nel caso in cui sia documentato il possesso di capacità e competenze corrispondenti agli obiettivi formativi e ai risultati di apprendimento attesi di uno o più corsi di insegnamento previsti dal regolamento didattico del corso di studio. Il riconoscimento può riguardare l'intero numero di CFU attribuiti al corso di insegnamento o un numero di CFU inferiore. Nel caso di riconoscimento di un numero inferiore di CFU, per l'acquisizione dei restanti CFU lo studente è tenuto a svolgere l'esame o l'altra forma di verifica del profitto di cui al comma 4;
- b) attività formative a scelta dello studente, con l'applicazione dei medesimi criteri di cui alla lettera a);
- c) attività formative volte ad acquisire ulteriori conoscenze linguistiche, nonché abilità informatiche e telematiche, relazionali, o comunque utili per l'inserimento nel mondo del lavoro, nonché attività formative volte ad agevolare le scelte professionali, mediante la conoscenza diretta del settore lavorativo cui il titolo di studio può dare accesso.

Allo studente è consentita la possibilità di chiedere più volte nel corso della carriera accademica il riconoscimento delle attività formative di cui ai commi precedenti, purché il numero dei crediti complessivamente riconosciuto non superi il limite massimo previsto dalle norme vigenti. Le attività formative già riconosciute come CFU nell'ambito di corsi di laurea non possono essere nuovamente riconosciute nell'ambito di corsi di laurea magistrale. Il riconoscimento viene effettuato esclusivamente sulla base delle competenze dimostrate dal singolo studente. Sono escluse forme di riconoscimento attribuite collettivamente.

Il Collegio Didattico assicura il riconoscimento dei crediti formativi attraverso una sua valutazione.

Il Servizio civile è riconoscibile fino ad un massimo di 6 CFU da far valere nell'ambito delle attività didattiche a scelta dello Studente.

### **7. Riconoscimento delle conoscenze linguistiche extra universitarie**

Il riconoscimento delle conoscenze linguistiche extra-universitarie acquisite è quantificato sulla base della certificazione ufficiale e della valutazione del Centro Linguistico d'Ateneo.

### **8. Iscrizione contemporanea a due corsi di studio universitari**

Ai sensi delle norme relative alla contemporanea iscrizione a due diversi corsi di studio universitari, introdotte dalla legge 12 aprile 2022, n. 33 e dal decreto ministeriale n. 930 del 29/07/2022, tali corsi non devono appartenere alla stessa classe e devono differenziarsi per almeno i due terzi delle attività formative. Inoltre,

nel caso in cui uno dei corsi di studio sia a frequenza obbligatoria, è consentita l'iscrizione a un secondo corso di studio che non presenti obblighi di frequenza. Pertanto, in presenza di una richiesta di iscrizione al corso di studio, disciplinato dal presente Regolamento, quale contemporanea iscrizione a uno di due diversi corsi universitari, l'organo competente effettua una valutazione specifica, caso per caso, considerando, ai fini dell'individuazione della differenziazione per almeno i due terzi delle attività formative dei due corsi, esclusivamente gli insegnamenti (discipline di base, caratterizzanti, affini, esame a scelta) previsti dai piani di studio seguiti dallo studente interessato in entrambi i corsi e in particolare computando la differenza dei due terzi sul numero dei CFU relativi ai suddetti insegnamenti. Nel caso in cui la differenziazione sia da computarsi tra corsi di studio di differente durata, il calcolo dei due terzi è da riferirsi al corso di studio di durata inferiore. È possibile presentare istanza di riconoscimento dei crediti acquisiti nell'ambito di una delle due carriere contemporaneamente attive, ai fini del conseguimento del titolo nell'altra carriera.

## Art. 6. Organizzazione della didattica

### 1. Numero complessivo di esami di profitto previsti per il conseguimento del titolo di studio

Per il conseguimento del titolo di studio sono previsti un massimo di 20 esami o valutazioni finali di profitto anche favorendo prove di esame integrate per più insegnamenti o moduli coordinati.

### 2. Tipologia delle forme didattiche

Ai sensi dell'art 10 del D.M. 270/2004, le attività formative di base, caratterizzanti e affini *o* integrative sono costituite da corsi di insegnamento svolti in forma frontale e articolati in lezioni, esercitazioni e seminari nonché esercitazioni pratiche (svolte anche in laboratorio, in forma assistita o individuale).

Le attività autonomamente scelte dallo studente sono costituite da corsi di insegnamento attivati presso il Dipartimento di Ingegneria Industriale, Elettronica e Meccanica o da un altro Dipartimento di Ateneo o, solo a seguito di apposita convenzione, da attività svolte presso Istituzioni extra-universitarie.

Le altre attività formative comprendono: la preparazione della prova finale per il conseguimento del titolo di studio, la verifica della conoscenza di almeno una lingua straniera, le attività formative volte ad agevolare le scelte professionali mediante la conoscenza diretta del settore lavorativo cui il titolo di studio può dare accesso, i tirocini formativi e di orientamento di cui al decreto 25 marzo 1998, n. 142, del Ministero del lavoro e ogni altra attività ritenuta utile alla formazione degli studenti.

I corsi di insegnamento sono composti da uno o più moduli. Ogni modulo rientra nell'ambito di un Settore Scientifico Disciplinare ed è affidato ad un docente.

### 3. CFU ed ore di didattica frontale

Ad ogni attività didattica (e ad ogni modulo) viene attribuito un numero intero di CFU. A ogni CFU corrispondono 25 ore d'impegno complessivo dello studente, delle quali, per i corsi di insegnamento, almeno 6 debbono essere costituite da attività didattiche frontali. Lo studio individuale non può essere comunque inferiore al 50% dell'impegno complessivo dello studente.

Il corso di laurea prevede un impegno di didattica frontale che varia tra le 8 ore a CFU e le 9 ore a CFU a seconda della tipologia dell'insegnamento.

### 4. Calendario delle attività didattiche

Il calendario delle attività didattiche è organizzato secondo la seguente scansione cronologica.

- Le attività didattiche frontali iniziano i primi di ottobre (con possibilità di anticipare all'ultima settimana di settembre) e sono suddivise in due semestri;
- Ciascun semestre è a sua volta suddiviso in un periodo iniziale di circa 14 settimane dedicato alla didattica frontale (con eventuali prove di valutazione intermedia e altre attività svolte dagli studenti, ove previste) ed un periodo di circa 5 settimane dedicato allo svolgimento degli esami;
- Il mese di settembre è dedicato prevalentemente allo svolgimento degli esami. Inoltre, nello stesso mese di settembre si svolgono le attività propedeutiche per gli studenti immatricolati.

Prima dell'inizio delle lezioni il Collegio Didattico definisce e rende pubblico il calendario delle attività didattiche e degli esami di profitto sul sito del Dipartimento

[Lezioni - aule e orari - Dipartimento di Ingegneria Industriale, Elettronica e Meccanica \(uniroma3.it\)](http://uniroma3.it)

[Appelli d'esame - Dipartimento di Ingegneria Industriale, Elettronica e Meccanica \(uniroma3.it\)](http://uniroma3.it).

Il calendario delle attività didattiche frontali deve garantire la possibilità di frequenza possibilmente a tutte le attività formative previste in ciascun anno di corso.

Prima dell'inizio delle lezioni ciascun docente rende noto il dettaglio delle modalità d'esame del proprio corso. Il programma dettagliato dell'insegnamento tenuto viene fornito dal docente prima della conclusione delle lezioni.

#### **5. Tutorato**

Il Dipartimento di Ingegneria Industriale, Elettronica e Meccanica organizza attività di tutorato, volte ad assistere gli studenti nell'apprendimento. Queste attività sono svolte, oltre che da professori, ricercatori e cultori della materia, anche da studenti di dottorato o di Laurea Magistrale, individuati per mezzo di apposite procedure.

#### **6. Esami di profitto e composizione delle commissioni**

Per ogni corso di insegnamento è prevista una verifica dei risultati delle attività formative sotto forma di esami di profitto. Possono essere previste prove di valutazione intermedia da svolgersi durante il corso d'insegnamento corrispondente, del cui esito si potrà tener conto ai fini della valutazione finale. Tutte le prove di valutazione, intermedia e finale, si svolgeranno mediante prove scritte e/o orali e/o prove di laboratorio.

Infine, potrà essere aggiunto, a seguito di delibera del Consiglio di Dipartimento, un ulteriore appello straordinario nel mese di novembre riservato ai soli studenti laureandi.

Il Collegio assicura un minimo di cinque appelli ad anno accademico per le prove d'esame, così suddivisi: due appelli nella sessione invernale, due appelli nella sessione estiva, un appello nella sessione autunnale. A questi si aggiunge un appello nella sessione primaverile riservato agli studenti iscritti agli anni successivi al primo.

Per gli studenti del primo anno sono inoltre previste le prove di valutazione intermedia ai sensi dell'art. 14, comma 6, lettera a) del regolamento didattico di ateneo, per gli insegnamenti del primo semestre, ovvero un ulteriore sesto appello da tenere in alternativa alle prove di valutazione intermedia nelle sessioni estiva o invernale a scelta del docente.

Infine, potrà essere aggiunto, a seguito di delibera del Consiglio di Dipartimento, un ulteriore appello straordinario nel mese di novembre riservato ai soli studenti laureandi.

Gli esami di profitto sono svolti in presenza per tutte le tipologie dei corsi di studio. Lo svolgimento a distanza degli esami di profitto, ferma restando la necessità di individuare idonee misure relative all'univoca identificazione dei candidati e al corretto svolgimento delle prove, è consentito nei seguenti casi:

- specifiche situazioni personali, relative a studenti con gravi e documentate patologie o infermità ai sensi della legge n. 104/1992 e della legge n. 7/1999 o a studenti in detenzione nel rispetto delle linee guida definite dal Ministero della Giustizia - Dipartimento dell'Amministrazione Penitenziaria d'intesa con la Conferenza nazionale dei delegati dei Rettori per i poli universitari penitenziari;
- temporanee situazioni emergenziali che consentono l'erogazione della didattica a distanza, nonché l'eventuale svolgimento a distanza delle prove d'esame. In tal caso il provvedimento dell'Ateneo che dispone l'attivazione temporanea della modalità a distanza della didattica ovvero delle prove d'esame è sottoposto al preventivo nulla osta ministeriale.

Le modalità di composizione delle commissioni degli esami di profitto sono quelle disciplinate dal Regolamento didattico di Ateneo.

#### **7. Idoneità di Lingua**

Prima di poter accedere all'esame di laurea, lo studente deve aver acquisito obbligatoriamente il livello B2 di idoneità e di conoscenza linguistica relativamente alla lingua inglese. Tale idoneità verrà valutata per un numero di CFU pari a 3.

#### **8. Studenti a tempo parziale**

Lo studente che opta per il tempo parziale sottopone il piano degli studi scelto all'approvazione del Consiglio di Collegio Didattico entro la data riportata sul sito ufficiale.

Per la disciplina di questo punto si rinvia al Regolamento Carriera.

## 9. Inclusione degli studenti con disabilità o DSA

Il Corso di Studio promuove con il massimo impegno i percorsi di inclusione delle studentesse e degli studenti con disabilità o DSA come sancito nel Regolamento Carriera.

A tal proposito, il Dipartimento individua un referente.

Per quanto concerne le figure coinvolte, le responsabilità e le procedure connesse, il Dipartimento adotta e rinvia al “VADEMECUM per promuovere il processo di inclusione delle studentesse e degli studenti con disabilità o DSA” predisposto dall’Ateneo e disponibile al link <http://www.uniroma3.it/ateneo/uffici/ufficio-studenti-disabilita-dsa/>

## Art. 7. Articolazione del percorso formativo

Il corso di Laurea in Ingegneria Elettronica ha un solo curriculum. Il percorso formativo è organizzato in un primo anno dedicato alla matematica, alla fisica e alla chimica; un secondo anno dedicato alla formazione ingegneristica, tanto nei settori caratterizzanti dell'elettronica e nei settori delle discipline affini e integrative; un terzo anno dedicato ad insegnamenti avanzati nei settori caratterizzanti, allo svolgimento del tirocinio, nell’ambito delle attività formative previste dall’art. 10 comma 5 let. d) del D.M. n.270 del 22/10/2004, e della prova finale.

L'elenco delle attività formative programmate ed erogate è specificato negli allegati n.1 e 2 al presente regolamento. Il percorso formativo è riportato nell’allegato n.3.

I criteri per l’espletamento e per la verifica dei risultati del tirocinio sono esplicitati nell’allegato n.4.

## Art. 8. Piano di studio

a) Il piano di studio è l'insieme delle attività didattiche che è necessario sostenere per raggiungere il numero di crediti previsti per il conseguimento del titolo finale. L’eventuale frequenza di attività didattiche in sovrannumero e l’ammissione ai relativi appelli di esame, disciplinata dal Regolamento Carriera, è consentita fino a un massimo di 9 crediti; oltre tale soglia è consentita esclusivamente tramite l’iscrizione a singoli insegnamenti. Tali attività didattiche non sono comprese nel piano di studio e non concorrono al calcolo dei crediti e della media per il conseguimento del titolo.

Le mancate presentazione e approvazione del piano di studio comportano l’impossibilità di prenotarsi agli esami, ad esclusione delle attività didattiche obbligatorie.

Lo Studente iscritto ad anni successivi al primo presenta il proprio Piano di Studio entro la scadenza riportata sul sito del Dipartimento di Ingegneria Industriale, Elettronica e Meccanica – Didattica – Ingegneria Elettronica <https://ingegneriaindustrialeelettronicameccanica.uniroma3.it/didattica/collegio-elettronica/piano-di-studi/>

La presentazione del Piano di Studio deve essere effettuata in accordo con quanto riportato nel percorso formativo, tenendo conto dei consigli per la compilazione dei Piani di Studio che di anno in anno vengono proposti dal Consiglio di Collegio Didattico. In caso di presentazione di un Piano di Studio individuale comprendente anche attività formative diverse da quelle previste dal presente regolamento, il Collegio Didattico valuterà la coerenza con l’ordinamento didattico del corso di studio dell’anno accademico di immatricolazione.

Si ricorda la delibera del Consiglio di Collegio Didattico (seduta del 06 giugno 2008) che stabilisce in 3 (tre) il numero minimo di studenti necessario per l’attivazione di un insegnamento ai sensi del D.M. 270/2004.

b) Per gli studenti a tempo parziale, il Collegio Didattico definisce individualmente sulla base della proposta dello studente uno specifico percorso formativo, organizzato nel rispetto dei contenuti didattici dell’ordinamento del Corso, distribuendo le attività formative ed i crediti da conseguire.

c) È possibile l'acquisizione di crediti formativi presso altri atenei italiani sulla base di convenzioni stipulate tra le istituzioni interessate, ai sensi della normativa vigente.

## Art. 9. Mobilità internazionale

Gli studenti e le studentesse assegnatari di borsa di mobilità internazionale devono predisporre un *Learning Agreement* da sottoporre all'approvazione del docente coordinatore disciplinare obbligatoriamente prima della partenza. Il riconoscimento degli studi compiuti all'estero e dei relativi crediti avverrà in conformità con quanto stabilito dal Regolamento Carriera e dai programmi di mobilità internazionale nell'ambito dei quali le borse di studio vengono assegnate.

Gli studenti di sedi estere, assegnatari di borsa di mobilità internazionale presso l'Università degli Studi Roma Tre, prima di effettuare la mobilità devono preparare e sottoporre all'approvazione del docente coordinatore disciplinare il *Learning Agreement* firmato dal referente accademico presso l'università di appartenenza, secondo le norme stabilite dai programmi di mobilità internazionale nell'ambito dei quali le borse di studio vengono assegnate.

## Art. 10. Caratteristiche della prova finale

La laurea in Ingegneria Elettronica si consegue previo superamento di una prova finale, che consiste nello sviluppo e presentazione da parte dello studente con la guida di un Docente, il relatore, e da eventuali Correlatori, di un elaborato scritto tecnico-scientifico o progettuale, la tesi di Laurea, che verte su argomenti coerenti con gli obiettivi formativi del corso di studio.

La tesi ha lo scopo di effettuare una verifica del livello di apprendimento da parte del candidato, della sua capacità di operare in modo autonomo e di comunicare relativamente all'analisi di sistemi semplici.

Tale attività può essere svolta sia nei laboratori dell'Ateneo, sia presso aziende o enti di ricerca in Italia e all'estero.

## Art. 11. Modalità di svolgimento della prova finale

La prova finale verte sulla discussione orale del lavoro sviluppato dal candidato. La Commissione per l'esame finale è composta da almeno tre Docenti. La modalità di nomina delle commissioni è contemplata nel Regolamento Didattico di Ateneo.

I criteri orientativi per la valutazione della prova finale di laurea e dell'intero curriculum degli studi ai fini della determinazione del voto finale sono definiti nel *Regolamento per la prova finale di laurea* (allegato 5).

Ai fini dell'ammissione all'esame di laurea, lo studente dovrà fare riferimento al Regolamento qui allegato nonché alle scadenze e alle modalità di presentazione della domanda di conseguimento titolo pubblicate sul Portale dello Studente <http://portalestudente.uniroma3.it/carriera/ammissione-allesame-di-laurea/>.

La prova finale è svolta di norma in presenza. Lo svolgimento a distanza della prova finale, ferma restando la necessità di individuare idonee misure relative all'univoca identificazione dei candidati e al corretto svolgimento delle prove, è consentita nei seguenti casi:

- specifiche situazioni personali, relative a studenti con gravi e documentate patologie o infermità ai sensi della legge n. 104/1992 e della legge n. 7/1999 o a studenti in detenzione nel rispetto delle linee guida definite dal Ministero della Giustizia - Dipartimento dell'Amministrazione Penitenziaria d'intesa con la Conferenza nazionale dei delegati dei Rettori per i poli universitari penitenziari;
- temporanee situazioni emergenziali che consentono l'erogazione della didattica a distanza nonché l'eventuale svolgimento a distanza dell'esame finale previo apposito provvedimento dell'Ateneo.

## Art. 12. Valutazione della qualità delle attività formative

Il Collegio Didattico si avvale di una commissione di assicurazione della qualità, cui partecipa almeno un rappresentante della componente studentesca, per il monitoraggio e la valutazione periodica della qualità dell'offerta formativa, anche usufruendo dei dati forniti dall'Ateneo relativi alle seguenti azioni:

- monitoraggio dei flussi studenteschi (numero di immatricolazioni, di abbandoni, di trasferimenti in ingresso e in uscita);
- valutazione diretta da parte degli studenti (tramite questionari di valutazione) dell'organizzazione e metodologia didattica di ogni singolo insegnamento e dell'adeguatezza delle strutture didattiche;
- monitoraggio dell'andamento del processo formativo (livello di superamento degli esami previsti nei diversi anni di corso, voto medio conseguito, ritardi registrati rispetto ai tempi preventivati dal percorso formativo);
- valutazione quantitativa e qualitativa dei risultati della formazione (numero dei laureati, durata complessiva degli studi, votazione finale conseguita),

e provvede a stilare un rapporto presentato e discusso annualmente in Consiglio di Dipartimento.

Il Coordinatore del Collegio Didattico promuove la revisione con cadenza annuale del regolamento didattico alla luce dell'autovalutazione e dei processi di valutazione ed accreditamento periodici previsti dalla normativa vigente.

### Art. 13. Altre fonti normative

Per quanto non espressamente qui disciplinato si rinvia al Regolamento didattico di Ateneo e al Regolamento Carriera.

### Art. 14. Validità

Le disposizioni del presente Regolamento si applicano a decorrere dall'a.a. 2025-2026 e rimangono in vigore per l'intero ciclo formativo (e per la relativa coorte studentesca) avviato da partire dal suddetto a.a. Si applicano inoltre ai successivi anni accademici e relativi percorsi formativi (e coorti) fino all'entrata in vigore di successive modifiche regolamentari.

Gli allegati 1, 2, 3, 4 e 5 richiamati nel presente Regolamento possono essere modificati da parte della struttura didattica competente, nell'ambito del processo annuale di programmazione didattica.

#### Allegato 1

Elenco delle attività formative previste per il corso di studio. Allegato della didattica programmata generato dall'applicativo informatico utilizzato per la gestione dell'attività didattica

#### Allegato 2

Elenco delle attività formative erogate. Allegato didattica erogata generato dall'applicativo informatico utilizzato per la gestione dell'attività didattica

#### Allegato 3

Percorso formativo del corso di laurea

#### Allegato 4

Regolamento per le attività di tirocinio

#### Allegato 5

Regolamento per la prova finale di laurea

# DIDATTICA PROGRAMMATA 2025/2026

## Ingegneria elettronica (L-8 R)

**Dipartimento:** INGEGNERIA INDUSTRIALE, ELETTRONICA E MECCANICA

**Codice CdS:** 108602

**Codice SUA:** 1610438

**Area disciplinare:** ScientificoTecnologica

**Curricula previsti:**

- Curriculum unico

### CURRICULUM: Curriculum unico

#### Primo anno

##### Primo semestre

Denominazione (Tipologia attività formativa (TAF) / Ambito disciplinare)	SSD	CFU	Ore	Lingua
<b>20810230 - ANALISI MATEMATICA I</b> <i>TAF A - Matematica, informatica e statistica</i>	MAT/05	12	108	ITA
<b>20810536 - FONDAMENTI DI INFORMATICA</b>				
MODULO - FONDAMENTI DI INFORMATICA - 1°MODULO <i>TAF C - Attività formative affini o integrative</i>	ING-INF/05	6	54	ITA
MODULO - FONDAMENTI DI INFORMATICA - 2°MODULO <i>TAF A - Matematica, informatica e statistica</i>	ING-INF/05	3	27	ITA
<b>20801685 - GEOMETRIA</b> <i>TAF A - Matematica, informatica e statistica</i>	MAT/03	6	54	ITA
<b>20202021 - IDONEITA LINGUA - INGLESE</b> <i>TAF E - Per la conoscenza di almeno una lingua straniera</i>		3	27	ITA

##### Secondo semestre

Denominazione (Tipologia attività formativa (TAF) / Ambito disciplinare)	SSD	CFU	Ore	Lingua
<b>20802118 - ANALISI MATEMATICA II</b> <i>TAF A - Matematica, informatica e statistica</i>	MAT/05	6	54	ITA
<b>20802116 - CHIMICA</b> <i>TAF A - Fisica e chimica</i>	CHIM/07	9	81	ITA
<b>20810333 - FISICA I</b> <i>TAF A - Fisica e chimica</i>	FIS/03	12	108	ITA

#### Secondo anno

##### Primo semestre

Denominazione (Tipologia attività formativa (TAF) / Ambito disciplinare)	SSD	CFU	Ore	Lingua
<b>20810241 - ELETTROTECNICA</b> <i>TAF B - Ingegneria della sicurezza e protezione dell'informazione</i>	ING-IND/31	9	72	ITA
<b>20801854 - FISICA II</b> <i>TAF A - Fisica e chimica</i>	FIS/03	12	96	ITA
<b>20810334 - TEORIA DEI SEGNALI</b> <i>TAF B - Ingegneria delle telecomunicazioni</i>	ING-INF/03	12	96	ITA

##### Secondo semestre

Denominazione (Tipologia attività formativa (TAF) / Ambito disciplinare)	SSD	CFU	Ore	Lingua
<b>20801860 - CAMPI ELETTROMAGNETICI I</b> <i>TAF B - Ingegneria elettronica</i>	ING-INF/02	9	72	ITA
<b>20801859 - ELETTRONICA I</b> <i>TAF B - Ingegneria elettronica</i>	ING-INF/01	9	72	ITA
<b>20801857 - FONDAMENTI DI AUTOMATICA</b> <i>TAF C - Attività formative affini o integrative</i>	ING-INF/04	6	48	ITA
<b>20810335 - FONDAMENTI DI MISURE ELETTRICHE ED ELETTRONICHE</b> <i>TAF B - Ingegneria elettronica</i>	ING-INF/07	9	72	ITA

## Terzo anno

### Primo semestre

Denominazione (Tipologia attività formativa (TAF) / Ambito disciplinare)	SSD	CFU	Ore	Lingua
<b>GRUPPO OPZIONALE a scelta dello studente: LISTA AD CONSIGLIATE</b>				
<b>20801983 - CAMPI ELETTROMAGNETICI II</b> <i>TAF B - Ingegneria delle telecomunicazioni</i>	ING-INF/02	6	48	ITA
<b>20801986 - ELETTRONICA II</b> <i>TAF B - Ingegneria elettronica</i>	ING-INF/01	9	72	ITA
<b>20810336 - FONDAMENTI DI FOTONICA</b> <i>TAF C - Attività formative affini o integrative</i>	FIS/03	6	48	ITA
<b>20810242 - METODI NUMERICI PER I CIRCUITI</b> <i>TAF B - Ingegneria della sicurezza e protezione dell'informazione</i>	ING-IND/31	6	48	ITA
<b>20810537 - SISTEMI DI TELECOMUNICAZIONI</b> <i>TAF B - Ingegneria delle telecomunicazioni</i>	ING-INF/03	6	48	ITA

### Secondo semestre

Denominazione (Tipologia attività formativa (TAF) / Ambito disciplinare)	SSD	CFU	Ore	Lingua
<b>GRUPPO OPZIONALE a scelta dello studente: LISTA AD CONSIGLIATE</b>				
<b>20801976 - PROVA FINALE</b> <i>TAF E - Per la prova finale</i>		3	75	ITA
<b>20810248 - TIROCINIO</b> <i>TAF F - Tirocini formativi e di orientamento</i>		3	75	ITA

## GRUPPI OPZIONALI

GRUPPO OPZIONALE a scelta dello studente: LISTA AD CONSIGLIATE				
Denominazione (Tipologia attività formativa (TAF) / Ambito disciplinare)	SSD	CFU	Ore	Lingua
<b>A SCELTA STUDENTE</b> <i>TAF D - A scelta dello studente</i>		18	144	ITA
<b>20802047 - ANTENNE PER COMUNICAZIONI MOBILI</b> <i>TAF D - A scelta dello studente</i>	ING-INF/02	6	48	ITA
<b>20810005 - CHIMICA SPERIMENTALE</b> <i>TAF D - A scelta dello studente</i>	CHIM/07	6	48	ITA
<b>20840034 - FISICA TECNICA AMBIENTALE</b> <i>TAF D - A scelta dello studente</i>	ING-IND/11	6	48	ITA
<b>20810538 - LABORATORIO DI COMUNICAZIONI WIRELESS</b> <i>TAF D - A scelta dello studente</i>	ING-INF/03	6	48	ITA
<b>20802061 - LABORATORIO DI MULTIMEDIALITA'</b> <i>TAF D - A scelta dello studente</i>	ING-INF/03	6	48	ITA
<b>20810539 - LABORATORIO DI TECNOLOGIE ELETTRONICHE</b> <i>TAF D - A scelta dello studente</i>	ING-INF/01	6	48	ITA
<b>20810243 - MISURE ELETTRICHE E ELETTRONICHE</b> <i>TAF D - A scelta dello studente</i>	ING-INF/07	6	48	ITA
<b>20810200 - SISTEMI DIGITALI INTEGRATI</b> <i>TAF D - A scelta dello studente</i>	ING-INF/01	6	48	ITA

## TIPOLOGIE ATTIVITA' FORMATIVE (TAF)

Sigla	Descrizione
A	Base
B	Caratterizzanti
C	Attività formative affini o integrative
D	A scelta studente
E	Prova Finale o Per la conoscenza di almeno una lingua straniera
F	Ulteriori attività formative (art.10, comma 5, lettera d)
R	Attività formative in ambiti disciplinari affini o integrativi a quelli di base e caratterizzanti, anche con riguardo alle culture di contesto e alla formazione interdisciplinare
S	Per stages e tirocini presso imprese, enti pubblici o privati, ordini professionali

## OBIETTIVI FORMATIVI

### 20810230 - ANALISI MATEMATICA I

#### Italiano

Consentire l'acquisizione del metodo logico deduttivo e fornire gli strumenti matematici di base del calcolo differenziale ed integrale. Ciascun argomento verrà rigorosamente introdotto e trattato, svolgendo, talvolta, dettagliate dimostrazioni e facendo inoltre ampio riferimento al significato fisico, all'interpretazione geometrica e all'applicazione numerica. Una corretta metodologia e una discreta abilità nell'utilizzo dei concetti del calcolo integro-differenziale e di relativi risultati dovranno mettere in grado gli studenti, in linea di principio, di affrontare in modo agevole i temi più applicativi che si svolgeranno nei corsi successivi.

#### Inglese

Allow the acquisition of the method deductive logic and provide the basic mathematical tools of the calculation of differential and integral. Each topic will be introduced and strictly the treaty, carrying, sometimes, detailed demonstrations, and also doing large reference to physical meaning, geometric interpretation and application number. Proper methodology and a reasonable skill in the use of the concepts of calculation and its entirety and differential results will put in grade students in principle to face so easy application more topics that will take place in the following courses.

### 20802118 - ANALISI MATEMATICA II

#### Italiano

Gli obiettivi formativi del corso riguardano la formazione di base dello studente futuro ingegnere elettronico. Specificamente verranno impartite le nozioni fondamentali riguardanti serie numeriche e di funzioni; equazioni differenziali di primo e second'ordine; trasformata di Laplace e di Fourier; funzioni di più variabili.

#### Inglese

Series; ordinary differential equations; integrals transforms (Laplace, Fourier); functions of more variables.

### 20802047 - ANTENNE PER COMUNICAZIONI MOBILI

#### Italiano

Il corso ha il compito di fornire allo studente la conoscenza sui metodi di analisi e di progetto delle antenne per le stazioni radio base e per i terminali mobili impiegate nei sistemi di comunicazione cellulare.

#### Inglese

This course aims at giving the student the tools to analyze and design antennas for both base stations and mobile terminals of cellular communication systems.

### 20801860 - CAMPI ELETTROMAGNETICI I

#### Italiano

Apprendere le conoscenze di base dell'elettromagnetismo utili per l'analisi ed il progetto dei sistemi elettromagnetici orientati per applicazioni riguardanti i circuiti, i dispositivi, gli apparati ed i sistemi per l'elettronica, la biomedica e per le telecomunicazioni.

#### Inglese

To learn the foundations of electromagnetic field theory finalized to the analysis and design of electromagnetic systems to be used in electronics, biomedical engineering and telecommunications.

### 20801983 - CAMPI ELETTROMAGNETICI II

#### Italiano

Il corso permette di apprendere conoscenze di elettromagnetismo avanzato con particolare riferimento alla propagazione del campo elettromagnetico in sistemi guidanti.

#### Inglese

The course aims at learning advanced electromagnetism knowledge with particular reference to the propagation of the electromagnetic field in guiding systems.

### 20802116 - CHIMICA

## Italiano

L'insegnamento vuole fornire allo studente gli strumenti necessari per inquadrare in modo logico e consequenziale, non solamente descrittivo, i principali fenomeni chimici e chimico-fisici correlati ai comportamenti microscopici e macroscopici della materia.

## Inglese

The course aims to provide students with the tools necessary to frame in a logical and sequential way, not merely descriptive, the main chemical and physico-chemical phenomena related to the microscopic and macroscopic behavior of matter.

### 20810005 - CHIMICA SPERIMENTALE

## Italiano

Il corso è da intendersi come il perfezionamento del corso di Chimica del primo anno. Introducendo solo alcuni nuovi concetti chimici, intende più in generale approfondire ed estendere la cultura della chimica in quanto scienza sperimentale. L'insegnamento è quindi rivolto a tutti gli studenti del terzo anno che vogliono approfondire i temi sviluppati anche con esperienze pratiche di laboratorio. In particolare si rivolge agli studenti intenzionati a proseguire gli studi nelle Lauree Magistrali in cui sono presenti corsi specialistici nel campo della chimica e delle scienze sperimentali in generale (ad esempio i corsi di Biomateriali e Chimica delle Tecnologie). Con il presente corso, lo studente mette in pratica le conoscenze acquisite legate ai concetti base della chimica, facendo una rilevante esperienza di laboratorio

## Inglese

The course is intended as the improvement of the first year Chemistry course. Introducing just few new chemical concepts, more generally the course intends to deepen and extend the culture of chemistry as a experimental science. The course is addressed to all third-year students who want to explore the themes developed with practical laboratory experiences, in particular students wishing to continue their studies with specialized courses in the field of chemistry and experimental sciences in general (e.g. Biomaterials and Chimica delle Tecnologie). With this course, the student puts into practice the knowledge acquired related to the basic concepts of chemistry, making a significant laboratory experience

### 20801859 - ELETTRONICA I

## Italiano

L'obiettivo del corso è di introdurre lo studente nel mondo dell'elettronica. Saranno illustrati i principi di funzionamento e i modelli dei principali dispositivi a semiconduttore (diodi, transistor bipolari e transistor ad effetto di campo) e il loro impiego nei circuiti elettronici fondamentali, focalizzando l'attenzione su amplificatori e porte logiche fondamentali e studiandone le proprietà nel dominio del tempo e della frequenza.

## Inglese

The objective of the course is to introduce the student in the world of electronics. The course includes principle of operation and models of electronic devices (diodes, bipolar transistor and field effect transistor) and their applications to electronic circuits focusing on analog amplifiers and basic logic gates and studying their properties in both time and frequency domain.

### 20801986 - ELETTRONICA II

## Italiano

Il corso si propone di fornire un'ampia panoramica del funzionamento e delle applicazioni dei circuiti analogici e digitali nella moderna elettronica integrata. Saranno introdotti gli amplificatori operazionali e studiate le loro molteplici applicazioni. Saranno illustrati i principi di funzionamento e le caratteristiche dei dispositivi elettronici digitali fondamentali e saranno forniti gli strumenti per l'analisi e la progettazione di circuiti digitali a logica combinatoria e sequenziale.

## Inglese

Aim of the course is to introduce the operation of analog circuits in integrated electronics and their applications. Operational amplifiers will be introduced and their applications studied. The principles of operation and characteristics of digital electronic devices will be illustrated and the tools for the analysis and design of combinational and sequential logic digital circuits will be provided.

### 20810241 - ELETTRONICA

## Italiano

L'insegnamento ha lo scopo di introdurre i principi e le metodologie, proprie dell'ingegneria elettrica, che costituiscono

le basi per l'apprendimento dei circuiti, delle macchine e degli impianti elettrici.

### Inglese

The course aims at providing students the basic concepts of electrical engineering, regarding the analysis of electrical circuits and the principles of operating of electrical appliances and systems

#### 20810333 - FISICA I

### Italiano

Il corso introduce la metodologia scientifica, e presenta i concetti fondamentali della meccanica newtoniana e della termodinamica. Lo studente acquisisce familiarità con i modelli di base della fisica classica e con le corrispondenti leggi, nonché con il ruolo che rivestono i principi di conservazione. Lo studente è in grado di applicare i concetti appresi alla risoluzione di semplici problemi mediante un'adeguata impostazione analitica.

### Inglese

The course introduces the scientific method and presents Newton's mechanics and thermodynamics. The student becomes familiar with the basic models of classical physics and, in particular, with such concepts as physical quantity, physical law, and conservation laws. The student is able to apply the above concepts to the solution of simple problems by means of appropriate analytical procedures.

#### 20801854 - FISICA II

### Italiano

Il corso ha lo scopo di fornire i metodi elementari per lo studio dei fenomeni oscillatori e ondulatori, con particolare attenzione alle onde elettromagnetiche e ai fenomeni ottici; lo studente acquisisce una visione unitaria dei differenti Fenomeni meccanici, elettrici, elettromagnetici.

### Inglese

The course provides methods for the study of elementary oscillatory phenomena, with particular reference to electromagnetic waves and optics; the student achieves a unitary vision of mechanical, electrical and electromagnetic phenomena.

#### 20840034 - FISICA TECNICA AMBIENTALE

### Italiano

Obiettivo del corso sarà fornire allo studente le competenze e gli strumenti necessari per valutare l'entità degli scambi di calore ed il bilancio energetico ambientale per le applicazioni di raffreddamento dei componenti elettronici e nell'isolamento e gestione termica degli edifici. Particolare attenzione sarà indirizzata ad analizzare i flussi termici e le modalità di propagazione in un sistema elettronico, un edificio o un territorio. L'obiettivo sarà monitorare e valutare l'efficienza termica ed energetica per individuare sprechi ed inefficienze ed identificare interventi di miglioramento e contribuire alla tutela dell'ambiente.

### Inglese

The aim of the course will be to provide the student with the skills and tools needed to evaluate the amount of heat exchange and the environmental energy balance for cooling applications of electronic systems and in the insulation and thermal management of buildings. Particular attention will be paid to analyzing heat flows and propagation methods in an electronic system, a building or a territory. The aim will be to monitor and evaluate thermal and energy efficiency to identify waste and inefficiencies and identify improvement interventions and contribute to environmental protection.

#### 20801857 - FONDAMENTI DI AUTOMATICA

### Italiano

Fornire le conoscenze metodologiche e operative per la modellistica, la simulazione e l'analisi del comportamento di sistemi fisici, con particolare riferimento a quelli descrivibili con modelli lineari e stazionari. Definire le strutture fondamentali di un sistema di controllo a controreazione e dare gli strumenti di base per la sua progettazione.

### Inglese

Develop an understanding of the elements of classical control theory. In particular understand: the concept of feedback and its properties; the concept of stability and stability margins; and the different tools that can be used to analyze the previous properties. Finally gain a working knowledge of the basic linear control design techniques.

#### 20810336 - FONDAMENTI DI FOTONICA

## Italiano

Il corso fornisce allo studente gli strumenti e le conoscenze che sono alla base delle applicazioni dell'ottica strumentale, della fotonica e della optoelettronica. In particolare, vengono introdotte tecniche per lo studio della diffrazione, dell'interferenza, della polarizzazione e della propagazione di campi luminosi nello spazio libero, attraverso sistemi ottici e in strutture guidanti o risonanti, con cenni ai processi di base per la generazione di radiazione laser.

## Inglese

The course provides the student with tools and knowledge that are the basis of the applications of instrumental optics, photonics and optoelectronics. In particular, techniques are introduced for the study of diffraction, interference, polarization and propagation of light fields in free space, through optical systems and in guiding or resonant structures, with hints on the basic processes for the generation of laser radiation.

### 20810536 - FONDAMENTI DI INFORMATICA

( FONDAMENTI DI INFORMATICA - 1°MODULO )

## Italiano

Fornire gli elementi di base della "cultura informatica" attraverso strumenti, metodologici e concettuali, efficaci e duraturi per affrontare in modo flessibile l'evoluzione tecnologica e il vasto mondo delle applicazioni. Obiettivi particolari sono: - introdurre l'Informatica come disciplina per la soluzione automatica di problemi; - esaminare i concetti di base della programmazione degli elaboratori elettronici; gli strumenti linguistici, le metodologie e le tecniche, in parte formali ed in parte pragmatiche, della programmazione e i relativi aspetti qualitativi dell'efficienza e della correttezza; - presentare le strutture di dati e alcuni algoritmi fondamentali. Al termine del corso gli studenti saranno in grado di affrontare un problema di programmazione in tutte le sue parti, ovvero: - comprendere, analizzare e formalizzare il problema; - progettare un algoritmo risolutivo; - implementare l'algoritmo nel linguaggio tecnico-scientifico Julia; - effettuare test di correttezza; - giudicare criticamente il programma in termini di leggibilità del codice e di efficienza, riusabilità e manutenibilità del programma.

## Inglese

Provide the basic elements of Computer Science, giving concepts, methods and tools to address the technological evolution and the large variety of applications. Particular objectives are: - introduce IT as a discipline for automatic problem solving; - examine the basic concepts of computer programming using methods and tools, partly formal and partly pragmatic, and taking into account the qualitative aspects of efficiency and correctness; - present the main data structures and algorithms. At the end, students will be able to face a programming problem in all its parts, namely by: - understanding, analyzing and formalizing the problem; - designing a solution algorithm; - implementing the algorithm in the Julia scientific language; - carrying out correctness tests; - critically judging the project in terms of code readability and efficiency, reusability, and maintainability.

### 20810536 - FONDAMENTI DI INFORMATICA

( FONDAMENTI DI INFORMATICA - 2°MODULO )

## Italiano

Fornire gli elementi di base della "cultura informatica" attraverso strumenti, metodologici e concettuali, efficaci e duraturi per affrontare in modo flessibile l'evoluzione tecnologica e il vasto mondo delle applicazioni. Obiettivi particolari sono: - introdurre l'Informatica come disciplina per la soluzione automatica di problemi; - esaminare i concetti di base della programmazione degli elaboratori elettronici; gli strumenti linguistici, le metodologie e le tecniche, in parte formali ed in parte pragmatiche, della programmazione e i relativi aspetti qualitativi dell'efficienza e della correttezza; - presentare le strutture di dati e alcuni algoritmi fondamentali. Al termine del corso gli studenti saranno in grado di affrontare un problema di programmazione in tutte le sue parti, ovvero: - comprendere, analizzare e formalizzare il problema; - progettare un algoritmo risolutivo; - implementare l'algoritmo nel linguaggio tecnico-scientifico Julia; - effettuare test di correttezza; - giudicare criticamente il programma in termini di leggibilità del codice e di efficienza, riusabilità e manutenibilità del programma.

## Inglese

Provide the basic elements of Computer Science, giving concepts, methods and tools to address the technological evolution and the large variety of applications. Particular objectives are: - introduce IT as a discipline for automatic problem solving; - examine the basic concepts of computer programming using methods and tools, partly formal and partly pragmatic, and taking into account the qualitative aspects of efficiency and correctness; - present the main data structures and algorithms. At the end, students will be able to face a programming problem in all its parts, namely by: - understanding, analyzing and formalizing the problem; - designing a solution algorithm; - implementing the algorithm in the Julia scientific language; - carrying out correctness tests; - critically judging the project in terms of code readability and efficiency, reusability, and maintainability.

### 20810335 - FONDAMENTI DI MISURE ELETTRICHE ED ELETTRONICHE

## Italiano

Acquisire i concetti di misurazione, misura e incertezza di misura, anche attraverso l'approccio statistico. Applicare criticamente detti concetti all'acquisizione, analisi, interpretazione di dati sperimentali, con particolare enfasi sulle grandezze elettriche ed elettroniche. Acquisire conoscenze di base sulla strumentazione elettrica e elettronica e sul suo uso in laboratorio.

### Inglese

Learn the basic concepts of measurement and uncertainty, also within a statistical approach. Critically apply those concepts to the acquisition, analysis and interpretation of experimental data, with particular emphasis on electrical and electronic quantities. Learn basic knowledge on electrical and electronic instruments, and on their use in the laboratory.

#### 20801685 - GEOMETRIA

### Italiano

Il corso ha come obiettivo quello di fornire una adeguata conoscenza degli aspetti metodologici e applicativi degli elementi di base dell'algebra lineare e della geometria per fornire allo studente una formazione versatile adatta all'interpretazione e alla descrizione di problemi connessi all'elettronica e alle telecomunicazioni.

### Inglese

The aim of the course is to show both the theoretical and the practical side of the basics in linear algebra and geometry. This will allow the student to obtain a flexible foundation well suited for describing, interpreting and solving problems connected with electronics and telecommunications

#### 20202021 - IDONEITA LINGUA - INGLESE

### Italiano

Lo studente deve acquisire un livello B2 di idoneità e di conoscenza linguistica relativamente alla lingua inglese. Tale idoneità verrà valutata per un numero di CFU pari a 3.

### Inglese

The student must acquire an B2 level of knowledge of the English language. This eligibility will be assessed for a number of CFU equal to 3.

#### 20810538 - LABORATORIO DI COMUNICAZIONI WIRELESS

### Italiano

Il corso descrive le caratteristiche fondamentali dei sistemi di telecomunicazioni wireless, sia nel dominio della radio frequenza (RF) che delle frequenze ottiche (OWC). A partire dalla teoria delle reti, verranno illustrate le metodologie più avanzate per l'analisi dei sistemi di telecomunicazioni wireless a RF, attraverso programmi di simulazione. Particolare interesse verrà dedicato alle reti WLAN e alle reti ad-hoc (MANET e VANET), a reti di sensori e UAV (Unmanned Aerial Vehicles). Per la parte dedicata all'Optical Wireless Communications, verrà studiato lo standard IEEE 802.15.7 per le comunicazioni nella banda del visibile (visible light communications) per applicazioni indoor e i modelli di canale del Free Space Optics per applicazioni outdoor.

### Inglese

The course introduces the main features of wireless telecommunication systems, both in the RF (Radio Frequency) and OWC (Optical Wireless Communications) domain. Starting from networking theory, the most advanced methodologies adopted for the analysis and assessment of wireless telecommunication systems will be investigated by means of simulation tools. Special interest will be given to WLAN systems and ad-hoc networks (MANET and VANET), as well as to sensor networks and UAV systems. About OWC, this course will focus on IEEE 802.15.7 standard dedicated to wireless communications in the visible light spectrum range (Visible Light Communications) for indoor applications, as well as channel models of Free Space Optics for outdoor applications.

#### 20802061 - LABORATORIO DI MULTIMEDIALITA'

### Italiano

Il corso avrà l'obiettivo di illustrare le metodologie più avanzate per la caratterizzazione ed il trattamento dei segnali multimediali. In particolare si approfondirà lo studio di segnali video e di immagini sia nel caso bidimensionale che in quello tridimensionale. Il corso sarà suddiviso in due parti: la prima per fornire agli studenti le conoscenze teoriche di base sugli strumenti per l'elaborazione dei segnali multimediali e sulla programmazione in Matlab, la seconda consiste in esperienze pratiche, di gruppo e individuali, sia su calcolatori che tramite dispositivi messi a disposizione degli studenti (Kinect, sistemi di restituzione 3D, webcam stereo). L'utilizzo in laboratorio di sistemi di acquisizione, elaborazione e restituzione, consentirà allo studente di ottenere le conoscenze di base per il progetto di sistemi di comunicazione multimediali efficaci in termini di qualità, del costo e della sicurezza. Il corso prevede seminari monografici dedicati ad approfondire esempi di applicazione dei segnali multimediali come e-learning, cinema, IP-tv e comunicazioni mobili.

## Inglese

The course aims at illustrating the more recent techniques for multimedia signal processing. Video signals and images will be analyzed in both bi-dimensional and tri-dimensional case. The course will be organized in two parts: in the first, the basics needed for multimedia signal processing and programming in Matlab will be presented to the students. In the second part practical experiences will be performed, both in individual and in group assignments, by using the tools available in the lab (Kinect, rendering 3D systems, stereo webcam). The possibility to use in the lab systems for acquiring, elaborating and rendering multimedia content, will allow the students to efficiently project and manage a multimedia system. The course will include dedicated seminars on practical applications of multimedia signals such as e-learning, cinema, IP-tv and mobile communications.

### 20810539 - LABORATORIO DI TECNOLOGIE ELETTRONICHE

## Italiano

Il corso mira ad approfondire le conoscenze di base acquisite nei precedenti studi di elettronica, applicandole alla progettazione e alla prototipazione di sistemi elettronici. Vengono introdotte le tecniche fondamentali di analisi e di verifica di circuiti elettronici per il condizionamento di segnali provenienti da sensori, per il controllo di attuatori e per la gestione dell'alimentazione. Inoltre, il corso punta a sviluppare abilità pratiche nell'analisi comportamentale dei circuiti mediante software di simulazione circuitale e nella loro verifica funzionale tramite strumentazione di laboratorio. Infine, il corso fornisce un'introduzione all'uso di software CAD per la realizzazione di circuiti stampati e la progettazione di componenti meccaniche adatte alla stampa 3D.

## Inglese

The course aims to deepen the basic knowledge acquired in previous electronics studies and apply it to the design and prototyping of electronic systems. Fundamental techniques for the analysis and verification of electronic circuits for sensor signal conditioning, actuator control and power management are introduced. Furthermore, the course aims to develop practical skills in the behavioral analysis of circuits using circuit simulation software and in their functional verification using laboratory instrumentation. Finally, the use of CAD software for the realization of printed circuit boards and the design of mechanical components suitable for 3D printing is introduced.

### 20810242 - METODI NUMERICI PER I CIRCUITI

## Italiano

E' obiettivo del corso fornire agli studenti la conoscenza sull'utilizzazione degli strumenti più moderni sia analitici sia numerici idonei all'analisi e alla sintesi di circuiti elettrici ed elettronici sia analogici sia digitali.

## Inglese

The aim of the course is to provide students with knowledge on the use of the most modern analytical and numerical instruments suitable for the analysis and the synthesis of electrical and electronic, both analog and digital, circuits.

### 20810243 - MISURE ELETTRICHE E ELETTRONICHE

## Italiano

La misurazione e la corretta analisi dei risultati di misura sono fondamentali in ogni attività industriale e di ricerca. L'insegnamento si innesta su conoscenze elementari di scienza delle misure già acquisiti, e si pone l'obiettivo di fornire alla studentessa e allo studente la capacità di saper applicare e di sviluppare le conoscenze pregresse a contesti più avanzati e complessi, per quanto attiene alle strategie di misura, alla strumentazione e alla valutazione delle incertezze. L'allieva e l'allievo vengono guidati, attraverso lo studio e l'applicazione di alcuni differenti metodi per la misura delle principali grandezze elettriche, a sviluppare capacità di confrontare criticamente complessità e risultati ottenibili da diverse strategie di misura. Particolare attenzione viene dedicata alle misure di grandezze legate alle applicazioni industriali e di sviluppo tecnologico.

## Inglese

The measurements and the correct analysis of the results are instrumental in every industrial or research activity. The course assumes previous basic knowledge of the measurement science. Aim of the course is to give to the student the capability to apply and develop the previous knowledge to more advanced and complex situations. In particular, the course aims at fostering the capability of the student to develop measuring strategies, choice of instrumentation, uncertainty evaluation. The student is guided toward the aim by the study and application of different methods for the measurement of the main electrical quantities, developing the capability to critically compare complexity and results that can be gained from different measuring strategies. In the practical examples the course focusses on the measurement of electrical quantities in industrial and technological applications.

### 20801976 - PROVA FINALE

## Italiano

La prova finale di laurea consiste nella redazione e discussione di un elaborato scritto relativo ad un progetto preparato dallo studente nell'ambito delle attività formative corrispondenti al suo indirizzo di studi, con la guida di un docente di riferimento ed eventualmente di un tutor aziendale.

### Inglese

The final project consists in drafting and discussing a written report relating to a project developed by the student as part of the training activities corresponding to his / her studies, with the guidance of a reference teacher and possibly of a company tutor.

#### 20810537 - SISTEMI DI TELECOMUNICAZIONI

### Italiano

Il corso ha l'obiettivo di descrivere le caratteristiche dei sistemi di telecomunicazioni, a partire dalla rete telefonica alle reti per dati a commutazione di pacchetto alle reti wireless. Verranno affrontati aspetti di prestazioni in funzione della qualità, del costo e della sicurezza dei servizi offerti. Nel corso sarà dato ampio spazio ai sistemi per la trasmissione di segnali multimediali. Saranno inoltre organizzate esercitazioni applicative per illustrare alcuni aspetti salienti dei nuovi sistemi di telecomunicazioni.

### Inglese

The course aims to outline the characteristics of telecommunications systems, from telephone networks to packet-switched data networks to wireless networks. The performance aspects in terms of quality, cost, and security of the services offered will be addressed. Multimedia signal transmission systems will be given significant coverage in the course. Additional lectures will also be given to demonstrate some salient aspects of new telecommunications systems practically.

#### 20810200 - SISTEMI DIGITALI INTEGRATI

### Italiano

L'insegnamento è mirato a rafforzare ed approfondire le conoscenze degli allievi nel settore dell'elettronica digitale. In particolare sarà data ampia rilevanza alle più recenti applicazioni dell'elettronica digitale, quali FPGA e ASIC. Verranno inoltre fornite le conoscenze di base sugli standard di comunicazione quali USB, Ethernet e LVDS.

### Inglese

The course aim is to improve the students' knowledge in digital electronics, from basic components to complex systems. Particular attention will be given to recent applications like FPGAS and ASICS and will be given basic knowledge about current digital communication standards such as USB, Ethernet and LVDS.

#### 20810334 - TEORIA DEI SEGNALI

### Italiano

Il corso ha lo scopo di fornire gli strumenti matematici e le metodologie necessarie per la caratterizzazione e l'analisi dei segnali sia deterministici che aleatori utilizzati al fine di inviare e/o memorizzare informazioni. Al termine del corso lo studente avrà acquisito le competenze necessarie per la rappresentazione dei segnali nel dominio del tempo e della frequenza nonché nozioni di base di teoria della probabilità, variabili aleatorie e dei processi aleatori.

### Inglese

The course aims to provide the mathematical tools and methodologies necessary for the characterization and analysis of both deterministic and random signals used in order to send and / or store information. At the end of the course the student will have acquired the necessary skills for the representation of signals in the time and frequency domain as well as basic notions of probability theory, random variables and random processes.

#### 20810248 - TIROCINIO

### Italiano

Lo studente dovrà svolgere un periodo di formazione e di orientamento detto tirocinio, volto a sperimentare e sviluppare le capacità tecniche e metodologiche acquisite nel corso degli studi, nonché ad agevolare le scelte professionali, mediante la conoscenza diretta del mondo del lavoro.

### Inglese

The student must carry out a period of training and orientation called internship, aimed at experimenting and developing the technical and methodological skills acquired during the studies, as well as facilitating professional choices, through the direct knowledge of the industrial reality

## DIDATTICA EROGATA 2025/2026

### Ingegneria elettronica (L-8 R)

Dipartimento: INGEGNERIA INDUSTRIALE, ELETTRONICA E MECCANICA

Codice CdS: 108602

#### INSEGNAMENTI

#### Primo anno

#### Primo semestre

##### 20810230 - ANALISI MATEMATICA I ( - MAT/05 - 12 CFU - 108 ore - ITA )

*Curricula: Curriculum unico*

**Docenti:**

Nominativo	Ore	Tipo incarico	Canale
TOLLI FILIPPO	81	Carico didattico	
Da assegnare	27	Bando	

##### 20810536 - FONDAMENTI DI INFORMATICA - 1°MODULO ( - ING-INF/05 - 6 CFU - 54 ore - ITA )

*Curricula: Curriculum unico*

**Docenti:**

Nominativo	Ore	Tipo incarico	Canale
DA LOZZO GIORDANO	54	Carico didattico	

##### 20810536 - FONDAMENTI DI INFORMATICA - 2°MODULO ( - ING-INF/05 - 3 CFU - 27 ore - ITA )

*Curricula: Curriculum unico*

**Docenti:**

Nominativo	Ore	Tipo incarico	Canale
DA LOZZO GIORDANO	27	Carico didattico	

##### 20801685 - GEOMETRIA ( - MAT/03 - 6 CFU - 54 ore - ITA )

*Curricula: Curriculum unico*

**Docenti:**

Nominativo	Ore	Tipo incarico	Canale
TURCHET AMOS	48	Carico didattico	
TURCHET AMOS	6	Affidamento di incarico retribuito	

#### Secondo semestre

##### 20802118 - ANALISI MATEMATICA II ( - MAT/05 - 6 CFU - 54 ore - ITA )

*Curricula: Curriculum unico*

**Mutuazioni:**

Dettaglio	Ore	Canale
<b>Mutuato da:</b> 20802118 ANALISI MATEMATICA II in Ingegneria Biomedica L-8 R NATALINI PIERPAOLO	54	

##### 20802116 - CHIMICA ( - CHIM/07 - 9 CFU - 81 ore - ITA )

**Curricula:** Curriculum unico

**Docenti:**

Nominativo	Ore	Tipo incarico	Canale
DE SANTIS SERENA	81	Carico didattico	

### 20810333 - FISICA I ( - FIS/03 - 12 CFU - 108 ore - ITA )

**Curricula:** Curriculum unico

**Docenti:**

Nominativo	Ore	Tipo incarico	Canale
SANTARSIERO MASSIMO	72	Carico didattico	
SANTARSIERO MASSIMO	36	Affidamento di incarico retribuito	

## Secondo anno

### Primo semestre

### 20810241 - ELETTROTECNICA ( - ING-IND/31 - 9 CFU - 72 ore - ITA )

**Curricula:** Curriculum unico

**Docenti:**

Nominativo	Ore	Tipo incarico	Canale
QUERCIO MICHELE	54	Affidamento di incarico retribuito	
QUERCIO MICHELE	18	Carico didattico	

### 20801854 - FISICA II ( - FIS/03 - 12 CFU - 96 ore - ITA )

**Curricula:** Curriculum unico

**Docenti:**

Nominativo	Ore	Tipo incarico	Canale
POMPEO NICOLA	72	Carico didattico	
POMPEO NICOLA	24	Affidamento di incarico retribuito	

### 20810334 - TEORIA DEI SEGNALI ( - ING-INF/03 - 12 CFU - 96 ore - ITA )

**Curricula:** Curriculum unico

**Docenti:**

Nominativo	Ore	Tipo incarico	Canale
CAMPISI PATRIZIO	96	Carico didattico	

### Secondo semestre

### 20801860 - CAMPI ELETTROMAGNETICI I ( - ING-INF/02 - 9 CFU - 72 ore - ITA )

**Curricula:** Curriculum unico

**Docenti:**

Nominativo	Ore	Tipo incarico	Canale
SCHETTINI GIUSEPPE	72	Carico didattico	

### 20801859 - ELETTRONICA I ( - ING-INF/01 - 9 CFU - 72 ore - ITA )

**Curricula:** Curriculum unico

**Docenti:**

Nominativo	Ore	Tipo incarico	Canale
COLACE LORENZO	72	Carico didattico	

**20801857 - FONDAMENTI DI AUTOMATICA ( - ING-INF/04 - 6 CFU - 48 ore - ITA )**

*Curricula: Curriculum unico*

**Docenti:**

Nominativo	Ore	Tipo incarico	Canale
GASPARRI ANDREA	48	Affidamento di incarico retribuito	

**20810335 - FONDAMENTI DI MISURE ELETTRICHE ED ELETTRONICHE ( - ING-INF/07 - 9 CFU - 72 ore - ITA )**

*Curricula: Curriculum unico*

**Docenti:**

Nominativo	Ore	Tipo incarico	Canale
ALIMENTI ANDREA	72	Carico didattico	

**Terzo anno**

**Primo semestre**

**20801983 - CAMPI ELETTROMAGNETICI II ( - ING-INF/02 - 6 CFU - 48 ore - ITA )**

*Curricula: Curriculum unico*

**Docenti:**

Nominativo	Ore	Tipo incarico	Canale
BILOTTI FILIBERTO	48	Carico didattico	

**20801986 - ELETTRONICA II ( - ING-INF/01 - 9 CFU - 72 ore - ITA )**

*Curricula: Curriculum unico*

**Docenti:**

Nominativo	Ore	Tipo incarico	Canale
DE IACOVO ANDREA	42	Carico didattico	
DE IACOVO ANDREA	30	Affidamento di incarico retribuito	

**20840034 - FISICA TECNICA AMBIENTALE ( - ING-IND/11 - 6 CFU - 48 ore - ITA )**

*Curricula: Curriculum unico*

**Docenti:**

Nominativo	Ore	Tipo incarico	Canale
SAPIA CARMINE	48	Carico didattico	

**20810336 - FONDAMENTI DI FOTONICA ( - FIS/03 - 6 CFU - 48 ore - ITA )**

*Curricula: Curriculum unico*

**Docenti:**

Nominativo	Ore	Tipo incarico	Canale
SANTARSIERO MASSIMO	48	Affidamento di incarico retribuito	

**20810242 - METODI NUMERICI PER I CIRCUITI ( - ING-IND/31 - 6 CFU - 48 ore - ITA )**

*Curricula: Curriculum unico*

**Docenti:**

Nominativo	Ore	Tipo incarico	Canale
RIGANTI FULGINEI FRANCESCO	48	Carico didattico	

**20810537 - SISTEMI DI TELECOMUNICAZIONI** ( - ING-INF/03 - 6 CFU - 48 ore - ITA )

*Curricula: Curriculum unico*

**Docenti:**

Nominativo	Ore	Tipo incarico	Canale
CARLI MARCO	48	Carico didattico	

**Secondo semestre**

**20802047 - ANTENNE PER COMUNICAZIONI MOBILI** ( - ING-INF/02 - 6 CFU - 48 ore - ITA )

*Curricula: Curriculum unico*

**Docenti:**

Nominativo	Ore	Tipo incarico	Canale
BARBUTO MIRKO	48	Carico didattico	N0

**20810005 - CHIMICA SPERIMENTALE** ( - CHIM/07 - 6 CFU - 48 ore - ITA )

*Curricula: Curriculum unico*

**Docenti:**

Nominativo	Ore	Tipo incarico	Canale
ORSINI MONICA	48	Carico didattico	

**20801857 - FONDAMENTI DI AUTOMATICA** ( - ING-INF/04 - 6 CFU - 48 ore - ITA )

*Curricula: Curriculum unico*

**Mutuazioni:**

Dettaglio	Ore	Canale
Mutuato da: 20801857 FONDAMENTI DI AUTOMATICA in Ingegneria elettronica L-8 R GASPARRI ANDREA	48	

**20810538 - LABORATORIO DI COMUNICAZIONI WIRELESS** ( - ING-INF/03 - 6 CFU - 48 ore - ITA )

*Curricula: Curriculum unico*

**Docenti:**

Nominativo	Ore	Tipo incarico	Canale
VEGNI ANNA MARIA	48	Carico didattico	

**20802061 - LABORATORIO DI MULTIMEDIALITA'** ( - ING-INF/03 - 6 CFU - 48 ore - ITA )

*Curricula: Curriculum unico*

**Docenti:**

Nominativo	Ore	Tipo incarico	Canale
CARLI MARCO	48	Carico didattico	N0

**20810539 - LABORATORIO DI TECNOLOGIE ELETTRONICHE** ( - ING-INF/01 - 6 CFU - 48 ore - ITA )

*Curricula: Curriculum unico*

**Docenti:**

Nominativo	Ore	Tipo incarico	Canale
SAVOIA ALESSANDRO STUART	48	Carico didattico	

**20810243 - MISURE ELETTRICHE E ELETTRONICHE ( - ING-INF/07 - 6 CFU - 48 ore - ITA )**

**Curricula:** Curriculum unico

**Docenti:**

Nominativo	Ore	Tipo incarico	Canale
LECCESE FABIO	48	Carico didattico	

**20810200 - SISTEMI DIGITALI INTEGRATI ( - ING-INF/01 - 6 CFU - 48 ore - ITA )**

**Curricula:** Curriculum unico

**Docenti:**

Nominativo	Ore	Tipo incarico	Canale
Da assegnare	48	Bando	

## INCARICHI DIDATTICI DEL CORSO DI LAUREA

Nominativo	Tot.Ore	Tipo incarico	Ore	Attività didattica
ALIMENTI ANDREA	72	Carico didattico	72	20810335 - FONDAMENTI DI MISURE ELETTRICHE ED ELETTRONICHE
BARBUTO MIRKO	48	Carico didattico	48	20802047 - ANTENNE PER COMUNICAZIONI MOBILI
BILOTTI FILIBERTO	48	Carico didattico	48	20801983 - CAMPI ELETTROMAGNETICI II
CAMPISI PATRIZIO	96	Carico didattico	96	20810334 - TEORIA DEI SEGNALI
CARLI MARCO	96	Carico didattico	48	20802061 - LABORATORIO DI MULTIMEDIALITA'
		Carico didattico	48	20810537 - SISTEMI DI TELECOMUNICAZIONI
COLACE LORENZO	72	Carico didattico	72	20801859 - ELETTRONICA I
DA LOZZO GIORDANO	81	Carico didattico	54	20810536 - FONDAMENTI DI INFORMATICA
		Carico didattico	27	20810536 - FONDAMENTI DI INFORMATICA
DE IACOVO ANDREA	72	Carico didattico	42	20801986 - ELETTRONICA II
		Affidamento di incarico retribuito	30	20801986 - ELETTRONICA II
DE SANTIS SERENA	81	Carico didattico	81	20802116 - CHIMICA
GASPARRI ANDREA	48	Affidamento di incarico retribuito	48	20801857 - FONDAMENTI DI AUTOMATICA
LECCESE FABIO	48	Carico didattico	48	20810243 - MISURE ELETTRICHE E ELETTRONICHE
ORSINI MONICA	48	Carico didattico	48	20810005 - CHIMICA SPERIMENTALE
POMPEO NICOLA	96	Carico didattico	72	20801854 - FISICA II
		Affidamento di incarico retribuito	24	20801854 - FISICA II
QUERCIO MICHELE	72	Carico didattico	18	20810241 - ELETTROTECNICA
		Affidamento di incarico retribuito	54	20810241 - ELETTROTECNICA
RIGANTI FULGINEI FRANCESCO	48	Carico didattico	48	20810242 - METODI NUMERICI PER I CIRCUITI
SANTARSIERO MASSIMO	156	Carico didattico	72	20810333 - FISICA I
		Affidamento di incarico retribuito	36	20810333 - FISICA I
		Affidamento di incarico retribuito	48	20810336 - FONDAMENTI DI FOTONICA
SAPIA CARMINE	48	Carico didattico	48	20840034 - FISICA TECNICA AMBIENTALE
SAVOIA ALESSANDRO STUART	48	Carico didattico	48	20810539 - LABORATORIO DI TECNOLOGIE ELETTRONICHE
SCHETTINI GIUSEPPE	72	Carico didattico	72	20801860 - CAMPI ELETTROMAGNETICI I
TOLLI FILIPPO	81	Carico didattico	81	20810230 - ANALISI MATEMATICA I
TURCHET AMOS	54	Carico didattico	48	20801685 - GEOMETRIA
		Affidamento di incarico retribuito	6	20801685 - GEOMETRIA
VEGNI ANNA MARIA	48	Carico didattico	48	20810538 - LABORATORIO DI COMUNICAZIONI WIRELESS
DOCENTE NON DEFINITO	156	Bando	27	20810230 - ANALISI MATEMATICA I
		Bando	48	20810200 - SISTEMI DIGITALI INTEGRATI
<b>Totale ore</b>	<b>1689</b>			

## CONTENUTI DIDATTICI

### 20810230 - ANALISI MATEMATICA I

**Docente:** TOLLI FILIPPO

#### Italiano

##### Prerequisiti

Algebra elementare, Geometria Analitica, Trigonometria, Logaritmi ed Esponenziali.

##### Programma

Campi. Numeri reali e complessi. Limiti. Serie numeriche. Continuità e derivabilità. Integrali. Polinomio di Taylor.

##### Testi

1) Bramanti, Pagani, Salsa: Analisi Matematica I. 2) Bertsh, Dall'aglio, Giacomelli: Epsilon 1. 3) Amar Bersani: Analisi Matematica I (esercizi e richiami di teoria). 4) Salsa Squellati: Esercizi di analisi Matematica I.

##### Bibliografia di riferimento

-

##### Modalità erogazione

Testi da definire

##### Modalità di valutazione

Prova scritta che si articola in 5 esercizi.

#### English

##### Prerequisites

Basic Algebra, Analytic Geometry, Trigonometry, Logarithms and Exponentials.

##### Programme

Fields. Real and complex numbers. Limits. Infinite Series. Continuity and differentiability. Integrals. Taylor's Polynomial.

##### Reference books

1) Bramanti, Pagani, Salsa: Analisi Matematica I. 2) Bertsh, Dall'aglio, Giacomelli: Epsilon 1. 3) Amar Bersani: Analisi Matematica I (esercizi e richiami di teoria). 4) Salsa Squellati: Esercizi di analisi Matematica I.

##### Reference bibliography

-

##### Study modes

-

##### Exam modes

-

### 20802118 - ANALISI MATEMATICA II

**Docente:** NATALINI PIERPAOLO

#### Italiano

##### Prerequisiti

Analisi Matematica 1

##### Programma

Equazioni differenziali del prim'ordine: Equazioni a variabili separabili; Equazioni lineari; Equazione di Bernoulli. Il teorema di esistenza e unicità (senza dimostrazione) per equazioni del prim'ordine. Equazioni differenziali del second'ordine: Teorema di esistenza e unicità (senza dimostrazione); equazioni lineari; La soluzione generale dell'omogenea; Il Wronskiano e le sue proprietà; un metodo per ottenere una soluzione dell'equazione omogenea, conoscendone un'altra; Equazioni differenziali omogenee a coefficienti costanti; Radici reali e distinte, radici reali e coincidenti, Radici complesse e coniugate; Ulteriori risultati sulle equazioni omogenee; L'equazione non omogenea; Il metodo della variazione dei parametri; Il metodo dei coefficienti indeterminati. Successioni e serie di funzioni; convergenza puntuale e uniforme; Criterio di Weierstrass; convergenza uniforme e continuità; Convergenza uniforme e integrazione; Convergenza uniforme e derivazione; Serie di potenze; Proprietà di convergenza; Criteri per la ricerca del raggio di convergenza; Integrazione e derivazione delle serie di potenze; Serie di Taylor; La serie binomiale; Valutazione di alcuni integrali attraverso serie di potenze; Le serie di Fourier. Integrazione per serie delle equazioni differenziali del second'ordine. La trasformata di Laplace; Proprietà con dimostrazione; Trasformate di integrali e derivate; Soluzioni di alcuni problemi di Cauchy; L'integrale di convoluzione; Ulteriori applicazioni. Funzioni di più variabili: generalità, limiti e continuità; derivate parziali; Valori estremi (classificazione dei punti critici); moltiplicatori di Lagrange.

##### Testi

A. Laforgia, Equazioni differenziali ordinarie, Accademica editrice A. Laforgia, Successioni e serie di funzioni, Accademica editrice

## Bibliografia di riferimento

A. Laforgia, Equazioni differenziali ordinarie, Accademica editrice A. Laforgia, Successioni e serie di funzioni, Accademica editrice

## Modalità erogazione

tradizionale

## Modalità di valutazione

esame scritto.

## English

### Prerequisites

Mathematical Analysis 1

### Programme

First order differential equations: Separate variable equations; Linear equations; Bernoulli's equation. The theorem of existence and uniqueness (without proof) for first order differential equations. 2nd order differential equations: Theorem of existence and uniqueness (without demonstration); Linear equations; The general solution of the homogeneous; Wronskiano and its properties; A method for obtaining a homogeneous equation solution, knowing another; homogeneous differential equations with constant coefficients: Real and distinct roots, real and coincident roots, complex and conjugated roots; Further results on homogeneous equations; The equation is not homogeneous; The method of changing the parameters; The method of indefinite coefficients. Sequences and series of functions; Punctual and uniform convergence; Criterion of Wierstrass; Uniform convergence and continuity; Convergence and Integration; Uniform convergence and derivation; Power Series; Convergence properties; Criteria for the search for the convergence radius; Integration and derivation of power series; Taylor Series; The binomial series; Evaluation of some integrals through power series; Fourier series. Integration by series of second order differential equations. Laplace's transformation; Demonstration property; Transformations of integral and derivative; Solutions to Some Cauchy Problems; The convolution integral; Additional applications. Functions of multiple variables: generality, limits and continuity; Partial derivatives; Extreme values (classification of critical points); Lagrange multipliers.

### Reference books

A. Laforgia, Equazioni differenziali ordinarie, Accademica editrice A. Laforgia, Successioni e serie di funzioni, Accademica editrice

### Reference bibliography

A. Laforgia, Equazioni differenziali ordinarie, Accademica editrice A. Laforgia, Successioni e serie di funzioni, Accademica editrice

### Study modes

-

### Exam modes

-

## 20802047 - ANTENNE PER COMUNICAZIONI MOBILI

Canale:N0

Docente: BARBUTO MIRKO

## Italiano

### Prerequisiti

Teoria dei Campi Elettromagnetici (Nozioni fondamentali sulle equazioni di Maxwell, la propagazione delle onde, le condizioni al contorno, e la radiazione elettromagnetica).

### Programma

Modulo 1: OVERVIEW DEI SISTEMI CELLULARI E CONCETTI DI ANTENNE o Introduzione ai sistemi di comunicazione cellulare (dalla prima generazione ai sistemi 5G e 6G). o Concetti di base della radiazione elettromagnetica (funzione di spazio libero di Green, dipolo di Hertz, near-field e far-field). o Concetti di base di antenne: una prospettiva storica, tipi di antenna, meccanismi di radiazione, distribuzione di corrente su antenne lineari. o Proprietà elettriche e radiative di antenne: intensità di radiazione, potenza irradiata, direttività, efficienza, guadagno, larghezza di fascio, polarizzazione, impedenza di ingresso, larghezza di banda, lunghezza efficace ed area efficace. o Formula di Friis. \_\_\_\_\_ Modulo 2: ANTENNE PER STAZIONI RADIO BASE o Introduzione alle sfide relative al progetto di antenne per stazioni radio base. o Panoramica delle antenne trasmettenti. Antenne omnidirezionali. Antenne a dipolo sottile e spesso. Proprietà elettriche e radiative di antenne dipolari. Dipoli a banda larga. Antenne direttive. Principio delle immagini ed uso dei riflettori. Antenne dipolari con riflettore. o Array di antenne: schiere di antenne uniformi per i pannelli della stazione base. Analisi e sintesi metodi dell'elemento antenna singola di un pannello di base. Esempi di progettazione di antenne a dipolo omnidirezionali e direttive per GSM 900/1800 e UMTS. o Diversità di spazio e diversità di polarizzazione. Reti formatrici di fascio per schiere di antenne. Inclinazione meccanica ed elettrica delle antenne. Antenne intelligenti ed adattative. \_\_\_\_\_ Modulo 3: ANTENNE PER TERMINALI MOBILI o Introduzione alle sfide relative al progetto di antenne per terminali mobili. o Panoramica di antenne per terminali mobili. o Antenne a microstriscia: concetti di base. Proprietà elettriche e radiative delle antenne a microstriscia. Analisi di antenne a microstriscia utilizzando il modello a linea di trasmissione. Tecniche di progettazione di antenne a microstriscia che lavorano in polarizzazione lineare, doppio-lineare e polarizzazione circolare. o Esempi di antenne a microstriscia per GSM 900/1800 e UMTS. Esempi di antenne a microstriscia per Bluetooth e Wi-Fi. Esempi di pannelli di antenne a microstriscia da utilizzare come stazione UMTS per interni e antenne per punti di accesso Wi-Fi. \_\_\_\_\_ Modulo 4: ANALISI, PROGETTAZIONE E MISURE DI ANTENNE (LABORATORIO) o Uso di simulatori software per l'analisi di antenne per stazioni radio-base e terminali mobili. Progettazione di array di antenne al computer. Misura di antenne e reverse engineering. \_\_\_\_\_ Modulo 5: CONCETTI AVANZATI DI ANTENNA PER SISTEMI MOBILI o Beam steering and reconfigurable antennas. o Metasurfaces and Vortex

theory, and their potential in mobile systems.

### Testi

Materiale didattico a cura del docente.

### Bibliografia di riferimento

1. Antenna Theory: Analysis and Design" by Constantine A. Balanis. 2. "Antennas and Propagation for Wireless Communication Systems" by Simon R. Saunders and Alejandro Aragón-Zavala.

### Modalità erogazione

Testi da definire

### Modalità di valutazione

La valutazione prevede una prova scritta composta da due domande sugli argomenti del corso e lo svolgimento di un progetto in itinere.

## English

### Prerequisites

Electromagnetic Field Theory (Basics of Maxwell's equations, wave propagation, boundary conditions, and radiation).

### Programme

Module 1: OVERVIEW OF CELLULAR SYSTEMS AND ANTENNA CONCEPTS o Introduction to cellular communication systems (from first-generation to 5G and 6G systems). o Basic concepts of electromagnetic radiation (free-space Green's function, Hertzian dipole, near-field and far-field). o Fundamental antenna concepts: a historical perspective, types of antennas, radiation mechanisms, current distribution on linear antennas. o Electrical and radiative properties of antennas: radiation intensity, radiated power, directivity, efficiency, gain, beamwidth, polarization, input impedance, bandwidth, effective length, and effective area. o Friis transmission formula. Module 2: ANTENNAS FOR BASE STATIONS o Introduction to challenges in base station antenna design. o Overview of transmitting antennas. Omnidirectional antennas. Thin and thick dipole antennas. Electrical and radiative properties of dipole antennas. Broadband dipoles. Directive antennas. Image principle and use of reflectors. Dipole antennas with reflector. o Antenna arrays: uniform antenna arrays for base station panels. Analysis and synthesis methods for the single antenna element of a base panel. Design examples of omnidirectional and directive dipole antennas for GSM 900/1800 and UMTS. o Space diversity and polarization diversity. Beamforming networks for antenna arrays. Mechanical and electrical tilt of antennas. Smart and adaptive antennas. Module 3: ANTENNAS FOR MOBILE TERMINALS o Introduction to challenges in mobile terminal antenna design. o Overview of antennas for mobile terminals. o Microstrip antennas: basic concepts. Electrical and radiative properties of microstrip antennas. Analysis of microstrip antennas using the transmission line model. Design techniques for microstrip antennas operating in linear, dual-linear, and circular polarization. o Examples of microstrip antennas for GSM 900/1800 and UMTS. Examples of microstrip antennas for Bluetooth and Wi-Fi. Examples of microstrip antenna panels used as indoor UMTS base stations and antennas for Wi-Fi access points. Module 4: ANTENNA ANALYSIS, DESIGN AND MEASUREMENTS (LAB) o Use of software simulators for the analysis of antennas for base stations and mobile terminals. Computer-aided design of antenna arrays. Antenna measurement and reverse engineering. Module 5: ADVANCED ANTENNA CONCEPTS FOR MOBILE SYSTEMS o Beam steering and reconfigurable antennas. o Metasurfaces and Vortex theory, and their potential in mobile systems.

### Reference books

Teaching material prepared by the professor.

### Reference bibliography

1. Antenna Theory: Analysis and Design" by Constantine A. Balanis. 2. "Antennas and Propagation for Wireless Communication Systems" by Simon R. Saunders and Alejandro Aragón-Zavala.

### Study modes

-

### Exam modes

-

## 20801860 - CAMPI ELETTROMAGNETICI I

**Docente:** SCHETTINI GIUSEPPE

## Italiano

### Prerequisiti

Il docente assume che il contenuto culturale dei Corsi relativi a semestri precedenti siano stati ben studiati e acquisiti.

### Programma

Richiami di analisi vettoriale. Vettori. Campi scalari e campi vettoriali. Operatori differenziali. Sistemi di coordinate curvilinee ortogonali. Funzione di Dirac. Campi irrotazionali e solenoidali. Cenni di analisi diadica. Equazioni fondamentali del campo elettromagnetico. Equazioni di Maxwell. Relazioni costitutive del mezzo. Condizioni al contorno. Classificazione dei problemi elettromagnetici. Teorema di Poynting. Teorema di unicità. Equazioni del campo elettromagnetico nel dominio della frequenza. Richiami sul metodo dei fasori e sulla Trasformata di Fourier. Vettori complessi. Relazioni costitutive e condizioni al contorno nel dominio della frequenza. Dielettrico dispersivo non polare. Teoremi di Poynting e di unicità nel dominio della frequenza. Onde piane. Equazione di Helmholtz. Potenziali elettrodinamici. Funzione d'onda. Onde piane nello spazio libero e loro caratteristiche di propagazione. Polarizzazione. Onde piane uniformi in un mezzo non dispersivo (senza o con dissipazione). Costanti secondarie del mezzo. Spettro di onde piane. Velocità di gruppo. Riflessione e rifrazione di onde piane. Incidenza normale. Incidenza obliqua. Linee di trasmissione. Equazioni delle linee di

trasmissione e loro soluzione. Impedenza, ammettenza e coefficienti di riflessione. Rapporto d'onda stazionaria. Studio della riflessione delle onde piane con il formalismo delle linee di trasmissione. Guide d'onda. Strutture a simmetria cilindrica. Linee di trasmissione associate alle onde TM, TE e TEM. Guide d'onda cilindriche metalliche. Problemi agli autovalori. Propagazione dei modi. Guide rettangolari. Campo elettromagnetico prodotto da assegnate correnti impresse. Problema deterministico. Funzioni di Green. Formulazione del problema. Funzione di Green per lo spazio libero. Soluzione generale e sue approssimazioni. Dipolo di Hertz. Nozioni di base sulle antenne. Le esercitazioni sono parte integrante del programma d'esame.

### Testi

G. Gerosa, P. Lampariello, "Lezioni di Campi elettromagnetici", Edizioni Ingegneria 2000, seconda edizione, 2006. Appunti dalle lezioni a cura del docente, disponibile su piattaforma telematica dell'Ateneo.

### Bibliografia di riferimento

F. Frezza "A Primer on electromagnetic fields", Springer, 2015 G. Franceschetti, "Electromagnetics. Theory, Techniques, and Engineering Paradigms", Ed: Kluwer Academic/Plenum Publishers, 1997 G. Conciauro, "Introduzione alle onde elettromagnetiche", Ed: Mc-Graw-Hill, 1993

### Modalità erogazione

Lezioni frontali, esercitazioni numeriche ed applicazioni a problemi didattici e a progetti.

### Modalità di valutazione

Viene offerta la possibilità di svolgere una prova in itinere a circa metà del corso. Qualora si superi tale prova si svolge un esame orale sul programma rimanente del corso.

### English

#### Prerequisites

It is assumed that all the cultural content of Courses relevant to previous semesters is truly known.

#### Programme

Remind of vectorial analysis. Vectors. Scalar and vectorial fields. Differential operators. Orthogonal curvilinear systems of coordinates. Dirac function. Non-rotational and solenoidal fields. Hints of dyadic analysis. Fundamental equations of the electromagnetic field. Maxwell's equations. Constitutive relations. Boundary conditions. Classification of electromagnetic problems. Poynting and uniqueness Theorems. Equations of the electromagnetic field in the frequency domain. Reminds on representation of sinusoidal time dependence and Fourier Transform methods. Complex vectors. Constitutive relations and boundary conditions in the frequency domain. Non-polar dispersive dielectric. Poynting's and uniqueness theorems in the frequency domain. Plane waves. Helmholtz equation. Electrodynamic potential functions. Wavefunction. Plane waves in free space and their propagation. Polarization. Uniform plane waves in a non-dispersive medium (with and without dissipation). Secondary constants. Plane-wave spectrum. Group velocity. Reflection and refraction of plane waves. Normal incidence. Oblique incidence. Transmission lines. Telegraphist's equations and their solution. Impedance, admittance and reflection coefficients. Standing wave ratio. Reflection of plane waves studied by means of transmission lines. Waveguides. Cylindrical symmetry. TM, TE, and TEM transmission lines. Metallic waveguides. Eigenvalue problems. Mode propagation. Rectangular waveguide. Electromagnetic field radiated by an assigned distribution of currents. Deterministic problem. Green's functions. Free space Green's function. General and approximate solutions. Hertz dipole. Basic notions on antennas. In class exercises are integral part of the Course.

#### Reference books

G. Gerosa, P. Lampariello, "Lezioni di Campi elettromagnetici", Edizioni Ingegneria 2000, seconda edizione, 2006. Slides from lessons, available on Roma Tre telematic platform.

#### Reference bibliography

F. Frezza "A Primer on electromagnetic fields", Springer, 2015 G. Franceschetti, "Electromagnetics. Theory, Techniques, and Engineering Paradigms", Ed: Kluwer Academic/Plenum Publishers, 1997 G. Conciauro, "Introduzione alle onde elettromagnetiche", Ed: Mc-Graw-Hill, 1993.

#### Study modes

-

#### Exam modes

-

## 20801983 - CAMPI ELETTROMAGNETICI II

**Docente:** BILOTTI FILIBERTO

### Italiano

#### Prerequisiti

Equazioni di Maxwell. Relazioni costitutive. Potenziali elettrodinamici. Linee di trasmissione. Propagazione di onde piane.

#### Programma

Parte I - Richiami di elettromagnetismo. Equazioni di Maxwell e condizioni al contorno. Notazione complessa e polarizzazione. Teoremi fondamentali. Potenziali vettori. Funzione di Green per lo spazio libero. Il dipolo di Hertz. Radiazione elettromagnetica. Onde piane uniformi e non uniformi. Velocità di fase e velocità di gruppo. Relazioni costitutive dei materiali e relativa classificazione (materiali isotropi, bi-isotropi, anisotropi, bi-anisotropi): materiali lineari e non lineari, omogenei e non omogenei, stazionari e non stazionari, locali e non locali, dispersivi e non dispersivi. Parametri costitutivi nel dominio della frequenza e del numero d'onda. Causalità e relazioni di Kramers-Kronig. Parte II - Linee di trasmissione. Introduzione alle linee di trasmissione. Equazioni delle linee di trasmissione e relative

soluzioni. Parametri primari e secondari delle linee di trasmissione. Coefficienti di riflessione e trasmissione. Rapporto d'onda stazionaria. Strategie di adattamento mediante stub. Carta di Smith e relative applicazioni. Parte III – Propagazione di onde piane. Propagazione di onde piane in mezzi illimitati lineari omogenei e stazionari. Equazione di dispersione. Autovalori e autovettori. Propagazione di onde piane in materiali uniassiali. Propagazione di onde piane in materiali biassiali. Propagazione di onde piane nella ferrite magnetizzata. Propagazione di onde piane in materiali chirali. Parte IV – Guide d'onda planari. Analisi dei modi guidati in una guida dielettrica planare asimmetrica. Analisi dei modi guidati in una guida dielettrica planare simmetrica. Analisi dei modi guidati in una guida dielettrica planare caricata su piano di massa. Plasmoni di superficie: analisi ed equazione di dispersione. Metodo della risonanza trasversa. Parte V – Guide d'onda metalliche. Introduzione alle microonde. Lo spettro elettromagnetico. Applicazioni. Decomposizione del campo elettromagnetico in componenti longitudinali e trasversali. Onde TE, TM, TEM. Guide d'onda aperte e chiuse. Proprietà delle guide d'onda (velocità di fase, velocità di gruppo, attenuazione, impedenza caratteristica, ecc.) Autovalori e autovettori. Guide rettangolari. Guide circolari. Guide coassiali. Linea in microstriscia.

### Testi

Appunti del docente. Altri libri con spunti di interesse sono elencati di seguito: Sergei Tretyakov, "Analytical Modeling in Applied Electromagnetics", Artech House. Landau and Lifshitz, "Electrodynamics of Continuous Media", 2nd Edition, Butterworth and Heinemann Ari Sihvola, "Electromagnetic Mixing Formulas and Applications", IET

### Bibliografia di riferimento

Altri libri con spunti di interesse sono elencati di seguito: Sergei Tretyakov, "Analytical Modeling in Applied Electromagnetics", Artech House. Landau and Lifshitz, "Electrodynamics of Continuous Media", 2nd Edition, Butterworth and Heinemann Ari Sihvola, "Electromagnetic Mixing Formulas and Applications", IET

### Modalità erogazione

Lezioni frontali sugli argomenti teorici. Esercitazioni su aspetti numerici e sperimentali.

### Modalità di valutazione

L'esame consiste in una prova orale (che in casi particolari si potrà tenere anche in forma scritta) che prevede due parti: una parte relativa agli argomenti teorici del corso ed una parte relativa agli aspetti numerici e sperimentali. Sono previste prove in itinere sia per la parte teorica sia per la parte numerica e sperimentale. Le prove in itinere per la parte numerica e sperimentale possono prevedere l'assegnazione di progetti di gruppo.

### English

#### Prerequisites

Maxwell's equations. Constitutive relations. Electrodynamic potentials. Transmission lines. Plane-wave propagation.

#### Programme

Part I – Basic concepts of electromagnetic field theory. Maxwell's equations and boundary conditions. Complex notation and polarization. Fundamental theorems. Vector potentials. Free-space Green's function. Hertz dipole. Radiation. Electromagnetic uniform/non-uniform waves. Phase and group velocity. Constitutive relations and material classification (bi-anisotropic, anisotropic, bi-isotropic, isotropic): linear/non-linear, homogeneous/non-homogeneous, stationary/non-stationary, local/non-local, dispersive/non-dispersive materials. Constitutive parameters in the frequency and wave-number domain. Causality and Kramers-Kronig relations. Part II – Transmission lines. Introduction to transmission lines. Transmission line equations and solutions. Primary and secondary parameters of transmission lines. Reflection and transmission coefficients. VSWR. Matching stubs and matching strategies. Smith's chart and its applications. Part III – Plane-wave propagation. Propagation of plane-waves in unbounded linear, homogeneous and stationary media. Dispersion equation. Eigenvalues and eigenvectors. Propagation of plane-waves in uniaxial materials. Propagation of plane-waves in bi-axial materials. Propagation of plane-waves in ferrites and chiral materials. Part IV – Planar waveguides. Analysis and guided modes of a planar asymmetric dielectric slab. Analysis and guided modes of a planar symmetric dielectric slab. Analysis and guided modes of a grounded dielectric slab. Surface plasmon polaritons: analysis and dispersion equation. Transverse resonance method. Part V – Metallic waveguides. Introduction to microwave engineering. The electromagnetic spectrum. Frequency bands and applications. Microwaves. Transverse-longitudinal field decomposition. TE, TM, TEM waves. Open and closed metallic and dielectric waveguides. Waveguide properties (phase velocity, group velocity, attenuation, characteristic impedance, etc.) Eigenvalues and eigenmodes. Rectangular waveguides. Circular waveguides. Coaxial waveguides. Microstrip line.

#### Reference books

Notes by the teacher. Other books of interest are listed below: Sergei Tretyakov, "Analytical Modeling in Applied Electromagnetics", Artech House. Landau and Lifshitz, "Electrodynamics of Continuous Media", 2nd Edition, Butterworth and Heinemann Ari Sihvola, "Electromagnetic Mixing Formulas and Applications", IET

#### Reference bibliography

Other books of interest are listed below: Sergei Tretyakov, "Analytical Modeling in Applied Electromagnetics", Artech House. Landau and Lifshitz, "Electrodynamics of Continuous Media", 2nd Edition, Butterworth and Heinemann Ari Sihvola, "Electromagnetic Mixing Formulas and Applications", IET

#### Study modes

-

#### Exam modes

-

## 20802116 - CHIMICA

**Docente:** DE SANTIS SERENA

### Italiano

#### Prerequisiti

Conoscenze matematiche di base (operazioni con potenze e logaritmi, risoluzione sistemi ed equazioni di secondo grado). Conoscenza delle principali unità di misura di massa, pressione, volume, temperatura e relativi fattori di conversione.

### Programma

Struttura atomica: orbitali atomici, atomi polielettronici e sistema periodico; legami chimici (covalente, dativo, ionico, a elettroni delocalizzati e metallico). Relazioni ponderali nelle reazioni chimiche; redox e numero di ossidazione Solidi: solidi metallici, ionici, molecolari e covalenti. Gas: legge del gas perfetto, pressioni parziali Termodinamica. Primo principio: concetti base (lavoro, calore, energia), funzioni di stato energia interna e entalpia, calori specifici. Secondo principio. Entropia: definizione classica ed interpretazione statistica, trasformazioni irreversibili, spontaneità delle trasformazioni (condizioni di equilibrio). Stato liquido, passaggi di stato e diagrammi di stato Equilibrio chimico: costante e leggi dell'equilibrio Proprietà delle soluzioni: misure di concentrazione, legge di Raoult e distillazione, proprietà colligative, elettroliti. Soluzioni di elettroliti forti e deboli. Acidi e Basi, pH; idrolisi salina; soluzioni tampone. Electrochimica

### Testi

Tro, CHIMICA Un approccio Molecolare, ED. EDISES oppure Schiavello - Palmisano FONDAMENTI DI CHIMICA, ED. EDISES oppure un qualunque testo di chimica generale, purchè di livello universitario.

### Bibliografia di riferimento

Testi da definire

### Modalità erogazione

Lezioni frontali con l'ausilio di supporto audio-video. Risoluzione guidata esercizi (lavagna).

### Modalità di valutazione

Prova scritta con esercizi numerici e quesiti teorici (domande a risposta aperta).

### English

### Prerequisites

Basic mathematical knowledge (operations with powers and logarithms, solving systems and equations of the second degree). Knowledge of the main units of mass, pressure, volume, temperature, and their conversion factors.

### Programme

Atom Structure: orbitals, poly-electron atoms, periodic table; covalent bond, delocalized bond. Mass relationship in chemical reactions; redox and oxidation number. Solids: metallic crystal, ionic crystal, molecular crystal, covalent crystal. Gases: the ideal gas law, partial pressures. Thermodynamics: nature and type of energy, the zero law of T.D., heat capacity, the first law of TD and Enthalpy, the second law of TD, entropy and free energy, equilibrium conditions. Liquids: phase change, phase diagrams. Chemical equilibrium: the equilibrium constant and the equilibrium law Properties of liquid solutions: concentration units, the Raoult law and distillation, colligative properties and freezing diagram, electrolytes. Solutions of strong and weak electrolytes. Acids and bases, pH; Salt hydrolysis; buffer solutions. Electrochemistry

### Reference books

Tro, CHEMISTRY. A Molecular Approach, Pearson ED. or any general chemistry text, as long as it is of university level.

### Reference bibliography

-

### Study modes

-

### Exam modes

-

## 20810005 - CHIMICA SPERIMENTALE

**Docente:** ORSINI MONICA

### Italiano

### Prerequisiti

### Programma

- Strumenti di uso comune in un laboratorio chimico e loro appropriato utilizzo: vetreria, imbuti per filtrazioni, sistemi prelievo liquidi, solidi.
- Il laboratorio chimico: metodologia esecuzione esperienze.
- Sicurezza e prevenzione in un laboratorio chimico: etichettatura reagenti chimici. Rischio fisico. Norme di comportamento. Gas compressi. Prevenzione e sicurezza.
- Cenni di calcolo incertezza delle misure in un laboratorio chimico
- Cenni di chimica organica
- Introduzione ai polimeri
- Tecniche di separazione miscele: cromatografia
- Titolazioni acido base
- Electrochimica: applicazioni
- Tecniche di analisi: Spettroscopia di risonanza magnetica nucleare NMR Spettroscopia infrarossa IR Spettroscopia di massa Spettroscopia UV-Vis

### Testi

Dispense e slides

### Bibliografia di riferimento

-----

## Modalità erogazione

Testi da definire

## Modalità di valutazione

La valutazione consiste nella redazione delle relazioni delle esperienze di laboratorio (obbligatorio) e da una prova orale

## English

### Prerequisites

### Programme

• The instruments commonly used in a chemical laboratory and their proper use. • Safety and prevention in a chemical laboratory • determining the uncertainty of a measurement • Basic concepts of organic chemistry • Introduction to polymers • Separation techniques: chromatography • Acid-base titrations • Electrochemistry: applications • NMR nuclear magnetic resonance spectroscopy • Infrared IR spectroscopy • Mass spectroscopy • UV-Vis spectroscopy

### Reference books

Lecture notes and slides

### Reference bibliography

### Study modes

-

### Exam modes

-

## 20801859 - ELETTRONICA I

**Docente:** COLACE LORENZO

## Italiano

### Prerequisiti

nessuna propedeuticità, è tuttavia consigliabile possedere conoscenze di analisi dei circuiti lineari

### Programma

Programma sintetico Introduzione all'elettronica. Principi di funzionamento e modelli della giunzione pn e dei transistori BJT e MOSFET. Polarizzazione dei transistori BJT e MOSFET. Configurazioni fondamentali. Amplificatori a singolo stadio e a più stadi. Amplificatore differenziale. Generatori di corrente. Carichi attivi. Comportamento in frequenza degli amplificatori. Porte logiche fondamentali e amplificatori in tecnologia NMOS e CMOS. Teoria della reazione e amplificatori controreazionati. Esempi di applicazioni dei più comuni circuiti analogici. Programma dettagliato Introduzione: breve storia dell'elettronica, classificazione dei segnali, convenzioni, approccio alla soluzione dei problemi, cenni teoria dei circuiti, spettro dei segnali, amplificatori, invertitori logici, variazioni dei parametri di progetto, precisione numerica. Cenni di teoria dei semiconduttori: semiconduttori e dispositivi elettronici, resistività di isolanti, semiconduttori e conduttori, legami covalenti e diagrammi a bande dei semiconduttori, banda proibita e concentrazione intrinseca, comportamento di elettroni e lacune nei semiconduttori, donori e accettori, controllo della popolazione di elettroni e lacune mediante drogaggio, correnti di deriva e diffusione, mobilità e velocità di saturazione, dipendenza della mobilità da drogaggio e temperatura. Diodi e circuiti a diodi: struttura e layout del diodo, elettrostatica della giunzione pn, regioni di funzionamento (diretta, inversa, e breakdown), modelli per la descrizione del diodo, analisi e progetto di circuiti a diodi, applicazioni (rettificatori, alimentatori, regolatori, convertitori). Transistor BJT: struttura del dispositivo, principio di funzionamento, caratteristiche corrente-tensione, il BJT come amplificatore, il BJT come interruttore, circuiti con BJT in continua, polarizzazione degli amplificatori a BJT, funzionamento per piccoli segnali e modelli, amplificatori a BJT singolo stadio. Regolatori di tensione discreti. Transistor MOSFET: struttura e principio di funzionamento dei MOSFET, regioni di funzionamento (triode, saturazione, cutoff), modello matematico e caratteristica i-v, circuiti a MOSFET in continua, polarizzazione degli amplificatori a MOSFET, il MOSFET come amplificatore e come interruttore, modelli e funzionamento per piccoli segnali, amplificatori MOS a singolo stadio, invertitori logici NMOS, CMOS. Amplificatori integrati: strategie di progetto di IC, confronto MOSFET – BJT, la polarizzazione nei circuiti integrati. Amplificatori CS e CE, amplificatori CG e CB, amplificatori CD e CC, amplificatori con due transistor. Amplificatori cascode. Amplificatore differenziale: coppia differenziale a MOSFET, funzionamento per piccoli segnali, coppia differenziale a BJT, caratteristiche non ideali, amplificatore differenziale con carico attivo. Porte logiche: Introduzione, famiglie logiche. Evoluzione inverter digitali. Inverter CMOS. Risposta in frequenza Metodi di analisi (esatti, Miller, costanti di tempo). Comportamento in bassa frequenza. Modelli di BJT e MOSFET in alta frequenza. Risposta in alta frequenza degli amplificatori. La retroazione: cenni sulla teoria della controreazione, classificazione, proprietà, esempi. Il problema della stabilità. Compensazione in frequenza.

### Testi

A.S. Sedra, K.C. Smith "Circuiti per la microelettronica" EDISES 5a edizione oppure A.S. Sedra, K.C. Smith "Circuiti per la microelettronica" EDISES 4a edizione +contenuti aggiuntivi su piattaforma e-learning Moodle

### Bibliografia di riferimento

nessuna

### Modalità erogazione

72 ore di lezioni frontali in aula + esercitazioni registrate

### Modalità di valutazione

La valutazione prevede una prova scritta e una prova orale (alla prova orale si accede solo superando quella scritta). In alternativa è possibile accedere alla prova orale con il superamento delle prove in itinere.

## English

### Prerequisites

no prerequisites, however a basic knowledge of linear circuits analysis is strongly suggested

### Programme

Course syllabus (short) Introduction to electronics. Principle of operation and models of: the pn junction, the bipolar junction transistor (BJT) and the metal-oxide-semiconductor field effect transistor (MOSFET). Biasing the BJT and the MOSFET. Single and multiple stage amplifiers. Differential amplifier. Current sources. Active loads. Frequency response of electronic amplifiers. Logic gates and amplifiers in NMOS and CMOS technology. Feedback theory and feedback amplifiers. Other applications of most common analog device circuits. Course syllabus (detailed) Introduction: a bit of history, classification of electronic signals, conventions, problem-solving approach, basic concepts from circuit theory, electronic amplifiers, logic inverters, element variation in circuit design, numeric precision. Solid state electronics: semiconductors and electronic devices, resistivity of insulators, conductors and semiconductors, covalent bonds and band diagrams, forbidden band, intrinsic concentration, electrons and holes in semiconductors, donors and acceptors, controlling carrier concentration with doping, drift and diffusion current, mobility and saturation velocity, temperature and doping dependence of mobility. Diodes and diode circuits: structure and layout, electrostatics of the pn junction, regions of operation (forward, reverse, breakdown), large and small signal models, analysis and design of diode circuits, applications (rectifiers, power supplies, regulators, DC-DC converters). Field effect transistor (MOSFET): structure and principle of operation, regions of operation (triode, saturation, cut-off), analytical model and i-v characteristics, DC MOSFET circuits, bias of MOSFET, the MOSFET as an amplifier and as a logic inverter, small signal equivalent circuits, single stage MOS amplifiers, MOSFET capacitances and frequency response, NMOS and CMOS logic inverters. Bipolar junction transistor (BJT): structure and principle of operation, regions of operation (active, inverse, saturation, cut-off), analytical model and i-v characteristics, DC BJT circuits, bias of BJT, the BJT as an amplifier and as a logic inverter, small signal equivalent circuits, single stage BJT amplifiers, BJT capacitances and frequency response, discrete voltage regulators. Integrated amplifiers: design concept of integrated circuits, MOSFET/BJT comparison, biasing integrated circuits, frequency response, CS and CE amplifiers, CG and CB amplifiers, the Cascode amplifier, CD and CC amplifiers. Differential amplifier: MOSFET differential pair, large and small signal operation, BJT differential pair, large and small signal operation, ideal/real differential amplifiers, active loaded differential amplifiers, frequency response. Logic gates: Introduction, logic families. Evolution of digital inverters. CMOS inverter. Feedback: basic concepts of feedback theory, classification of feedback circuits, properties, examples, stability and compensation. Sinusoidal oscillators: introduction to oscillators, the Barkhausen criteria, LC tuned oscillators (Colpitts and Hartley), crystal oscillators, design examples.

### Reference books

A.S. Sedra, K.C. Smith "Circuiti per la microelettronica" EDISES 5th edition or A.S. Sedra, K.C. Smith "Circuiti per la microelettronica" EDISES 4rd edition or A.S. Sedra, K.C. Smith "Microelectronic Circuits (5th edition or later) + additional contents on Moodle e-learning platform

### Reference bibliography

none

### Study modes

-

### Exam modes

-

## 20801986 - ELETTRONICA II

**Docente:** DE IACOVO ANDREA

## Italiano

### Prerequisiti

Elettronica analogica: - Diodi e circuiti a diodi - Transistor MOSFET e BJT: principi di funzionamento e modelli equivalenti

### Programma

ELETTRONICA ANALOGICA OpAmp: caratteristiche ideali ad anello aperto e retroazione negativa. Configurazioni invertente e non invertente. Alimentazione degli OpAmp. Saturazione. OpAmp a singola alimentazione. Generatori di tensione e corrente dc. Convertitori I-V. Amplificatori di corrente, differenziali e di misura. Filtri attivi: filtri del primo e secondo ordine. Configurazione Sallen-Key e Retroazione Multipla. Filtri di ordine superiore. Risposte di tipo Bessel, Butterworth e Chebyshev. Limitazioni statiche e dinamiche degli OpAmp: deviazioni dalla idealità di un OpAmp. Correnti di bias e di offset. Tensione di offset. Risposta in frequenza degli amplificatori operazionali. Amplificatori compensati e non compensati. Rise Time. Slew-rate. Stabilità e compensazione in frequenza: criteri di stabilità. Margine di fase. Tecniche di compensazione in frequenza. Circuiti non lineari e generatori di segnale: comparatori di tensione monolitici. Trigger di Schmitt. Generatori di segnali sinusoidali. Oscillatori a ponte di Wien e a sfasamento. Multivibratori. Il temporizzatore 555 e le sue applicazioni. ELETTRONICA DIGITALE Circuiti e dispositivi combinatori: variabili logiche, algebra booleana e funzioni booleane. Tavole della verità, Mappe di Karnaugh. Minimizzazione di funzioni booleane e loro rappresentazione a porte NAND in termini di SOP e a porte NOR in termini di POS. Temporizzazione delle uscite nei circuiti combinatori. Condizioni di indifferenza e minimizzazione. Progetto di circuiti combinatori con porte logiche. Circuiti di codifica e decodifica. Generazione di funzioni utilizzando decodificatori. Multiplexer e demultiplexer. Generazione di funzioni mediante multiplexer. Memorie a sola lettura ROM. Dispositivi logici programmabili PAL e PLA. Circuiti sequenziali: latch Set-Reset. Latch Set-Reset con clock. Flip flop Master-Slave. Flip flop J-K. Flip flop D. Edge triggered Flip-flop. Registri a scorrimento SISO, PIPO, SIPO e PISO. Scorrimento dei dati a destra, a sinistra e bidirezionale. Scorrimento ciclico, circolatore di 1 e di 0. Contatori binari asincroni: ripple Counter e divisori di frequenza. Contatori in avanti e all'indietro. Contatori bidirezionali. Contatori con modulo arbitrario. Contatori sincroni. Contatori ad anello. Conversione analogico-digitale. Teorema del campionamento. Convertitori SAR, Flash e sigma-delta.

## Testi

Design with operational amplifiers and analog integrated circuits, Sergio Franco Fundamentals of Electronics 3 : Discrete-Time Signals and Systems, and Quantized Level Systems, P. Muret Digital design from zero to one, J. Daniels Digital Systems Design, Vol. I, II, III, L. Massengale Digital electronics. Principles, devices and applications, A. Maini

## Bibliografia di riferimento

Testi da definire

## Modalità erogazione

Testi da definire

## Modalità di valutazione

La verifica dell'apprendimento avviene attraverso due modalità distinte, a scelta dello studente: a. Tre prove scritte intermedie e una prova orale. Ogni prova scritta è valutata in trentesimi. La valutazione finale tiene conto dei voti ottenuti nelle prove intermedie e dell'esito della prova orale. b. Una prova scritta ed una prova orale. La prova scritta è valutata in trentesimi; è necessario un voto pari o superiore a 18 per accedere alla prova orale. La valutazione finale tiene conto del voto ottenuto nella prova scritta e dell'esito della prova orale.

## English

### Prerequisites

Analog electronics: - Diodes and diode-based circuits - MOSFET and BJT transistors: working principles and equivalent models

### Programme

Analog Electronics OpAmp: open-loop ideal characteristics and negative feedback. Inverting and non-inverting configurations. OpAmp power supply. Output saturation. Single power supply OpAmps. DC voltage and current generators. I-V converters. Current amplifiers. Measurement and differential amplifiers. Active filters: first and second order filters. Sallen-Key and multiple feedback configurations. Higher order filters. Standard filter responses: Bessel, Butterworth and Chebyshev. Static and dynamic OpAmps limitations: OpAmps non-idealities. Bias and offset currents. Offset voltage. OpAmps frequency response. Compensated and non-compensated amplifiers. Rise-time and slew-rate. Stability and frequency compensation: stability criteria. Phase margin. Frequency compensation techniques. Nonlinear circuits and signal generators: monolithic voltage comparators. Schmitt's trigger. Harmonic signal generator. Wien's bridge and feedback oscillators. Multivibrators. 555 timer and its applications. Digital Electronics Combinational devices and circuits: logic variables, Boole's algebra and Boolean functions. Truth tables, Karnaugh's maps. Boolean function minimization and representation with NAND ports (SOP) and NOR ports (POS). Output timing in combinational circuits. Don't care conditions. Combinational circuits design with logic ports. Encoder and decoders. Function generation with decoders. Multiplexers and demultiplexers. Function generation with multiplexers. Read Only Memories. Programmable logic devices (PAL and PLA). Sequential circuits: Set-Reset latch. Set-Reset latch with clock. Master-Slave flip-flop. J-K flip-flop. D flip-flop. Edge triggered flip-flop. Shift registers (SISO, PIPO, SIPO, PISO). Right-shift, left-shift and bidirectional shift of binary data. Ring shift, 1 and 0 circulators. Asynchronous binary counters: ripple counter and frequency dividers. Forward and backward counters. Bidirectional counters. Arbitrary base counters. Synchronous counters. Ring counters. Analog-to-digital conversion. Sampling theorem. SAR, Flash and sigma-delta converters.

### Reference books

Design with operational amplifiers and analog integrated circuits, Sergio Franco Fundamentals of Electronics 3 : Discrete-Time Signals and Systems, and Quantized Level Systems, P. Muret Digital design from zero to one, J. Daniels Digital Systems Design, Vol. I, II, III, L. Massengale Digital electronics. Principles, devices and applications, A. Maini

### Reference bibliography

-

### Study modes

-

### Exam modes

-

## 20810241 - ELETTROTECNICA

**Docente:** Quercio Michele

## Italiano

### Prerequisiti

L'insegnamento è stato articolato in modo da fornire i concetti di base necessari. E' comunque importante padroneggiare bene i seguenti argomenti forniti nella scuola secondaria e/o negli insegnamenti di analisi matematica : \* regole di derivazione e integrazione \* equazioni differenziali \* numeri complessi \* concetti di base delle equazioni di Maxwell

### Programma

Elementi circuitali e componenti elettrici: bipoli. Nodi, rami e maglie. Leggi di Kirchhoff. Collegamenti in serie e in parallelo, nodi e maglie. Convenzioni dei generatori e degli utilizzatori. Passività, Linearità, tempo-invarianza, memoria. Potenza elettrica. Leggi costitutive dei bipoli passivi: resistore, induttore, capacitore, generatori ideali di tensione e di corrente, mutue induttanze, trasformatore ideale. Analisi di reti resistive: metodi generali dei nodi e delle maglie, Reti equivalenti. Metodi sistematici. Teorema di sostituzione. Teorema di sovrapposizione. Teorema di Thevenin-Norton. Reti RLC del primo e del secondo ordine. Risposta transitoria e permanente. Equazioni di stato. Analisi in regimi permanenti. Regime sinusoidale. Metodo dei fasori. Concetto di impedenza ed ammettenza nel dominio della frequenza. Potenza attiva, reattiva e complessa. Sistemi trifase simmetrici ed equilibrati. Potenza nei sistemi trifase. Rifasamento.

## Testi

Repetto M. | Leva S. Elettrotecnica 2022 | Città Studi Edizioni Isbn edizione digitale: 9788825175400 Isbn edizione a stampa: 9788825174489 Laudani, Riganti Quaderno di appunti di elettrotecnica. Esercizi sui circuiti elettrici Pigreco Edizioni Dispense del docente

## Bibliografia di riferimento

Testi da definire

## Modalità erogazione

Testi da definire

## Modalità di valutazione

Esame scritto

## English

## Prerequisites

The teaching has been structured in such a way as to provide the necessary basic concepts. It is however important to master well the following topics provided in secondary school and/or in mathematical analysis teachings: \* rules of derivation and integration \* differential equations \* complex numbers \* basic concepts of Maxwell's equations

## Programme

Circuit elements and electrical components: dipoles. Nodes, branches and meshes. Kirchhoff's laws. Series and parallel connections, nodes and meshes. Conventions of generators and users. Passivity, Linearity, time-invariance, memory. Electric power. Constitutive laws of passive dipoles: resistor, inductor, capacitor, ideal voltage and current generators, mutual inductances, ideal transformer. Analysis of resistive networks: general methods of nodes and meshes, Equivalent networks. Systematic methods. Substitution theorem. Superposition theorem. Thevenin-Norton theorem. First and second order RLC networks. Transient and steady-state response. Equations of state. Analysis in steady-state regimes. Sinusoidal regime. Phasor method. Concept of impedance and admittance in the frequency domain. Active, reactive and complex power. Symmetrical and balanced three-phase systems. Power in three-phase systems. Power factor correction.

## Reference books

Repetto M. | Leva S. Elettrotecnica 2022 | Città Studi Edizioni Isbn edizione digitale: 9788825175400 Isbn edizione a stampa: 9788825174489 Laudani, Riganti Quaderno di appunti di elettrotecnica. Esercizi sui circuiti elettrici Pigreco Edizioni Dispense del docente

## Reference bibliography

-

## Study modes

-

## Exam modes

-

## 20810333 - FISICA I

**Docente:** SANTARSIERO MASSIMO

## Italiano

### Prerequisiti

matematica di base

### Programma

Introduzione - Grandezze fisiche e unità di misura - Elementi di calcolo vettoriale Cinematica del punto materiale - Grandezze cinematiche nel moto rettilineo - Moto rettilineo uniformemente accelerato - Moto armonico semplice - Cinematica nel piano e nello spazio - Traiettoria del moto - Componenti tangenziale e normale dell'accelerazione - Moto parabolico - Moto circolare - Moti relativi Dinamica del punto - Principi della dinamica e leggi di Newton - Quantità di moto e impulso - Equilibrio e reazioni vincolari - Forza gravitazionale - Forza peso e moto dei gravi - Azione dinamica delle forze - Forze di attrito radente - Piano inclinato - Forza elastica e sistema massa-molla - Tensione dei fili - Applicazione ai moti circolari - Forza di attrito viscoso - Carica elettrica e forza di Coulomb - Il pendolo semplice - Sistemi di riferimento inerziali e non inerziali - Forze d'inerzia Lavoro ed energia - Lavoro e potenza - Lavoro di forza peso, forza elastica e di attrito radente - Teorema del lavoro e dell'energia cinetica. Applicazioni - Forze conservative. Energia potenziale - Forze centrali - Energia potenziale gravitazionale ed elettrostatica - Legge di conservazione dell'energia meccanica. Applicazioni - Condizioni di stabilità dell'equilibrio Dinamica dei sistemi di punti materiali - Sistemi di punti. Forze interne e forze esterne - Prima equazione cardinale della dinamica dei sistemi - Centro di massa e suo moto - Legge di conservazione della quantità di moto - Momento della forza e momento angolare - Seconda equazione cardinale della dinamica dei sistemi - Legge di conservazione del momento angolare - Teoremi di Koenig Dinamica del corpo rigido - Definizione di corpo rigido e sue proprietà - Corpi continui. Densità e centro di massa - Cinematica del corpo rigido. Velocità angolare - Dinamica del corpo rigido. Rotazioni intorno ad un asse fisso - Momento d'inerzia - Teorema di Huygens-Steiner - Pendolo composto - Moto di rotolamento - Equazioni di equilibrio di un corpo rigido Fenomeni d'urto  
- Urto fra due punti materiali  
- Urto elastico  
- Urto completamente anelastico  
- Urto anelastico

- Urti tra punti materiali e corpi rigidi Gravitazione - Forze centrali - La forza gravitazionale - Massa inerziale e massa gravitazionale - Campo gravitazionale - Energia potenziale gravitazionale Termodinamica - Cenni alla teoria cinetica dei gas perfetti - Temperatura e pressione - Sistemi e stati termodinamici - Equilibrio termodinamico - Lavoro meccanico e calore - Primo principio della termodinamica - Trasformazioni termodinamiche (adiabatiche, reversibili, irreversibili) - Capacità termica e calore specifico - Legge di stato dei gas perfetti - Calori specifici dei gas perfetti - Trasformazioni cicliche e ciclo di Carnot - Secondo principio della termodinamica - Teorema di Carnot - Teorema di Clausius - Entropia

### Testi

- P. Mazzoldi, M. Nigro, C. Voci, "Elementi di Fisica. Vol. I: Meccanica - Termodinamica", seconda edizione, Edises, Napoli Per alcuni argomenti si vedano anche le note pubblicate sul sito del corso, nella sezione "Complementi" Inoltre, per ulteriori approfondimenti, si consiglia: - R. P. Feynman, "La Fisica di Feynman", voll. 1 e 2 (disponibile gratuitamente in rete sul sito <http://feynmanlectures.info/>)

### Bibliografia di riferimento

Testi da definire

### Modalità erogazione

lezioni frontali

### Modalità di valutazione

prova scritta e orale

### English

### Prerequisites

basic mathematics

### Programme

Introduction - Physical quantities and units - Fundamentals on vector algebra Kinematics of a material point - Kinematics quantities in the rectilinear motion - Uniformly accelerated rectilinear motion - Simple harmonic motion - Kinematics in 2-D and 3-D - Motion trajectory - Tangential and normal components of acceleration - Parabolic motion - Circular motion - Relative motion Dynamics of a material point - Principles of Dynamics and Newton's laws - Momentum and Impulse - Equilibrium and constraint reaction forces - Gravitational force - Weight and motion under gravity - Forces and motion - Forces of dry friction - Inclined plane - Elastic force and mass-spring system - Tension force in ropes - Applications to circular motion - Viscous force - Electrical charge and Coulomb force - Simple pendulum - Inertial and non-inertial reference frames - Inertial forces Work and Energy - Work and power - Work of weight, elastic and dry friction forces - Work-energy theorem. Applications - Conservative forces. Potential energy - Central forces - Gravitational and electrostatic potential energies - Conservation of mechanical energy. Applications - Stability conditions for static equilibrium Dynamics of systems of material points - systems of material points. Internal and external forces - First cardinal equation for systems dynamics - Center of mass and its motion - Conservation of momentum - Moment of a force and angular momentum - Second cardinal equation for systems dynamics - Conservation of angular momentum - Koenig theorems Rigid body dynamics - Definition of rigid body and its properties - Continuous bodies. Density and center of mass - Rigid body kinematics. Angular velocity - Rigid body dynamics. Rotations around a fixed axis - Moment of inertia - Huygens-Steiner theorem - Compound pendulum - Rolling motion - Equilibrium for a rigid body Collisions - Collisions between two material points - Elastic, inelastic and totally inelastic collisions - Collisions between material points and rigid bodies Gravitation - Central forces - Gravity - Gravitational and inertial mass - Gravitational potential energy Thermodynamics - Kinetic theory of ideal gases (brief notes) - Temperature and pressure - Thermodynamic systems and states - Thermodynamic equilibrium - Mechanical work and heat - First law of thermodynamics - Thermodynamic processes (adiabatic, reversible, irreversible) - Heat capacity and specific heat - Ideal gas law - Specific heat of ideal gases - Cyclic processes and the Carnot cycle - Second law of thermodynamics - Carnot's theorem - Clausius theorem - Entropy

### Reference books

- P. Mazzoldi, M. Nigro, C. Voci, "Elementi di Fisica. Vol. I: Meccanica - Termodinamica", seconda edizione, Edises, Napoli Notes on selected arguments are also available on the course website, under the section "Complementi" For further studies, the following is suggested: - R. P. Feynman, "La Fisica di Feynman", volumes 1 and 2 (freely available at <http://feynmanlectures.info/>)

### Reference bibliography

-

### Study modes

-

### Exam modes

-

## 20801854 - FISICA II

**Docente:** POMPEO NICOLA

### Italiano

### Prerequisiti

Buona conoscenza dei contenuti dei corsi di primo anno di Analisi Matematica I, Fisica I, Geometria e Analisi Matematica II.

### Programma

Campo elettrico nel vuoto - Legge di Coulomb e carica elettrica. - Conservatività e potenziale elettrostatico. Energia elettrostatica. - Conservatività in forma differenziale: gradiente e rotore di un campo vettoriale. - Il dipolo elettrostatico. - Flusso di un campo vettoriale.

Teorema di Gauss. Divergenza di un campo vettoriale. - Equazioni di Poisson e Laplace. Campo elettrico e materia - Conduttori in elettrostatica. Teorema di Coulomb. Gabbia di Faraday. - Condensatori. Densità di energia del campo elettrostatico. Collegamento in serie e in parallelo. - Elettrostatica dei dielettrici. Cariche di polarizzazione. Costante dielettrica. Corrente elettrica in continua - Conduzione elettrica. Densità di corrente. - Equazione di continuità. Correnti elettriche stazionarie. Campi solenoidali. - Velocità di deriva e termica in un conduttore. Resistenza elettrica e legge di Ohm. - Forza elettromotrice e generatori di tensione. - Reti elettriche in continua. Le leggi di Kirchhoff. Campo magnetico nel vuoto - Proprietà del campo magnetostatico. Forza di Lorentz. Legge di Biot-Savart. Legge di Ampère. - Forza su conduttori immersi in campi magnetici. Dipolo magnetico. - Moto di cariche in campi elettrici e magnetici. - Equazioni di Maxwell nel caso stazionario. Campo magnetico e materia - Proprietà magnetiche della materia. Equazioni fondamentali della magnetostatica. Induzione elettromagnetica - Esperimenti di Faraday. Legge dell'induzione elettromagnetica. - Applicazioni della legge di Faraday. - Auto e mutua induzione. Energia magnetica. - Tensioni e correnti alternate. - Condensatori e induttanze nei circuiti in corrente alternata. Circuiti RLC. Risonanza. - Equazione di Ampere-Maxwell. - Leggi del campo elettromagnetico. Propagazione del campo elettromagnetico - Equazioni di Maxwell nello spazio libero: campi elettromagnetici in propagazione. - Onde piane. Onde sferiche. Legge di conservazione dell'energia. - Vettore di Poynting. Effetto Joule e vettore di Poynting. L'impulso del campo elettromagnetico. Pressione di radiazione. - Riflessione. Rifrazione. Ottica geometrica e strumenti ottici (cenni) - Interferenza. Diffrazione. Radiazione e materia - Radiazione da corpo nero. - Effetto fotoelettrico. - Primi modelli atomici. Righe spettrali. - Dualità onda-particella (cenni).

## Testi

P. Mazzoldi, M. Nigro, C. Voci, "Fisica Vol. II: Elettromagnetismo e Onde", terza edizione, Edises, Napoli (\*) Per alcuni argomenti si vedano anche le note pubblicate sul sito del corso

## Bibliografia di riferimento

Per ulteriori approfondimenti si consiglia: - R. P. Feynman, "La Fisica di Feynman", voll. 1 e 2 (disponibile gratuitamente in rete sul sito <http://feynmanlectures.info/>)

## Modalità erogazione

Didattica in presenza

## Modalità di valutazione

L'esame consta di una prova scritta, costituita da quesiti a risposta chiusa, problemi a svolgimento aperto e domande di teoria a risposta aperta, e di un colloquio orale.

## English

### Prerequisites

Good familiarity with the topics of first year courses Analisi Matematica I, Fisica I, Geometria e Analisi Matematica II.

### Programme

Electric field in vacuum - Coulomb's law and electric charge. - The conservative nature of electric fields. Electrostatic potential. - Gradient and curl - The electrostatic dipole. - Flux of a vector field. Gauss theorem. Divergence of a vector field. - Poisson's and Laplace's equations. Electric field and matter - Conductors. Coulomb's theorem. Faraday cage. - Capacitors. Energy density of the electrostatic field. Series and parallel connection. - Electrostatics of dielectrics. Polarization charges. Permittivity. Direct electric current - Electric conduction. Current density. - Continuity equation. Stationary electric currents. Solenoidal fields. - Drift and thermal velocity in a conductor. Electric resistance and Ohm's law. - Electromotive force and electric generators. - Electrical circuits in dc. Kirchhoff's laws. Magnetic field in vacuum - Properties of the magnetostatic field. Lorentz force. Biot-Savart law. Ampère's law. - Force on conductors in magnetic fields. Magnetic dipole. - Motion of charges in electric and magnetic fields. - Maxwell's equations in the stationary case. Magnetic field and matter - Magnetic properties of matter. Fundamental equations of magnetostatics. Electromagnetic induction - Faraday's experiments. Law of electromagnetic induction. - Applications of Faraday's law. - Self and mutual induction. Magnetic energy. - Alternating voltages and currents. - Capacitors and inductances in alternating current circuits. RLC circuits. Resonance. - Ampere-Maxwell equation. - Laws of the electromagnetic field. Propagation of the electromagnetic field - Maxwell's equations in free space: propagating electromagnetic fields. - Plane waves. Spherical waves. The energy conservation law. - Poynting vector. Joule effect and Poynting vector. Momentum of the electromagnetic field. Radiation pressure. - Reflection. Refraction. Geometrical optics and optical instruments (brief notes) - Interference. Diffraction. Radiation and matter - Black-body radiation. - Photoelectric effect. - Early models of the atom. Spectral lines. - Wave-particle duality (brief notes).

### Reference books

P. Mazzoldi, M. Nigro, C. Voci, "Fisica Vol. II: Elettromagnetismo e Onde", terza edizione, Edises, Napoli (\*) Notes on selected arguments are also available on the course website

### Reference bibliography

For further studies the following is suggested: - R. P. Feynman, "La Fisica di Feynman", volumes 1 and 2 (freely available at <http://feynmanlectures.info/>)

### Study modes

-

### Exam modes

-

## 20840034 - FISICA TECNICA AMBIENTALE

**Docente:** SAPIA CARMINE

## Italiano

### Prerequisiti

Nessuno

## Programma

Richiami sulla natura del calore. Calore e temperatura Capacità termica. Calore specifico. Conduzione: generalità sui campi termici, fenomenologia della conduzione. Postulato ed equazione di Fourier in coordinate cartesiane e cilindriche. Esempi di soluzioni esatte: lastra piana e multi-strato in regime stazionario. Strato cilindrico. Raggio critico di isolante. Regime periodico stabilizzato. Mezzo semi-infinito con variazione a gradino della temperatura. Irraggiamento: generalità sulla radiazione elettromagnetica. Proprietà dei corpi come ricevitori e come emettitori di energia radiante Leggi di emissione del corpo nero. Corpi grigi, corpi selettivi, cavità di corpi neri e di corpi grigi. Effetto serra e conseguenze ambientali. Scambi di calore per irraggiamento. Fattori di vista. schermi alla radiazione. Convezione: moto di fluidi in presenza di pareti solide a diversa temperatura. Strato limite. Moto laminare e turbolento. Convezione naturale e forzata. Analisi dimensionale e metodo degli indici. Parametri adimensionali e loro significato fisico. Riscaldamento e raffreddamento di un corpo omogeneo. Alette di raffreddamento. Problemi di isolamento e gestione termica degli edifici. Problemi di dissipazione del calore in componenti elettronici.

## Testi

Barducci, I., Trasmissione del calore, Editoriale Esa, Milano, 1989. Badagliacca, A., Fondamenti di trasmissione del calore, Aracne, Roma, 1997. Per approfondimenti: Cengel, Y. A., Termodinamica e trasmissione del calore, Mcgraw-Hill, Milano, 2nd Ed., 2005. Kreith, F., Principi di trasmissione del calore, Liguori Editore, Napoli, 1975.

## Bibliografia di riferimento

-

## Modalità erogazione

Testi da definire

## Modalità di valutazione

Prova scritta

## English

## Prerequisites

None

## Programme

Overview and introduction on the nature of heat. Heat and temperature. Heat capacity. Specific heat. Heat Conduction: thermal fields, thermal conduction phenomena. Fourier: postulate and equation in Cartesian and cylindrical coordinate systems. Examples of analytical solutions Flat, single and multi, layer steady-state conduction. Cylindrical layer. Critical radius of insulation. Stabilized periodic regime. Semi-infinite layer with step temperature changes Radiation Heat Transfer: overview about electromagnetic radiation. Properties of bodies as receivers and as emitters of radiation Black body emission laws. Gray bodies, selective bodies, cavities. View factors. Radiation shields. Greenhouse effect and environmental energy balance Convection Heat Transfer Fluid motion between layers at different temperatures. Boundary layer. Laminar and turbulent fluid motion. Natural and forced convection. Dimensional analysis and method of indices. Dimensionless parameters and their physical meaning. Heating and cooling of an homogeneous body. Insulation and thermal management of buildings Heat sinks. Examples of heat transfer in electronic systems.

## Reference books

Barducci, I., Trasmissione del calore, Editoriale Esa, Milano, 1989. Badagliacca, A., Fondamenti di trasmissione del calore, Aracne, Roma, 1997. more Cengel, Y. A., Termodinamica e trasmissione del calore, Mcgraw-Hill, Milano, 2nd Ed., 2005. Kreith, F., Principi di trasmissione del calore, Liguori Editore, Napoli, 1975.

## Reference bibliography

-

## Study modes

-

## Exam modes

-

## 20801857 - FONDAMENTI DI AUTOMATICA

**Docente:** GASPARRI ANDREA

## Italiano

## Prerequisiti

Non è richiesto nessun prerequisito

## Programma

Concetti fondamentali Utilità dei controlli automatici. Controllo in avanti e in controreazione. Schemi a blocchi strutturali. Modelli matematici di sistemi dinamici. Classificazione dei sistemi (linearità, stazionarietà, ecc.). Il concetto di stato. Analisi dei sistemi lineari e stazionari Trasformate di Laplace e loro proprietà; antitrasformazione di funzioni razionali. Descrizione ingresso-uscita di un sistema dinamico. Funzione di Trasferimento. Integrale di convoluzione. Risposte a segnali canonici. Suddivisione della risposta in risposta libera e forzata, risposta transitoria e permanente. Modi propri di evoluzione. Stabilità BIBO dei sistemi. Criterio di stabilità di Routh. Schemi a blocchi funzionali e loro manipolazione. Risposta armonica Definizione. Legami con le risposte canoniche. Rappresentazioni grafiche (Diagrammi di Nyquist, Bode, Nichols). Analisi dei sistemi a controreazione Derivazione della risposta a ciclo chiuso da quella a

ciclo aperto. Criteri di stabilità di Nyquist e Bode. Margini di guadagno e fase. Comportamento a regime: classificazione in tipi, coefficienti generalizzati di errore. Sensibilità alle variazioni parametriche. Sintesi dei sistemi di controllo Il problema delle specifiche. Legami globali. Specifiche tipiche ad anello chiuso ed aperto. Regolatori standard. Reti di correzione e loro impiego. Sintesi per tentativi.

### Testi

Testo Principale Roberto Vitelli, Massimiliano Petternella, Fondamenti di Automatica, Edizioni Efesto Roberto Vitelli, Massimiliano Petternella, Fondamenti di Automatica, Edizioni Scientifiche Siderea Altri Testi Consigliati Giovanni Marro, Controlli Automatici, quarta edizione 1997, Zanichelli.

### Bibliografia di riferimento

N.A.

### Modalità erogazione

Svolgimento Tradizionale

### Modalità di valutazione

Prova Scritta

### English

### Prerequisites

No prerequisites required

### Programme

Basic Concepts Automatic control usefulness. Feedforward and feedback control. Block diagram. Mathematical models for dynamical systems. Systems taxonomy (linearity, stationarity, etc.). State definition. Linear and Stationary System Analysis Laplace transform and its properties. Inverse Laplace transform by partial-fraction expansion. Input-Output model of dynamical systems. Transfer function. Convolution. First- and Second-Order System Response. Natural response and forced response. Transient response and steady-state. Modes of the system. BIBO stability. Routh criterion for stability. Block diagram and their algebra. Frequency Response Definitions. Impulse Response. Step Response. Bode plot techniques. Nyquist plot techniques. Nichols plot techniques. Feedback Systems Analysis Closed-loop stability from open-loop frequency response. Nyquist stability criterion. Stability margins. Steady-state tracking and system type. Closed-Loop Frequency Response Design relations. PID Controller. Lead Compensator. Lag Compensator.

### Reference books

Main Textbook Roberto Vitelli, Massimiliano Petternella, Fondamenti di Automatica, Edizioni Efesto Roberto Vitelli, Massimiliano Petternella, Fondamenti di Automatica, Edizioni Scientifiche Siderea Additional Textbook Giovanni Marro, Controlli Automatici, quarta edizione 1997, Zanichelli.

### Reference bibliography

N.A.

### Study modes

-

### Exam modes

-

## 20810336 - FONDAMENTI DI FOTONICA

**Docente:** SANTARSIERO MASSIMO

### Italiano

### Prerequisiti

analisi matematica; fondamenti di meccanica e di elettromagnetismo

### Programma

- Richiami sulle onde - Polarizzazione della luce - Propagazione, interferenza, riflessione di onde e.m. piane - Propagazione e diffrazione di campi luminosi - Sistemi ottici e spettroscopi - Fasci gaussiani - Risonatori ottici - Cenni sui laser - Ottica guidata

### Testi

- P. Mazzoldi, M. Nigro, C. Voci, "Elementi di Fisica, vol. 2", II edizione, EdiSES (2008) - F. Gori, "Elementi di Ottica", ed. Accademica (1995) - Materiale didattico fornito dal docente

### Bibliografia di riferimento

Testi da definire

### Modalità erogazione

lezioni frontali

### Modalità di valutazione

Prova scritta con domande di teoria e eventuale prova orale

### English

### Prerequisites

calculus; fundamentals of mechanics and electromagnetics

### Programme

- Preliminaries on waves - Polarization of light - Propagation, interference, reflection of e.m. plane waves - Propagation and diffraction of light fields - Imaging systems and spectrometers - Gaussian beams - Optical resonators - Remarks on Lasers - Guided waves

### Reference books

- P. Mazzoldi, M. Nigro, C. Voci, "Elementi di Fisica, vol. 2", II edizione, EdiSES (2008) - F. Gori, "Elementi di Ottica", ed. Accademica (1995) - Notes provided by the teacher

### Reference bibliography

-

### Study modes

-

### Exam modes

-

## 20810536 - FONDAMENTI DI INFORMATICA

( FONDAMENTI DI INFORMATICA - 1°MODULO )

**Docente:** DA LOZZO GIORDANO

### Italiano

#### Prerequisiti

Il corso non richiede alcun prerequisito.

#### Programma

\*Concetti di base\* Problemi, algoritmi e programmi Architettura dei calcolatori Linguaggi e Compilazione Stile e convenzioni I/O, variabili e costanti \*Operazioni\* Rappresentazione dell'informazione Aritmetica binaria Tipi di dato Espressioni Algebra booleana \*Strutture di controllo\* Selezione Iterazione Funzioni \*Strutture dati\* Array Stringhe Matrici Insiemi Strutture \*Concetti avanzati\* Ambienti di sviluppo integrati Ricorsione Errori Librerie File

#### Testi

A. Bellini, A. Guidi, "Linguaggio C. Una guida alla programmazione con elementi di Python", VI Edizione, McGraw-Hill.

#### Bibliografia di riferimento

Testi da definire

#### Modalità erogazione

Lezioni ed esercitazioni in aula (salvo in periodi di emergenza sanitaria). La frequenza non è obbligatoria, ma è fortemente consigliata.

#### Modalità di valutazione

Le valutazioni consistono in una prova scritta composta da esercizi di programmazione, esercizi su algebra di Boole, aritmetica binaria e analisi dati, domande a risposta multipla, domande teoriche riguardanti il programma del corso da svolgersi in laboratorio.

### English

#### Prerequisites

The course does not require any prerequisite.

#### Programme

\* Basic concepts \* Problems, algorithms, and programs Computer architecture Languages and Compilation Style and conventions I / O, variables and constants \* Operations \* Information representation Binary arithmetic Types of data Expressions Boolean algebra \* Control structures \* Selection Iteration Functions \* Data structures \* Array Strings Matrices Structs \* Advanced concepts \* Integrated development environments Recursion Errors Libraries File

#### Reference books

A. Bellini, A. Guidi, "Linguaggio C. Una guida alla programmazione con elementi di Python", VI Edizione, McGraw-Hill.

#### Reference bibliography

-

#### Study modes

-

#### Exam modes

-

## 20810536 - FONDAMENTI DI INFORMATICA

( **FONDAMENTI DI INFORMATICA - 2°MODULO** )

**Docente:** DA LOZZO GIORDANO

## Italiano

### Prerequisiti

Il corso non richiede alcun prerequisito.

### Programma

\*Concetti di base\* Problemi, algoritmi e programmi Architettura dei calcolatori Linguaggi e Compilazione Stile e convenzioni I/O, variabili e costanti \*Operazioni\* Rappresentazione dell'informazione Aritmetica binaria Tipi di dato Espressioni Algebra booleana \*Strutture di controllo\* Selezione Iterazione Funzioni \*Strutture dati\* Array Stringhe Matrici Insiemi Strutture \*Concetti avanzati\* Ambienti di sviluppo integrati Ricorsione Errori Librerie File

### Testi

A. Bellini, A. Guidi, "Linguaggio C. Una guida alla programmazione con elementi di Python", VI Edizione, McGraw-Hill.

### Bibliografia di riferimento

Testi da definire

### Modalità erogazione

Lezioni ed esercitazioni in aula (salvo in periodi di emergenza sanitaria). La frequenza non è obbligatoria, ma è fortemente consigliata.

### Modalità di valutazione

Le valutazioni consiste in una prova scritta composta da esercizi di programmazione, esercizi su algebra di Boole, aritmetica binaria e analisi dati, domande a risposta multipla, domande teoriche riguardanti il programma del corso da svolgersi in laboratorio.

## English

### Prerequisites

The course does not require any prerequisite.

### Programme

\* Basic concepts \* Problems, algorithms, and programs Computer architecture Languages and Compilation Style and conventions I / O, variables and constants \* Operations \* Information representation Binary arithmetic Types of data Expressions Boolean algebra \* Control structures \* Selection Iteration Functions \* Data structures \* Array Strings Matrices Structs \* Advanced concepts \* Integrated development environments Recursion Errors Libraries File

### Reference books

A. Bellini, A. Guidi, "Linguaggio C. Una guida alla programmazione con elementi di Python", VI Edizione, McGraw-Hill.

### Reference bibliography

-

### Study modes

-

### Exam modes

-

## 20810335 - FONDAMENTI DI MISURE ELETTRICHE ED ELETTRONICHE

**Docente:** ALIMENTI ANDREA

## Italiano

### Prerequisiti

Nozioni dei corsi di: - analisi I - fisica I - fisica II - elettrotecnica

### Programma

• Introduzione alla metrologia: definizioni fondamentali; • Sistemi di unità di misura (sistema internazionale di unità di misura, sistemi CGS, sistema di Gauss): definizioni, regole di scritte e metodi di conversione; • Cenni di statistica inferenziale: istogrammi, parametri di posizione, parametri di dispersione, parametri di forma, legge empirica del caso, legge dei grandi numeri, teorema del limite centrale; • Valutazione dell'incertezza in misure dirette: definizioni fondamentali, incertezza di tipo A e tipo B, media e varianza campionarie e loro distribuzioni, distribuzioni notevoli (gaussiana, uniforme, t-student), incertezza estesa; • Test statistici: test del chi quadro, test della media; • Valutazione dell'incertezza in misure indirette: regola di propagazione dell'incertezza in misure indirette (JCM 100:2008), modello deterministico dell'incertezza e regola di propagazione in misure indirette (errore massimo). • Rappresentazione grafica e metodi matematici: rappresentazione grafica, grafici bi/semi-logaritmici, procedure di fit, metodo dei minimi quadrati. • Componenti passivi reali: resistori, condensatori, induttori; • Strumenti di misura analogici: caratteristiche metrologiche statiche/dinamiche, amperometro di D'Arsonval, voltmetro elettrostatico, strumento elettrodinamico, wattmetro analogico, errori di inserzione in dc di voltmetri e amperometri. • Metodi di misura di resistenza elettrica: metodo voltamperometrico, misure 2/4-punte, ponti di misura in DC – il ponte di Wheatstone, metodo di van der Pauw per la misura della resistività. • Strumenti di misura digitali: convertitori AD, voltmetri numerici; • L'oscilloscopio: oscilloscopio analogico, oscilloscopio digitale, metodi di campionamento; • Rumore elettrico (cenni): sorgenti e tipologie di rumore, tecniche di riduzione del rumore.

## Testi

International vocabulary of metrology – Basic and general concepts and associated terms (VIM – 3rd ed.) Evaluation of measurement data — Guide to the expression of uncertainty in measurement The International System of Units – 9th edition – brochure

## Bibliografia di riferimento

Capitoli dai testi: R. Bartiromo, M. De Vincenzi “Electrical Measurements in the Laboratory Practice”, Springer P. Fornasini “The Uncertainty in Physical Measurements”, Springer J. R. Taylor, “An Introduction to Error Analysis”, 2nd ed., University Science Book W. Navidi, “Statistics for Engineers and Scientists”, 3rd ed., McGraw-Hill I. G. Hughes, T. P. A. Hase “Measurements and their Uncertainties”, Oxford University Press, 2010 R. B. Northrop “Introduction to Instrumentation and Measurements”, CRC Press A. Carullo, U. Pisani, A. Vallan, “Fondamenti di misure e strumentazione elettronica”, CLUT editrice 2020 A.K. Sawhney, “A course in electrical and electronic measurements and instrumentation”, Dhanpat Rai & co, 19th ed

## Modalità erogazione

In presenza con lezioni frontali, esercitazioni in aula e in laboratorio

## Modalità di valutazione

Modalità in itinere: A – Accertamento sulla prima parte del corso B - Valutazione delle Relazioni di Laboratorio C - Orale finale Il voto finale è la media delle tre prove Oppure esame intero: - Scritto esteso (valido solo per la sessione d'esame) - Orale, anche sulla parte relativa al laboratorio

## English

### Prerequisites

Notions of the courses of: - analysis I - physics I - physics II - electrical engineering - electronics I

### Programme

- Introduction to metrology: basic definitions;
- Systems of measurement units (international system of measurement units, CGS systems, Gaussian system): definitions, writing rules and conversion methods;
- Elements of inferential statistics: histograms, position parameters, dispersion parameters, shape parameters, empirical law of frequency, law of large numbers, central limit theorem;
- Evaluation of uncertainty in direct measurements: basic definitions, type A and type B uncertainty, sample mean and variance and their distributions, notable distributions (Gaussian, uniform, t-student), expanded uncertainty;
- Statistical tests: chi-square test, mean test;
- Evaluation of uncertainty in indirect measurements: uncertainty propagation rule in indirect measurements (JCM 100:2008), deterministic model of uncertainty and propagation rule in indirect measurements (maximum error).
- Graphing and mathematical methods: graphing, bi/semi-logarithmic graphs, fit procedures, least squares method.
- Real passive components: resistors, capacitors, inductors;
- Analog measuring instruments: static/dynamic metrological characteristics, D'Arsonval ammeter, electrostatic voltmeter, electrodynamic instrument, analog wattmeter, dc insertion errors of voltmeters and ammeters.
- Electrical resistance measurement methods: voltamperometric method, 2/4-point measurements, DC measurement bridges – Wheatstone bridge, van der Pauw method for resistivity measurement.
- Digital measuring instruments: AD converters, digital voltmeters;
- The oscilloscope: analog oscilloscope, digital oscilloscope, sampling methods;
- Electrical noise (outline): sources and types of noise, noise reduction techniques.

### Reference books

International vocabulary of metrology – Basic and general concepts and associated terms (VIM – 3rd ed.) Evaluation of measurement data — Guide to the expression of uncertainty in measurement The International System of Units – 9th edition – brochure

### Reference bibliography

Selected chapters from: R. Bartiromo, M. De Vincenzi “Electrical Measurements in the Laboratory Practice”, Springer P. Fornasini “The Uncertainty in Physical Measurements”, Springer J. R. Taylor, “An Introduction to Error Analysis”, 2nd ed., University Science Book W. Navidi, “Statistics for Engineers and Scientists”, 3rd ed., McGraw-Hill I. G. Hughes, T. P. A. Hase “Measurements and their Uncertainties”, Oxford University Press, 2010 R. B. Northrop “Introduction to Instrumentation and Measurements”, CRC Press A. Carullo, U. Pisani, A. Vallan, “Fondamenti di misure e strumentazione elettronica”, CLUT editrice 2020 A.K. Sawhney, “A course in electrical and electronic measurements and instrumentation”, Dhanpat Rai & co, 19th ed

### Study modes

-

### Exam modes

-

## 20801685 - GEOMETRIA

**Docente:** TURCHET AMOS

### Italiano

#### Prerequisiti

Conoscenze di base di matematica delle superiori, in particolare equazioni, polinomi e funzioni di una variabile.

#### Programma

1- Sistemi lineari: matrice dei coefficienti; somma di matrici e prodotto per scalari; matrici ridotte: algoritmo di Gauss-Jordan. 2- Prodotto righe per colonne di matrici; matrici invertibili; rango di una matrice: il Teorema di Rouche'-Capelli. 3- Vettori geometrici. Spazi vettoriali. Sottospazi. Vettori generatori e vettori linearmente indipendenti. 4- Base di uno spazio vettoriale; dimensione; la formula di Grassmann. 5- Applicazioni lineari: nucleo e immagine di un'applicazione lineare. Il Teorema di nullità' piu' rango. Matrice associata ad un'applicazione lineare. 6- Autovalori e Autovettori. Diagonalizzazione di operatori lineari.

### Testi

F. Flamini, A. Verra: Matrici e vettori. Corso di base di geometria e algebra lineare. Carocci.

### Bibliografia di riferimento

E. Schlesinger: Algebra lineare e geometria, Zanichelli. L. Mauri e E. Schlesinger: Esercizi di algebra lineare e geometria, Zanichelli. W. Keith Nicholson: "Linear algebra with applications". McGraw-Hill.

### Modalità erogazione

Lezioni frontali.

### Modalità di valutazione

L'esame finale consiste di una prova scritta della durata di 3 ore. Gli esercizi si baseranno su tutto il programma svolto a lezione.

### English

#### Prerequisites

Basic knowledge of high school mathematics, in particular equations, polynomials and real functions.

#### Programme

1- Linear Systems: coefficients matrix, sum and scalar multiples of matrices; reduced form and echelon reduced form; Gauss-Jordan Algorithm. 2- Matrix product; invertible matrices; rank of a matrix; Rouche'-Capelli Theorem. 3- Vectors and Vector spaces. Subspaces; linear independence and generators. 4- Basis of a vector space; dimension; Grassmann Formula. 5- Linear maps; kernel and image of a linear map. Rank-nullity Theorem. Matrix associated to a linear map. 6- Eigenvalues and Eigenvectors. Diagonalization of linear maps.

#### Reference books

F. Flamini, A. Verra: Matrici e vettori. Corso di base di geometria e algebra lineare. Carocci.

#### Reference bibliography

E. Schlesinger: Algebra lineare e geometria, Zanichelli. L. Mauri e E. Schlesinger: Esercizi di algebra lineare e geometria, Zanichelli. W. Keith Nicholson: "Linear algebra with applications". McGraw-Hill.

#### Study modes

-

#### Exam modes

-

## 20810538 - LABORATORIO DI COMUNICAZIONI WIRELESS

**Docente:** VEGNI ANNA MARIA

### Italiano

#### Prerequisiti

nessuno none

#### Programma

Il corso descrive le caratteristiche fondamentali dei sistemi di telecomunicazioni wireless, sia nel dominio della radio frequenza (RF) che delle frequenze ottiche (OWC). A partire dalla teoria delle reti, verranno illustrate le metodologie più avanzate per l'analisi dei sistemi di telecomunicazioni wireless a RF, attraverso programmi di simulazione. Particolare interesse verrà dedicato alle reti WLAN e alle reti ad-hoc (MANET e VANET), a reti di sensori e UAV (Unmanned Aerial Vehicles). Per la parte dedicata all'Optical Wireless Communications, verrà studiato lo standard IEEE 802.15.7 per le comunicazioni nella banda del visibile (visible light communications) per applicazioni indoor e i modelli di canale del Free Space Optics per applicazioni outdoor.

#### Testi

- Kurose, Ross "Computer Networking: A Top-Down Approach, Global Edition", Pearson Education - Tanenbaum, "Reti Di Calcolatori", 4 Edizione Pearson - Z. Ghassemlooy, W. Popoola, S. Rajbhandari, "Optical Wireless Communications - System and Channel Modelling with MATLAB®", Second Edition, Taylor and Francis Group - slide a cura del docente

#### Bibliografia di riferimento

- Kurose, Ross "Computer Networking: A Top-Down Approach, Global Edition", Pearson Education - Tanenbaum, "Reti Di Calcolatori", 4 Edizione Pearson - Z. Ghassemlooy, W. Popoola, S. Rajbhandari, "Optical Wireless Communications - System and Channel Modelling with MATLAB®", Second Edition, Taylor and Francis Group

#### Modalità erogazione

Testi da definire

#### Modalità di valutazione

Il corso prevede una prova orale

### English

#### Prerequisites

none

#### Programme

The course introduces the main features of wireless telecommunication systems, both in the RF (Radio Frequency) and OWC (Optical Wireless Communications) domain. Starting from networking theory, the most advanced methodologies adopted for the analysis and assessment of wireless telecommunication systems will be investigated by means of simulation tools. Special interest will be given to WLAN systems and ad-hoc networks (MANET and VANET), as well as to sensor networks and UAV systems. About OWC, this course will focus on IEEE 802.15.7 standard dedicated to wireless communications in the visible light spectrum range (Visible Light Communications) for indoor applications, as well as channel models of Free Space Optics for outdoor applications.

### Reference books

- Kurose, Ross "Computer Networking: A Top-Down Approach, Global Edition", Pearson Education - Tanenbaum, "Reti Di Calcolatori", 4 Edizione Pearson - Z. Ghassemlooy, W. Popoola, S. Rajbhandari, "Optical Wireless Communications - System and Channel Modelling with MATLAB®", Second Edition, Taylor and Francis Group - Presentations edited by the lecturer

### Reference bibliography

- Kurose, Ross "Computer Networking: A Top-Down Approach, Global Edition", Pearson Education - Tanenbaum, "Reti Di Calcolatori", 4 Edizione Pearson - Z. Ghassemlooy, W. Popoola, S. Rajbhandari, "Optical Wireless Communications - System and Channel Modelling with MATLAB®", Second Edition, Taylor and Francis Group

### Study modes

-

### Exam modes

-

## 20802061 - LABORATORIO DI MULTIMEDIALITÀ

**Canale:**N0

**Docente:** CARLI MARCO

### Italiano

#### Prerequisiti

Non è richiesta alcuna conoscenza a priori

#### Programma

Introduzione al corso Sistema visivo umano ed elaborazione delle immagini nel dominio spaziale Filtraggio nel dominio spaziale Filtraggio nel dominio trasformato Trasformata wavelet Modelli di rumore Compressione di immagini Fondamenti di elaborazione del segnale audio Codifica Video Sistemi tattili Applicazioni in Python

#### Testi

R.C. Gonzalez, R.E. Woods, and S. L. Eddins, "Digital Image Processing Using MATLAB, 2e", Publisher: Prentice-Hall; B. Block and P. McNally, "3D storytelling: how stereoscopic 3D works and how to use it", Publisher: Focal Press; C. W. Chen, Z. Li and S. Lian, "Intelligent Multimedia Communication: Techniques and Applications (Studies in Computational Intelligence)", Publisher: Springer;

#### Bibliografia di riferimento

C. W. Chen, Z. Li and S. Lian, "Intelligent Multimedia Communication: Techniques and Applications (Studies in Computational Intelligence)", Publisher: Springer;

#### Modalità erogazione

Testi da definire

#### Modalità di valutazione

Esame orale Progetto

### English

#### Prerequisites

None

#### Programme

Introduction Human vision system Spatial domain filtering Transform domain filtering Wavelet transform Noise models Image compression Audio signal processing Video compression Haptic systems Python

#### Reference books

R.C. Gonzalez, R.E. Woods, and S. L. Eddins, "Digital Image Processing Using MATLAB, 2e", Publisher: Prentice-Hall; B. Block and P. McNally, "3D storytelling: how stereoscopic 3D works and how to use it", Publisher: Focal Press; C. W. Chen, Z. Li and S. Lian, "Intelligent Multimedia Communication: Techniques and Applications (Studies in Computational Intelligence)", Publisher: Springer;

#### Reference bibliography

C. W. Chen, Z. Li and S. Lian, "Intelligent Multimedia Communication: Techniques and Applications (Studies in Computational Intelligence)", Publisher: Springer;

#### Study modes

-

## Exam modes

-

## 20810539 - LABORATORIO DI TECNOLOGIE ELETTRONICHE

**Docente:** SAVOIA ALESSANDRO STUART

### Italiano

#### Prerequisiti

Conoscenze di base in elettronica: familiarità con i concetti fondamentali dell'elettronica, come i componenti passivi (resistori, condensatori, induttori) e attivi (transistor, diodi, amplificatori operazionali), oltre che con le leggi dei circuiti come la legge di Ohm e le leggi di Kirchhoff. Circuiti e sistemi: competenze di base nella teoria dei segnali per l'analisi di circuiti elettronici, inclusa l'analisi della risposta impulsiva e in frequenza e la controreazione. Matematica e fisica: comprensione dei fondamenti dell'analisi matematica (algebra lineare, calcolo differenziale e integrale, trasformate) e fisica (meccanica, elettromagnetismo e onde). Competenze informatiche: familiarità con concetti di programmazione di base. Interesse per la progettazione: Desiderio di applicare le conoscenze teoriche in progetti pratici, esplorando le sfide tecniche dell'implementazione di circuiti.

#### Programma

Modellazione e Analisi di Circuiti Elettronici -Introduzione al software LTSpice, panoramica delle funzioni principali, configurazione iniziale e interfaccia utente del simulatore, creazione di circuiti. -Studio delle correnti e delle tensioni di polarizzazione, analisi della risposta in frequenza, analisi del comportamento nel dominio del tempo e modellazione di sensori e attuatori tramite circuiti equivalenti. Casi di studio: circuiti elettronici per l'interfacciamento di trasduttori -Circuiti di pilotaggio per attuatori. -Circuiti di condizionamento per i segnali dei sensori. -Strategie per la gestione dell'alimentazione di circuiti. Verifica Sperimentale di Circuiti -Misurazione di tensioni e correnti in condizioni di alimentazione continua. -Utilizzo di oscilloscopi per l'acquisizione di segnali. -Strumenti di analisi numerica per l'analisi dei segnali. Elementi di Progettazione CAD -Introduzione al software Eagle per la progettazione di PCB. -Progettazione di parti meccaniche utilizzando Fusion 360 e introduzione alla stampa 3D.

#### Testi

Silde delle lezioni e materiale integrativo fornito dal docente

#### Bibliografia di riferimento

-----

#### Modalità erogazione

Testi da definire

#### Modalità di valutazione

La modalità d'esame consisterà in una prova pratica e una discussione orale.

### English

#### Prerequisites

Basic Knowledge of Electronics: Familiarity with fundamental concepts in electronics, such as passive components (resistors, capacitors, inductors) and active components (transistors, diodes, operational amplifiers), as well as circuit laws like Ohm's law and Kirchhoff's laws. Circuits and Systems: Basic skills in signal theory for electronic circuit analysis, including impulse and frequency response analysis, and feedback. Mathematics and Physics: Understanding the basics of mathematical analysis (linear algebra, differential and integral calculus, transforms) and physics (mechanics, electromagnetism, and waves). Computer Skills: Familiarity with basic programming concepts. Interest in Design: Desire to apply theoretical knowledge to practical projects while exploring the technical challenges of circuit implementation.

#### Programme

Modeling and Analysis of Electronic Circuits -Introduction to LTSpice software: Overview of the main features, initial setup, and simulator user interface, circuit creation. -Study of Currents and Voltage Bias: Analysis of frequency response, time-domain behavior, and modeling of sensors and actuators using equivalent circuits. Case Studies: Electronic Circuits for Transducer Interfacing -Driver Circuits for Actuators. -Signal Conditioning Circuits for Sensors. -Power Management Strategies for Circuits. Experimental Circuit Verification -Measurement of Voltages and Currents in Continuous Power Supply Conditions. -Use of Oscilloscopes for Signal Acquisition. -Numerical Analysis Tools for Signal Analysis. CAD Design Elements -Introduction to Eagle Software for PCB Design. -Mechanical Parts Design Using Fusion 360 and Introduction to 3D Printing.

#### Reference books

Silde of the lectures and supplementary materials provided by the instructor

#### Reference bibliography

-----

#### Study modes

-

## Exam modes

-

## 20810242 - METODI NUMERICI PER I CIRCUITI

**Docente:** RIGANTI FULGINEI FRANCESCO

## Italiano

### Prerequisiti

Analisi 1 e 2 Geometria ed Algebra Lineare Teoria dei circuiti

### Programma

• introduzione all'ambiente matlab (octave) • rappresentazione al calcolatore dei numeri reali • considerazioni su modelli ed errori numerici • calcolo degli zeri di una funzione • approssimazione di funzioni e dati • derivazione numerica • integrazione numerica • risoluzione numerica di equazioni differenziali ordinarie • algoritmi e modelli di ottimizzazione • introduzione ai sistemi • sistemi lineari e non lineari • modelli di ottimizzazione matematica • algoritmi di ottimizzazione • ottimizzazione multiobiettivo • ottimizzazione lineare • geometria dell'ottimizzazione lineare • ottimizzazione non lineare • geometria dell'ottimizzazione non lineare • ottimi locali e ottimi globali • principali metodi di ottimizzazione non lineare • applicazione ai circuiti elettrici ed elettronici • applicazione ai flussi di potenza nelle reti elettriche

### Testi

QUARTERONI ALFIO; SALERI FAUSTO - CALCOLO SCIENTIFICO. ESERCIZI E PROBLEMI RISOLTI CON MATLAB E OCTAVE - ED. SPRINGER VERLAG

### Bibliografia di riferimento

Il materiale verrà indicato dal docente durante le lezioni

### Modalità erogazione

Lezioni frontali e simulazioni al calcolatore

### Modalità di valutazione

Presentazione di una ricerca su temi paralleli a quelli trattati nel corso. Colloquio orale

## English

### Prerequisites

Analysis 1 and 2 Geometry and Linear Algebra Circuit theory

### Programme

• introduction to the matlab environment (octave) • computer representation of real numbers • considerations on models and numerical errors • calculation of the zeros of a function • approximation of functions and data • numerical derivation • numerical integration • numerical resolution of ordinary differential equations • optimization algorithms and models • introduction to systems • linear and non-linear systems • mathematical optimization models • optimization algorithms • multi-objective optimization • linear optimization • geometry of linear optimization • non-linear optimization • nonlinear optimization geometry • local and global minimum • main methods of non-linear optimization • application to electrical and electronic circuits • application to power flows

### Reference books

QUARTERONI ALFIO; SALERI FAUSTO - CALCOLO SCIENTIFICO. ESERCIZI E PROBLEMI RISOLTI CON MATLAB E OCTAVE - ED. SPRINGER VERLAG

### Reference bibliography

The material will be indicated by the teacher during the lessons

### Study modes

-

### Exam modes

-

## 20810243 - MISURE ELETTRICHE E ELETTRONICHE

**Docente:** LECCESE FABIO

## Italiano

### Prerequisiti

Sono richieste conoscenze di Matematica, Fisica, Elettrotecnica ed Elettronica

### Programma

• Unità e Campioni delle Misure Elettriche 1. Sistemi ed unità di misura 2. Conservazione e disseminazione delle unità elettriche 3. Campioni per corrente Continua 4. Campioni di Capacità 5. Altri Campioni per Corrente Alternata 6. Metrologia elettrica primaria • Strumentazione 1. Strumenti Elettromeccanici (Principi di funzionamento, Criteri Costruttivi, Il moto degli Strumenti, Principali Strumenti Indicativi, Rivelatori di Zero, Strumenti Speciali) 2. Strumenti Elettronici (Amplificatori di Misura, Strumentazione Elettronica Analogica, Conversione Analogico-Digitale, Strumentazione Numerica e Digitale, Strumentazione a Campionamento) 3. Trasduttori 4. Divisori e derivatori 5. Trasformatori di Misura 6. Elementi e Convertitori Speciali (Pinze amperometriche, convertitori a effetto Hall, bobina di Rogowsky) 7. Esempi Pratici di Strumentazione (Voltmetri analogici e digitali, Amperometri Analogici e Digitali, Wattmetri Analogici e Digitali, Multimetri, Pinze Amperometriche, Oscilloscopi Digitali, altra strumentazione di supporto presente in laboratorio utile alle esperienze di laboratorio). • Misure su Circuiti 1. Misure su Circuiti in Corrente Continua (Misure di Corrente, Misure di Tensione, Misure di Potenza) 2. Misure su Circuiti in Alternata monofase in bassa potenza e bassa frequenza (Misure di Corrente, Misure di Tensione, Misure di Potenza, Misure di Impedenza ed Impedenzometro) 3. Misure di Potenza su circuiti in Corrente Alternata Monofase 4. Principi

generali delle Misure su Circuiti Trifase (Misure su sistemi trifasi a tre fili, Misure di potenza attiva sui circuiti trifasi, misure di potenza reattiva, misure del fattore di potenza) 5. Misure di Energia 6. Metodi di Misura (Metodi di Zero, Metodi di Ponte in C.C., Metodi di Ponte in C.A., Metodi Potenzimetrici) • La qualità dell'energia elettrica (Power Quality) • Problematiche specifiche degli impianti elettrici 1. Sensoristica (Velocimetri, accelerometri, misure di vibrazioni, Termocopie, sensori di temperatura vari, termografia, Ecometri per rilevamento guasti su linee elettriche, Sensori per il monitoraggio delle emissioni) 2. Misure di resistenza di terra, misure di isolamento elettrico • Esperienze di Laboratorio (Teoria e Pratica) A) Verifica della legge di Ohm B) Misure in Continua ad Alta accuratezza con Potenzimetro in Continua C) Metodo Volt-Amperometrico D) Misura di potenza con il metodo Volt-Amperometrico E) Misura di una impedenza con il metodo industriale F) Misura di Impedenza con il metodo dei Ponti a bassa frequenza G) Misura della caratteristica dei filtri H) Misura Resistenza di Terra

## Testi

DISPENSE E VIDEO TUTORIAL A CURA DEL DOCENTE

## Bibliografia di riferimento

Fondamenti di Scienze delle Misure, Mario Savino Misure Elettriche, Giuseppe Zingales

## Modalità erogazione

Il corso prevede lezioni frontali e lezioni in laboratorio. Per entrambe la modalità di erogazione preferita è quella frontale in presenza (soprattutto per la parte di laboratorio). Non si esclude che, in situazioni dovute a cause esogene di forza maggiore sia possibile usufruire della didattica a distanza principalmente per la parte teorica del corso.

## Modalità di valutazione

L'esame si comporrà di due fasi: 1) una prima fase pratica nella quale si chiederà di svolgere una esercitazione di laboratorio tra quelle annunciate nel programma; l'esperienza si concluderà con un elaborato scritto che descriverà quanto effettuato nella prova pratica ed alla quale sarà dato un voto in trentesimi. Superata questa fase si potrà accedere alla seconda. 2) Una sezione orale nella quale si discuterà di uno o più argomenti trattati durante le lezioni frontali. Anche l'elaborato frutto della prima fase potrebbe essere oggetto della discussione orale. Anche questa fase verrà valutata con un voto in trentesimi Superate le due fasi, il voto sarà la composizione dei due voti emersi nelle valutazioni della prima e seconda fase.

## English

### Prerequisites

Knowledge of Mathematics, Physics, Electrical Engineering and Electronics are welcome

### Programme

• Units and Standards of Electrical Measurements 1. Systems and units of measurement 2. Conservation and dissemination of electrical units 3. Standards for direct current 4. Samples of Capacity 5. Other Samples for Alternating Current 6. Primary electrical metrology • Instrumentation 1. Electromechanical Instruments (Operating Principles, Construction Criteria, The Motion of the Instruments, Main Indicator Instruments, Zero Detectors, Special Instruments) 2. Electronic Instruments (Measurement Amplifiers, Analogue Electronic Instrumentation, Analogue-Digital Conversion, Numerical and Digital Instrumentation, Sampling Instrumentation) 3. Transducers 4. Divisors and derivatives 5. Measurement Transformers 6. Special Elements and Converters (Amperometric clamps, Hall effect converters, Rogowsky coil) 7. Practical Examples of Instrumentation (Analog and Digital Voltmeters, Analog and Digital Ammeters, Analog and Digital Wattmeters, Multimeters, Current Clamps, Digital Oscilloscopes, other support instruments present in the laboratory useful for laboratory experiences). • Measurements on Circuits 1. Measurements on Direct Current Circuits (Current Measurements, Voltage Measurements, Power Measurements) 2. Measurements on single-phase AC circuits in low power and low frequency (Current Measurements, Voltage Measurements, Power Measurements, Impedance Measurements and Impedance meter) 3. Power measurements on single-phase alternating current circuits 4. General principles of measurements on three-phase circuits (measurements on three-phase three-wire systems, active power measurements on three-phase systems, reactive power measurements, power factor measurements) 5. Energy measurements 6. Measurement Methods (Zero Methods, DC Bridge Methods, AC Bridge Methods, Potentiometric Methods) • The quality of electricity (Power Quality) • Specific problems of electrical systems 1. Sensors (velocimeters, accelerometers, vibration measurements, thermocouples, various temperature sensors, thermography, echometers for detecting faults on power lines, sensors for monitoring emissions) 2. Earth resistance measurements, electrical insulation measurements • Laboratory Experiences (Theory and Practice) A) Verification of Ohm's law B) High Accuracy Continuous Measurements with Continuous Potentiometer C) Volt-Amperometric method D) Power measurement with the Volt-Amperometric method E) Measurement of an impedance with the industrial method F) Impedance measurement with the low frequency bridge method G) Measurement of the characteristics of the filters H) Earth resistance measurement

### Reference books

SLIDES PROVIDED BY THE PROFESSOR AND MULTIMEDIA VIDEO

### Reference bibliography

Fondamenti di Scienze delle Misure, Mario Savino Misure Elettriche, Giuseppe Zingales

### Study modes

-

### Exam modes

-

## 20810537 - SISTEMI DI TELECOMUNICAZIONI

**Docente:** CARLI MARCO

## Italiano

### Prerequisiti

Non è richiesta alcuna conoscenza a priori

### Programma

Sistemi di telecomunicazione Pila TCP/IP e OSI Analisi di un sistema di TLC nei vari livelli protocollari Analisi di requisiti dei sistemi multimediali

### Testi

Stallings' Cryptography and Network Security, Seventh Edition

### Bibliografia di riferimento

Testi da definire

### Modalità erogazione

Lezioni in aula

### Modalità di valutazione

Prova orale ed eventuale progetto

### English

### Prerequisites

No

### Programme

Telecommunication systems TCP/IP STACK Analysis of a TLC system in the different protocol layers Requirements analysis of multimedia systems

### Reference books

Stallings' Cryptography and Network Security, Seventh Edition

### Reference bibliography

-

### Study modes

-

### Exam modes

-

## 20810334 - TEORIA DEI SEGNALI

**Docente:** CAMPISI PATRIZIO

### Italiano

### Prerequisiti

Conoscenze di base di Analisi e Geometria

### Programma

Generalità sui sistemi di comunicazione. Definizioni di messaggio e di segnale. Rappresentazione di un segnale mediante la forma d'onda, energia e potenza. I segnali come elementi di uno spazio vettoriale. Rappresentazione di Fourier generalizzata. Definizione e proprietà delle funzioni di autocorrelazione e di intercorrelazione. Trasformazioni lineari in senso esteso. Rappresentazione dei segnali basata sull'impulso matematico. Relazioni ingresso uscita per sistemi lineari e permanenti, convoluzione e sue proprietà. Segnali periodici e loro rappresentazione in serie di Fourier. Trasformata di Fourier. Teorema di Parseval generalizzato e sua applicazione al caso dei segnali di energia e dei segnali periodici. Teoremi di Wiener per segnali di energia e di potenza. Spettri di densità di energia e di densità di potenza. Segnali limitati in banda. Teorema del campionamento. Effetti da sottocampionamento. Trasformata di Hilbert. Segnale analitico ed inviluppo complesso, componenti analogiche di bassa frequenza. Trasformazioni lineari di segnali limitati in banda sia contigua che non contigua all'origine e relazioni tra i campioni delle relative rappresentazioni. Modulazione di ampiezza. Impostazione frequentistica ed assiomatica della teoria delle probabilità. Teoremi fondamentali. Teorema di Bayes. Variabili aleatorie, funzioni di distribuzione e funzioni di densità di probabilità. Valore atteso: definizione e proprietà, momenti centrati e non centrati, matrice di covarianza. Funzioni di variabili aleatorie. Funzione caratteristica. Trasformazioni lineari di variabili aleatorie. Teorema del limite centrale. Variabile aleatorie gaussiane unidimensionali e pluridimensionali. Variabili aleatorie di Bernoulli e di Poisson. Leggi dei grandi numeri. Processi aleatori: definizioni e proprietà. Processi stazionari, medie d'insieme e medie temporali. Processi ergodici e teoremi collegati, sorgenti riducibili. Processi ad aleatorietà parametrica: processo armonico. Trasformazioni lineari e non-lineari di processi ergodici. Processi gaussiani. Proprietà delle componenti analogiche di bassa frequenza, dell'inviluppo e della fase di processi gaussiani limitati in banda non contigua all'origine. Onda P.A.M. Processo armonico.

### Testi

Roberto Cusani- Teoria dei Segnali - Edizioni Efesto Probability, Random Variables, and Stochastic Processes, Athanasios Papoulis, S. Unnikrishna Pillai, McGraw-Hill 2002

### Bibliografia di riferimento

Gaetano Scarano, Segnali, Processi Aleatori, Stima, Sapienza Università Editrice, 2009

### Modalità erogazione

Il corso è erogato in presenza

### Modalità di valutazione

Durante il corso sono previste prove in itinere atte a valutare la preparazione degli studenti. Sono previste due prove scritte: a) la prima atta a valutare la capacità di analisi dello studente b) la seconda atta a valutare la conoscenza teorica dello studente.

### English

#### Prerequisites

Basic knowledge of Analysis and Geometry

#### Programme

Generality on communication systems. Message and signal definition. Signal representations. The signals as elements of a vectorial space. Generalized Fourier Representation. Cross and auto-correlation function: definition and properties. Linear transformations. Linear and time-invariant systems. I/O relations: convolution integral and its properties. Fourier series expansion. Fourier Transform. Parseval and Wiener theorems. Energy and power spectral density. Limited bandwidth signals. Sampling theorem. Sub-sampling effects. Hilbert transform. Analytical signal, complex envelope and low-frequency components of a band-pass signal. Bandwidth limited signals linear transformations and their samples relations. Analogic signals amplitude modulation. Axiomatic theory of probability. The axioms of probability. Bayes' theorem. Random variables. Distribution and probability density function. Mean, variance, moments, covariance matrix. Characteristic function. Functions of one random variable. Multiple random variables: joint distributions. Conditional distributions. Central limit theorem. Gaussian random variables: univariate and multivariate. Bernoulli random variable. Poisson random variable. Laws of large numbers. Stochastic processes: general concepts. Stationary processes. Ergodic processes and related theorems. Parametric stochastic processes. Linear and non-linear transformation of stochastic ergodic processes. Continuous-time random processes; gaussian process, P.A.M. random process, armonic process.

#### Reference books

Roberto Cusani- Teoria dei Segnali - Edizioni Efesto Probability, Random Variables, and Stochastic Processes, Athanasios Papoulis, S. Unnikrishna Pillai, McGraw-Hill 2002

#### Reference bibliography

Gaetano Scarano, Segnali, Processi Aleatori, Stima, Sapienza Università Editrice, 2009

#### Study modes

-

#### Exam modes

-

Percorso formativo a.a. 2025-2026 (coorte 2025-2026) L-8 Laurea in Ingegneria elettronica (DM 270/2004)						
N.	INSEGNAMENTO	SSD	ATTIVITÀ	CFU	A_S	Ore
<b>INSEGNAMENTI DEL PRIMO ANNO (didattica erogata)</b>						
1	Analisi matematica I	MAT/05	A	12	1_1	108
2	Analisi matematica II	MAT/05	A	6	1_2	54
3	Chimica	CHIM/07	A	9	1_2	81
4	Fisica I	FIS/03	A	12	1_2	108
5	Fondamenti di informatica	ING-INF/05		9	1_1	81
5a	Fondamenti di informatica - 1° modulo		C	6	1_1	54
5b	Fondamenti di informatica - 2° modulo		A	3	1_1	27
6	Geometria	MAT/03	A	6	1_1	54
	Lingua inglese (idoneità)		E	3	1_1	
<b>TOTALE CFU INSEGNAMENTI DEL 1° ANNO</b>				<b>57</b>		
<b>INSEGNAMENTI DEL SECONDO ANNO (didattica programmata)</b>						
7	Campi elettromagnetici I	ING-INF/02	B	9	2_2	72
8	Elettronica I	ING-INF/01	B	9	2_2	72
9	Elettrotecnica	ING-IND/31	B	9	2_1	72
10	Fisica II	FIS/03	A	12	2_1	96
11	Fondamenti di automatica	ING-INF/04	C	6	2_2	48
12	Fondamenti di misure elettriche ed elettroniche	ING-INF/07	B	9	2_2	72
13	Teoria dei segnali	ING-INF/03	B	12	2_1	96
<b>TOTALE CFU INSEGNAMENTI DEL 2° ANNO</b>				<b>66</b>		
<b>INSEGNAMENTI DEL TERZO ANNO (didattica programmata)</b>						
14	Campi elettromagnetici II	ING-INF/02	B	6	3_1	48
15	Elettronica II	ING-INF/01	B	9	3_1	72
16	Fondamenti di fotonica	FIS/03	C	6	3_1	48
17	Metodi numerici per i circuiti	ING-IND/31	B	6	3_1	48
18	Sistemi di telecomunicazioni	ING-INF/03	B	6	3_1	48
19	<b>A SCELTA DELLO STUDENTE</b>		D	18	3	
	<b>TIROCINIO</b>		F	3	3	75
	<b>PROVA FINALE DI LAUREA</b>			3	3	
<b>TOTALE CFU INSEGNAMENTI DEL 3° ANNO</b>				<b>57</b>		
<b>TOTALE CFU LAUREA</b>				<b>180</b>		

Per il completamento del proprio Piano degli Studi (PdS), lo studente potrà scegliere i 18 CFU corrispondenti con una qualsiasi combinazione degli ulteriori insegnamenti offerti a scelta dello studente, elencati nella seguente tabella:

<i>(didattica programmata)</i>						
	Antenne per comunicazioni mobili	ING-INF/02	D	6	3_2	48
	Chimica sperimentale	CHIM/07	D	6	3_2	48
	Fisica tecnica ambientale	ING-IND/11	D	6	3_1	48
	Laboratorio di comunicazioni wireless	ING-INF/03	D	6	3_2	48
	Laboratorio di multimedialità	ING-INF/03	D	6	3_2	48
	Laboratorio di tecnologie elettroniche	ING-INF/01	D	6	3_2	48
	Misure elettriche e elettroniche	ING-INF/07	D	6	3_2	48
	Sistemi digitali integrati	ING-INF/01	D	6	3_2	48

Percorso formativo a.a. 2025-2026 (coorte 2024-2025) L-8 Laurea in Ingegneria elettronica (DM 270/2004)						
N.	INSEGNAMENTO	SSD	ATTIVITÀ	CFU	A_S	Ore
<b>INSEGNAMENTI DEL PRIMO ANNO (didattica già fruita)</b>						
1	Analisi matematica I	MAT/05	A	12	1_1	108
2	Analisi matematica II	MAT/05	A	6	1_2	54
3	Chimica	CHIM/07	A	9	1_2	81
4	Fisica I	FIS/03	A	12	1_2	108
5	Fondamenti di informatica	ING-INF/05		9	1_1	81
5a	Fondamenti di informatica - 1° modulo		C	6	1_1	54
5b	Fondamenti di informatica - 2° modulo		A	3	1_1	27
6	Geometria	MAT/03	A	6	1_1	54
	Lingua inglese (idoneità)		E	3	1_1	
<b>TOTALE CFU INSEGNAMENTI DEL 1° ANNO</b>				<b>57</b>		
<b>INSEGNAMENTI DEL SECONDO ANNO (didattica erogata)</b>						
7	Campi elettromagnetici I	ING-INF/02	B	9	2_2	72
8	Elettronica I	ING-INF/01	B	9	2_2	72
9	Elettrotecnica	ING-IND/31	B	9	2_1	72
10	Fisica II	FIS/03	A	12	2_1	96
11	Fondamenti di automatica	ING-INF/04	C	6	2_2	48
12	Fondamenti di misure elettriche ed elettroniche	ING-INF/07	B	9	2_2	72
13	Teoria dei segnali	ING-INF/03	B	12	2_1	96
<b>TOTALE CFU INSEGNAMENTI DEL 2° ANNO</b>				<b>66</b>		
<b>INSEGNAMENTI DEL TERZO ANNO (didattica programmata)</b>						
14	Campi elettromagnetici II	ING-INF/02	B	6	3_1	48
15	Elettronica II	ING-INF/01	B	9	3_1	72
16	Fondamenti di fotonica	FIS/03	C	6	3_1	48
17	Metodi numerici per i circuiti	ING-IND/31	B	6	3_1	48
18	Sistemi di telecomunicazioni	ING-INF/03	B	6	3_1	48
19	<b>A SCELTA DELLO STUDENTE</b>		D	18	3	
	<b>TIROCINIO</b>		F	3	3	75
	<b>PROVA FINALE DI LAUREA</b>			3	3	
<b>TOTALE CFU INSEGNAMENTI DEL 3° ANNO</b>				<b>57</b>		
<b>TOTALE CFU LAUREA</b>				<b>180</b>		

Per il completamento del proprio Piano degli Studi (PdS), lo studente potrà scegliere i 18 CFU corrispondenti con una qualsiasi combinazione degli ulteriori insegnamenti offerti a scelta dello studente, elencati nella seguente tabella:

<i>(didattica programmata)</i>						
	Antenne per comunicazioni mobili	ING-INF/02	D	6	3_2	48
	Chimica sperimentale	CHIM/07	D	6	3_2	48
	Fisica tecnica ambientale	ING-IND/11	D	6	3_1	48
	Laboratorio di comunicazioni wireless	ING-INF/03	D	6	3_2	48
	Laboratorio di multimedialità	ING-INF/03	D	6	3_2	48
	Laboratorio di tecnologie elettroniche	ING-INF/01	D	6	3_2	48
	Misure elettriche e elettroniche	ING-INF/07	D	6	3_2	48
	Sistemi digitali integrati	ING-INF/01	D	6	3_2	48

<b>Percorso formativo a.a. 2025-2026 (coorte 2023-2024)</b>						
<b>L-8 Laurea in Ingegneria elettronica (DM 270/2004)</b>						
<b>N.</b>	<b>INSEGNAMENTO</b>	<b>SSD</b>	<b>ATTIVITÀ</b>	<b>CFU</b>	<b>A_S</b>	<b>Ore</b>
<b>INSEGNAMENTI DEL PRIMO ANNO (didattica già fruita)</b>						
1	Analisi matematica I	MAT/05	A	12	1_1	108
2	Analisi matematica II	MAT/05	A	6	1_2	54
3	Chimica	CHIM/07	A	9	1_2	81
4	Fisica I	FIS/03	A	12	1_2	108
5	Fondamenti di informatica	ING-INF/05	A	9	1_1	81
6	Geometria	MAT/03	A	6	1_1	54
	Lingua inglese (idoneità)		E	3	1_1	
<b>TOTALE CFU INSEGNAMENTI DEL 1° ANNO</b>				<b>57</b>		
<b>INSEGNAMENTI DEL SECONDO ANNO (didattica già fruita)</b>						
7	Campi elettromagnetici I	ING-INF/02	B	9	2_2	72
8	Elettronica I	ING-INF/01	B	9	2_2	72
9	Elettrotecnica	ING-IND/31	B	9	2_1	72
10	Fisica II	FIS/03	A	12	2_1	96
11	Fondamenti di misure elettriche ed elettroniche	ING-INF/07	B	9	2_2	72
12	Strumentazione biomedica	ING-INF/06	C	6	2_2	48
13	Teoria dei segnali	ING-INF/03	B	12	2_1	96
<b>TOTALE CFU INSEGNAMENTI DEL 2° ANNO</b>				<b>66</b>		
<b>INSEGNAMENTI DEL TERZO ANNO (didattica programmata)</b>						
14	Campi elettromagnetici II	ING-INF/02	B	6	3_1	48
15	Elettronica II	ING-INF/01	B	9	3_1	72
16	Fondamenti di automatica	ING-INF/04	C	6	3_2	48
17	Fondamenti di fotonica	FIS/03	C	6	3_1	48
18	Metodi numerici per i circuiti	ING-IND/31	B	6	3_1	48
19	Sistemi di telecomunicazioni	ING-INF/03	B	6	3_1	48
20	<b>A SCELTA DELLO STUDENTE</b>		D	12	3	
	<b>TIROCINIO</b>		F	3	3	75
	<b>PROVA FINALE DI LAUREA</b>			3	3	
<b>TOTALE CFU INSEGNAMENTI DEL 3° ANNO</b>				<b>57</b>		
<b>TOTALE CFU LAUREA</b>				<b>180</b>		

Per il completamento del proprio Piano degli Studi (PdS), lo studente potrà scegliere i 12 CFU corrispondenti con una qualsiasi combinazione degli ulteriori insegnamenti offerti a scelta dello studente, elencati nella seguente tabella:

<b>(didattica programmata)</b>						
	Antenne per comunicazioni mobili	ING-INF/02	D	6	3_2	48
	Chimica sperimentale	CHIM/07	D	6	3_2	48
	Fisica tecnica ambientale	ING-IND/11	D	6	3_1	48
	Laboratorio di comunicazioni wireless	ING-INF/03	D	6	3_2	48
	Laboratorio di multimedialità	ING-INF/03	D	6	3_2	48
	Laboratorio di tecnologie elettroniche	ING-INF/01	D	6	3_2	48
	Misure elettriche e elettroniche	ING-INF/07	D	6	3_2	48
	Sistemi digitali integrati	ING-INF/01	D	6	3_2	48

**LEGENDA**

A: ATTIVITÀ FORMATIVE DI BASE

B: ATTIVITÀ FORMATIVE CARATTERIZZANTI

C: ATTIVITÀ FORMATIVE AFFINI ED INTEGRATIVE

D: ATTIVITÀ FORMATIVE A SCELTA DELLO STUDENTE (ART.10, COMMA 5, LETTERA A)

CFU: CREDITI FORMATIVI UNIVERSITARI

A\_S: ANNO - SEMESTRE

**Propedeuticità nei PdS ufficiali del Corso di Laurea in Ingegneria elettronica.**

Prima di scegliere un insegnamento lo studente è invitato a verificare con i docenti le conoscenze preliminari richieste dal corso anche se non esplicitate formalmente.

## **REGOLAMENTO PER LE ATTIVITÀ DI TIROCINIO** **Laurea in Ingegneria Elettronica-L8**

### **Art. 1 Norme generali**

Preso atto dell'accertata possibilità di consentire l'accesso al tirocinio nell'ambito della Laurea, considerato l'obiettivo di alta qualificazione di tali livelli di laurea, è necessario definirne le finalità, le procedure d'accesso e le formalità di controllo del profitto. Ciò è opportuno per garantire una stretta coerenza con le discipline di settore che caratterizzano la Laurea. Pertanto, il tirocinio deve impegnare l'allievo su tematiche originali e di particolare attualità sviluppate presso Strutture interne ed esterne all'Ateneo fortemente qualificate sul piano professionale e/o di ricerca.

### **Art. 2 Definizione, sede e durata**

Nell'ambito delle attività formative previste dall'art. 10 comma 5 lett. d) del D.M. n.270 del 22/10/2004, lo Studente può svolgere un periodo di formazione e di orientamento detto tirocinio, volto a sperimentare e sviluppare le capacità tecniche e metodologiche acquisite nel corso degli studi, nonché ad agevolare le scelte professionali, mediante la conoscenza diretta del mondo del lavoro.

Il tirocinio può essere svolto presso:

- una Struttura cioè un'Azienda, un'Impresa, un Ente pubblico o privato, un Laboratorio o un Centro di ricerca, sia italiano che estero, con il quale l'Ateneo abbia stipulato apposita convenzione didattica;
- un Laboratorio o un Centro di ricerca dello stesso Ateneo Roma Tre.

Il Collegio Didattico valuterà di volta in volta se altre attività posseggano caratteristiche assimilabili ad attività di tirocinio, definendone anche l'equivalenza in CFU.

Il tirocinio ha durata, di norma, pari a circa 75 ore e corrisponde a 3 CFU.

### **Art. 3 Assegnazione del tirocinio**

Ai fini dell'assegnazione di un tirocinio, lo Studente contatta direttamente un Docente-Tutor.

Lo Studente, in accordo con il Docente-Tutor compila l'apposito modulo on-line disponibile sul sito del Dipartimento in cui sono indicati:

- la Struttura presso la quale si svolge il tirocinio;
- il Referente aziendale, operante presso l'eventuale sede esterna in cui si svolge il tirocinio;
- la descrizione delle attività previste dal tirocinio, con la definizione dei tempi di attuazione dello stesso, ed i CFU di cui è prevista l'attribuzione.

Il modulo con le informazioni sopra riportate, viene inviato sia alla Segreteria Didattica che al Docente-Tutor.

Nel caso di tirocinio presso una sede esterna all'Ateneo, lo studente, il Docente-Tutor, e il Referente aziendale, oltre a espletare la procedura ivi descritta, dovranno adempiere, sul portale GOMP, alla procedura definita dall'Ateneo.

Lo Studente iscritto alla Laurea può ottenere l'assegnazione del tirocinio quando, essendo iscritto almeno al terzo anno di corso, abbia già acquisito 120 CFU corrispondenti ad attività formative previste dal proprio piano degli studi.

### **Art. 4 Copertura assicurativa**

L'Ateneo provvede ad assicurare lo Studente che svolge il tirocinio in sedi esterne all'Ateneo, contro gli infortuni sul lavoro presso l'INAIL, nonché per la responsabilità civile presso compagnie operanti nel settore.

L'attività di tirocinio non può iniziare prima che si sia provveduto alle necessarie coperture assicurative.

### **Art. 5 Il controllo del profitto**

Ultimato il tirocinio, l'allievo predisporrà, in formato pdf, un'articolata relazione delle attività svolte e dei risultati conseguiti. Tale relazione, firmata dal Docente-Tutor e, se pertinente, dal Referente Aziendale, dovrà sintetizzare gli obiettivi, i materiali e metodi studiati e/o utilizzati durante l'attività di tirocinio, i risultati principali, e le conclusioni tratte dall'attività svolta.

Lo studente compila l'apposito modulo on-line, disponibile sul sito del Dipartimento, che viene inviato sia alla Segreteria Didattica che al Docente-Tutor, allegando la relazione firmata, almeno due mesi prima dell'inizio della sessione di laurea affinché il Consiglio di Collegio Didattico (CCD) deliberi in merito al

profitto e all'attribuzione dei relativi CFU.

Nel caso di tirocinio presso una sede esterna all'Ateneo, lo studente, il Docente-Tutor, e il Referente aziendale, oltre a espletare la procedura ivi descritta, dovranno adempiere, sul portale GOMP, alla procedura definita dall'Ateneo.

#### **Art. 6 Attestazione del tirocinio**

A seguito della delibera di approvazione del CCD in merito al profitto dell'attività di tirocinio e all'attribuzione dei relativi CFU, il Coordinatore del Collegio Didattico provvede a verbalizzare l'idoneità conseguita.

Nel caso di tirocinio presso una sede esterna all'Ateneo, il Docente-Tutor, provvede a verbalizzare l'idoneità conseguita solo dopo l'approvazione del profitto dal CCD.

#### **Art. 7 Studenti lavoratori**

In considerazione delle finalità del tirocinio, può considerarsi attività di tirocinio un'opportuna attività lavorativa che lo Studente interessato potrà svolgere nell'Ente presso cui lavora. Tale attività deve comunque essere formalmente assegnata e specificamente attestata, secondo quanto previsto dal presente Regolamento.

## **REGOLAMENTO PER LA PROVA FINALE DI LAUREA** ***Laurea in Ingegneria Elettronica-L8***

### **Art. 1 Definizione, quantificazione e svolgimento della Prova Finale di Laurea**

La Prova Finale di Laurea (PFL) consiste nella redazione e discussione di un elaborato scritto relativo ad un progetto preparato dallo studente nell'ambito delle attività formative corrispondenti al suo indirizzo di studi o sviluppato nel tirocinio, con la guida di un docente di riferimento ed eventualmente di un tutor aziendale. La quantificazione della PFL in termini di Crediti Formativi Universitari (CFU) è definita coerentemente con quanto riportato nel Manifesto degli Studi, ricordando che si attribuisce convenzionalmente un carico di lavoro per lo studente pari a 25 (venticinque) ore per ogni CFU. Lo svolgimento della PFL è, di norma, realizzato nelle Strutture dell'Ateneo, ma potrà essere effettuata anche presso gli enti di ricerca pubblici o privati, italiani o stranieri e nelle Strutture Produttive (SP) italiane o straniere sulla base di Convenzioni stipulate con l'Ateneo.

### **Art. 2 Modalità di assegnazione della PFL**

Lo studente che desidera iniziare l'attività per la PFL, fissa un colloquio con uno o più docenti del Collegio Didattico (CD), che illustrano gli argomenti disponibili, valutano le eventuali proposte dello studente per orientarlo sugli argomenti e sulle modalità della PFL, e possono dichiarare la propria disponibilità, o indicare i colleghi a loro avviso più adatti a seguire le proposte. Per assistere lo studente in questa fase, i docenti possono inserire sui propri siti web un elenco non esaustivo di argomenti su cui potrà vertere la PFL.

Il Docente-Relatore può essere un docente dell'Ateneo il cui Settore Scientifico Disciplinare sia presente nell'offerta formativa del Corso di Studi a cui è iscritto lo studente. Nel caso in cui il Docente-Relatore sia un docente a contratto è necessario che la tesi sia discussa entro il termine del contratto di insegnamento. In caso questo non sia possibile, lo studente dovrà individuare altro Docente-Relatore per il completamento della tesi.

Lo studente, sulla base delle informazioni ottenute, e in accordo con il Docente-Relatore scelto, presenta la "domanda d'assegnazione tesi", selezionando l'apposita voce accedendo al sistema GOMP e compilando i campi con le informazioni richieste.

Lo studente può presentare domanda di assegnazione solo qualora debba conseguire non più di 30 CFU, con esclusione di quelli della PFL e dei 3 CFU del tirocinio.

Entro le scadenze indicate dalla Segreteria studenti (<https://portalestudente.uniroma3.it/accedi/area-studenti/istruzioni/come-presentare-la-domanda-di-assegnazione-tesi/>), lo studente dovrà effettuare la "domanda di conseguimento titolo" sul sistema GOMP. La procedura termina con l'upload della tesi e la conferma da parte del relatore che lo studente è ammesso all'esame di laurea.

### **Art. 3 Composizione della Commissione di Laurea e modalità di illustrazione della PFL**

La commissione di Laurea (CL) è composta da almeno tre docenti, ed è nominata dal Direttore del Dipartimento, su proposta del Coordinatore del Collegio Didattico di Ingegneria Elettronica.

Per l'illustrazione dell'elaborato di fronte alla CL i candidati possono utilizzare i mezzi e gli strumenti audiovisivi ritenuti più opportuni, quali ad esempio:

- presentazione orale,
- presentazione mediante videoproiettore,

rispettando i tempi concessi loro dal Presidente della CL.

### **Art. 4 Modalità di valutazione della PFL**

La commissione, nel rispetto dell'autonomia di valutazione dei singoli componenti, attribuisce un punteggio alla prova finale e stabilisce il voto di laurea secondo le modalità qui di seguito riportate.

Il voto di laurea è espresso in centodecimali ed è ottenuto sulla base dei punteggi  $P_1$ ,  $P_2$ , e  $P_3$  determinati come definito qui di seguito.

Il punteggio  $P_1$  è calcolato facendo riferimento alle unità didattiche incluse nel Piano degli Studi (PdS) presentato dallo studente ed approvato dal Consiglio del Collegio Didattico. Fra queste, si considerano tutte quelle che prevedono un giudizio finale espresso con un voto. Si dovrà pertanto escludere la PFL, l'idoneità

di lingua inglese e il tirocinio o altre attività che non prevedono un giudizio finale espresso con un voto.

Il procedimento del calcolo di tale media è il seguente:

- il voto corrispondente a ciascuna unità didattica è moltiplicato per il numero di CFU attribuiti all'unità stessa;
- i diversi prodotti sono sommati tra loro e il risultato è diviso per la somma totale dei CFU attribuiti alle unità didattiche considerate.

Inoltre:

- nel suddetto calcolo, la votazione “trenta e lode” è valutata pari a 31 punti;
- non si possono inserire esami in soprannumero nel PdS, ma se negli stessi PdS, inserendo un esame a scelta, si superano i 180 CFU della Laurea, i CFU in esubero saranno conteggiati nella media finale (delibere del CCD nelle sedute del 11/09/2009 e del 30/10/2013).

Il punteggio  $P_1$  si ottiene esprimendo la media, così calcolata, in centodecimi.

Il punteggio  $P_2$  (massimo 8 punti) tiene conto della valutazione della prova finale ed è attribuito dalla CL come di seguito riportato:

- 0-5 per la qualità dell'elaborato,
- 0-3 per la qualità della presentazione e della discussione della PFL.

Il punteggio  $P_3$  (massimo 4 punti) è determinato come qui di seguito riportato:

- 0-4 punti in relazione alla media conseguita dallo studente:
  - 4 punti se lo studente ha media maggiore od uguale a 28/30;
  - 3 punti se lo studente ha una media maggiore od uguale a 27/30 e strettamente minore di 28/30;
  - 2 punti se lo studente ha una media maggiore od uguale a 26/30 e strettamente minore di 27/30;
  - 1 punto se lo studente ha una media maggiore od uguale a 25/30 e strettamente minore 26/30;
  - 0 punti se lo studente ha una media inferiore a 25/30.

La votazione di laurea è quindi ottenuta come somma dei punteggi  $P_1$ ,  $P_2$ , e  $P_3$  arrotondando il risultato all'intero consecutivo superiore se la parte frazionaria della somma supera i 50 centesimi. In caso contrario l'arrotondamento è all'intero consecutivo inferiore.

Il voto finale non potrà comunque essere superiore alla media di partenza espressa in 110 non arrotondata e incrementata per un massimo di 12 punti.

L'attribuzione del punteggio finale è decisa a maggioranza della commissione. Qualora non si raggiunga la maggioranza, sarà assegnato al laureando il punteggio che avrà raggiunto il maggior numero di voti. Se più proposte ottengono lo stesso numero di voti, al laureando sarà attribuito il punteggio più alto.

I componenti possono astenersi, ma possono esprimersi favorevolmente ad una sola proposta.

#### **Art. 5 Modalità di attribuzione della lode nella PFL**

L'attribuzione della lode al laureando è possibile con il raggiungimento di un punteggio finale almeno pari a centotredici (su centodieci) e deve essere deliberata all'unanimità dalla CL.

#### **Art. 6 – Entrata in vigore**

Il presente regolamento si applica a partire dalla coorte degli immatricolati dell'anno accademico 2019/2020.