

# Regolamento didattico del corso di laurea magistrale in Ingegneria elettronica per l'industria e l'innovazione LM-29

Anno accademico da cui il Regolamento ha decorrenza: a.a. 2023-2024

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 .....	3
Art. 3.	Conoscenze richieste per l'accesso e requisiti curriculari .....	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.....	5
Art. 6.	Organizzazione della didattica.....	7
Art. 7.	Articolazione del percorso formativo .....	9
Art. 8.	Piano di studio .....	9
Art. 9.	Mobilità internazionale .....	9
Art. 10.	Caratteristiche della prova finale .....	10
Art. 11.	Modalità di svolgimento della prova finale .....	10
Art. 12.	Valutazione della qualità delle attività formative .....	10
Art. 13.	Altre fonti normative.....	11
Art. 14.	Validità.....	11

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

<https://ingegneriaindustrialeelettronicameccanica.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 Laurea Magistrale in Ingegneria Elettronica per l'Industria e l'Innovazione mira a formare una figura professionale in grado di sviluppare, progettare, gestire tecnologie, componenti e sistemi elettronici in grado non solo di operare nel vasto campo di applicazioni della moderna Ingegneria Elettronica ma anche di ideare e sviluppare soluzioni innovative grazie a solide basi metodologiche.

L'ingegnere elettronico per l'industria e l'innovazione dovrà possedere sia una conoscenza approfondita degli aspetti tecnici tipici dell'ingegneria elettronica che degli aspetti scientifici dell'elettronica moderna che, sempre più trasversale, richiede: competenze multidisciplinari, la conoscenza di tecnologie in rapida evoluzione e una comprensione scientifica d'avanguardia, oltre alla padronanza delle consolidate metodologie di analisi e progettazione.

Obiettivo del Corso di Laurea è formare un Ingegnere Elettronico con le competenze necessarie ad operare su diversi livelli, a partire dai materiali e i dispositivi verso circuiti, sistemi, tecnologie e applicazioni e con competenze multidisciplinari che gli consentono di operare nei numerosi contesti applicativi di grande interesse e rapido sviluppo, come telecomunicazioni, automazione industriale, salute, automotive, ambiente, sicurezza, energia.

Al termine del ciclo di studi l'ingegnere elettronico avrà acquisito la capacità di formulare e risolvere problemi complessi e/o che richiedano approcci e soluzioni originali, di promuovere e gestire l'innovazione tecnologica e di adeguarsi ai rapidi mutamenti tipici dei settori ad alto contenuto tecnologico.

Il corso di laurea si propone pertanto di formare una figura professionale capace di:

- progettare, pianificare, ingegnerizzare componenti, dispositivi, apparati, sistemi e servizi;
- progettare sistemi embedded a partire dalla definizione delle specifiche fino alla fase realizzativa dei prototipi;
- progettare e gestire esperimenti di elevata complessità;
- sviluppare materiali e dispositivi innovativi sia elettronici che optoelettronici, con competenze anche nel campo delle nanotecnologie e delle moderne tecnologie di integrazione (More than Moore e Beyond Moore);
- trasformare conoscenze scientifiche in nuove tecnologie e trasferire l'innovazione al sistema produttivo;
- collaudare e verificare la sicurezza e l'affidabilità di componenti e sistemi;
- identificare e risolvere, anche in modo innovativo, problemi complessi che richiedono un approccio interdisciplinare grazie alle conoscenze degli aspetti tecnico-scientifici dell'ingegneria elettronica e dei campi ad essa prossimi;

Allo scopo di raggiungere tali obiettivi, il percorso didattico è incardinato sulle materie caratterizzanti della classe (elettronica, nei suoi vari aspetti, misure elettriche ed elettroniche, campi elettromagnetici), supportate da attività didattiche di base e affini-integrative strettamente correlate quali fisica e chimica per l'elettronica, elettrotecnica, elettronica di potenza.

Alla connotazione multidisciplinare della figura professionale che si intende formare, si provvede con l'ampia e diversificata offerta formativa del secondo anno che consente di acquisire le competenze necessarie ad operare in numerosi campi applicativi.

Il corso di Laurea prevede inoltre specifici corsi di laboratorio e corsi al cui interno sono previste esercitazioni pratiche in laboratorio, che forniscono le conoscenze delle metodologie sperimentali e della strumentazione, necessarie alle competenze legate alla sperimentazione di soluzioni innovative, alla conduzione di esperimenti complessi, al monitoraggio, alla certificazione e alla qualificazione di prodotti e processi.

Il corso di Laurea prevede inoltre attività volte a favorire l'interazione con il mondo del lavoro tramite lo svolgimento di tirocini formativi e tesi che possono essere svolti presso aziende, imprese, centri di ricerca e istituzioni sia nazionali che internazionali.

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

### 1. Funzione in un contesto di lavoro

La figura professionale dell'Ingegnere Elettronico per l'Industria e l'Innovazione conduce ricerche ovvero applica le conoscenze esistenti in materia di elettronica e di proprietà elettroniche dei materiali per disegnare, progettare e controllare funzionalmente sistemi, apparati, circuiti e componenti elettronici per usi commerciali, industriali o scientifici. Contribuisce a innovare la conoscenza scientifica e la sua applicazione in ambito produttivo. Può inoltre sovrintendere e dirigere tali attività.

Alcune tra le principali funzioni dell'Ingegnere Elettronico di secondo livello sono:

- Progettista di dispositivi
- Progettista di circuiti
- Ingegnere di ricerca e sviluppo
- Responsabile di laboratorio
- Ingegnere elettronico analista
- Progettista di dispositivi e sistemi a microonde
- Libero professionista

### 2. Competenze associate alla funzione

La Laurea Magistrale in Ingegneria Elettronica per l'Industria e l'Innovazione fornisce molteplici competenze, tra cui:

- conoscere gli aspetti scientifici e tecnici dell'ingegneria elettronica, che permettono di affrontare problemi complessi e che richiedono un approccio originale e interdisciplinare;
- utilizzare e progettare dispositivi, circuiti e sistemi elettronici e optoelettronici;
- utilizzare e progettare sistemi embedded con sensori, microcontrollori, alimentazione e connettività;
- utilizzare dispositivi elettronici programmabili, come microcontrollori, microprocessori, FPGA;
- utilizzare e sviluppare strumentazione di laboratorio;
- condurre esperimenti scientifici di elevata complessità, risolvendo problematiche ingegneristiche che richiedono un approccio interdisciplinare;
- conoscere le proprietà elettroniche e ottiche dei materiali per l'elettronica e le relative tecnologie;
- capacità di collaborare alla progettazione, prototipazione e produzione di sistemi o apparati misti (come ad esempio, automotive, aerospaziali, energetici, elettrici, per l'ambiente, per la salute, ecc.);
- trasferire l'innovazione ai processi produttivi e gestirne l'applicazione ai settori delle tecnologie avanzate;
- *soft skills*, come autonomia, flessibilità, organizzazione del lavoro, gestione delle informazioni, comunicazione, team-work;
- essere in grado di utilizzare fluentemente, in forma scritta e orale, almeno una lingua dell'Unione Europea oltre l'italiano.

### 3. Sbocchi occupazionali

Gli sbocchi occupazionali dei laureati in Ingegneria Elettronica per l'Industria e l'Innovazione sono estremamente ampi e variegati.

I principali sbocchi occupazionali sono quelli dell'innovazione, della progettazione avanzata, dello sviluppo della produzione, della pianificazione e programmazione, della gestione di sistemi complessi nelle imprese manifatturiere o di servizi, nella libera professione, nelle amministrazioni pubbliche e nei centri di ricerca.

Tra le principali collocazioni dell'Ingegnere Elettronico di secondo livello si possono citare:

- imprese di progettazione di componenti, apparati e sistemi elettronici ed optoelettronici;
- industrie di elettronica consumer;
- industrie di semiconduttori, di circuiti integrati e di sistemi embedded;
- industrie ad alta tecnologia trasversale, quali automotive, aerospaziali, energetici, elettrici, per l'ambiente, per la salute;
- industrie di strumentazione elettronica, optoelettronica, per applicazioni analitiche, e per laboratori di ricerca e sviluppo;
- amministrazioni pubbliche e imprese di servizi;
- industrie di automazione industriale, sensori, robotica, domotica;
- società di consulenza per la progettazione sistemi e applicazioni;
- enti di ricerca scientifica e tecnologica nazionali e internazionali;
- attività di libero professionista.

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

1. Ingegneri elettronici - (2.2.1.4.1)
2. Ingegneri progettisti di calcolatori e loro periferiche – (2.2.1.4.2)
3. Ricercatori e tecnici laureati nelle scienze matematiche e dell'informazione - (2.6.2.1.1)
4. Ricercatori e tecnici laureati nelle scienze ingegneristiche industriali e dell'informazione - (2.6.2.3.2)

### **Art. 3. Conoscenze richieste per l'accesso e requisiti curriculari**

Per l'accesso alla Laurea magistrale in Ingegneria elettronica per l'industria e l'innovazione è richiesto il possesso di una laurea di primo livello nelle Classi dell'Ingegneria dell'Informazione (di cui al D.M.509/1999 o D.M.270/2004) con riconoscimento integrale dei 180 crediti previsti nel piano di studi della Laurea di primo livello. L'accesso alla Laurea magistrale può avvenire anche a partire dalle lauree delle classi L-9 Ingegneria industriale e L-30 Scienze e tecnologie fisiche attraverso un'attenta valutazione del curriculum dello studente. L'iscrizione di studenti con laurea triennale diversa da quelle specificate, o di Laurea conseguita in paese estero, sarà valutata dal Collegio Didattico sulla base del curriculum di studi dello studente. Eventuali carenze curriculari, individuate dal Collegio Didattico, dovranno essere colmate prima dell'immatricolazione attraverso l'iscrizione a singoli insegnamenti e il superamento dei relativi esami.

È inoltre richiesto allo studente di essere capace di comunicare efficacemente, in forma scritta e orale, in lingua inglese. Il riconoscimento dell'idoneità linguistica è effettuato sulla base del superamento di prove di verifica svolte presso il Centro Linguistico di Ateneo di Roma Tre o dell'Ateneo di provenienza.

### **Art. 4. Modalità di ammissione**

È richiesto il possesso della laurea di primo livello nelle Classi dell'Ingegneria dell'Informazione (di cui al D.M.509/1999 o D.M.270/2004) o laurea in Ingegneria conseguita secondo il Preesistente Ordinamento (ante D.M. 509/1999).

Può avvenire anche a partire dalle lauree delle classi L-9 Ingegneria industriale e L-30 Scienze e tecnologie fisiche attraverso un'attenta valutazione del curriculum dello studente.

Possono presentare domanda anche i laureandi che prevedono di conseguire il titolo entro la data indicata sul *Bando per l'ammissione ai corsi di Laurea Magistrale*.

La domanda preliminare, compilata secondo le indicazioni del bando, si presenta entro la data di scadenza riportata sul bando per via telematica seguendo le istruzioni presenti nel Portale dello Studente e quelle riportate sul Bando per consegna della documentazione; gli studenti provenienti da altri Atenei dovranno inoltre necessariamente far pervenire i programmi degli insegnamenti i cui esami sono stati superati, mediante inserimento nel sistema elettronico ovvero mediante posta elettronica indirizzata alla Segreteria del Collegio Didattico di Ingegneria Elettronica.

Per accedere proficuamente al Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria elettronica per l'industria e l'innovazione è necessario che:

- il candidato sia in grado di comunicare efficacemente, in forma scritta e orale, in lingua inglese;
- il candidato abbia competenze di analisi matematica, geometria ed algebra, fisica, chimica, elettrotecnica, fisica tecnica, fondamenti di elettronica analogica e digitale, fondamenti di informatica, fondamenti di automatica, telecomunicazioni, campi elettromagnetici misure elettriche, tipiche dei corsi di laurea in Ingegneria elettronica.

In relazione al percorso didattico pregresso non sono previsti crediti formativi aggiuntivi per i laureati delle classi di Laurea in Ingegneria dell'Informazione e per tutti i laureati, che rispettino i requisiti minimi come disposto dal decreto D.M. del 4 agosto 2000 e dal decreto D.M. n.157 del 16 marzo 2007 del MUR per la classe delle Lauree in Ingegneria dell'Informazione.

Per i laureati, che non soddisfino i suddetti requisiti minimi, in relazione al percorso didattico prescelto, potranno essere individuate competenze necessarie che saranno valutate per ogni singolo caso in relazione al percorso didattico presentato. La verifica delle competenze è effettuata sulla base del curriculum del candidato ed eventualmente accertata tramite un colloquio. La eventuale acquisizione di tali competenze dovrà avvenire con l'iscrizione a corsi singoli e con il superamento dei relativi esami prima dell'immatricolazione, e comunque entro il 28 febbraio di ciascun anno.

## **Art. 5. Abbreviazioni di corso per trasferimento, passaggio, reintegro, riconoscimento di attività formative, conseguimento di un secondo titolo di studio**

### **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 Regolamento Ministeriale di cui all'articolo 2, comma 148, del Decreto Legge 3 ottobre 2006, n. 262, convertito dalla Legge 24 novembre 2006, n. 286 e successive modificazioni.

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).

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

Il riconoscimento di CFU acquisiti presso un altro Corso di Studi dell'Ateneo e il percorso di studi che lo studente deve seguire per il conseguimento della laurea è stabilito dal Consiglio di Collegio Didattico tenendo conto della congruità con gli Ordinamenti Didattici e con gli obiettivi formativi del Corso di Laurea Magistrale. In particolare, sono ammessi direttamente passaggi da:

- Laurea Magistrale D.M. 270/2004 in Biomedical Engineering - Bioingegneria;
- Laurea Magistrale D.M. 270/2004 in Ingegneria delle tecnologie della comunicazione e dell'informazione;
- Laurea Magistrale D.M. 270/2004 in Ingegneria informatica;
- Laurea Magistrale D.M. 270/2004 in Ingegneria gestionale e dell'automazione;
- pre-esistenti Lauree Specialistiche D.M. 509/1999 corrispondenti alle medesime classi di laurea magistrale

per le quali sarà assicurato il riconoscimento del maggior numero possibile dei crediti già maturati dallo studente.

La domanda preliminare di passaggio, 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.

Gli studenti per i quali sono riconoscibili fino ad un massimo di 23 CFU sono ammessi al I anno; gli studenti per i quali sono riconoscibili almeno 24 CFU sono ammessi al II anno.

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

La convalida in termini di CFU delle attività formative già acquisite e il percorso formativo che lo studente deve seguire vengono stabiliti dal Consiglio di Collegio Didattico in relazione alla congruità dei contenuti formativi acquisiti e acquisibili con gli obiettivi formativi specifici del Corso di Laurea.

Sono ammessi studenti della Classe delle Lauree Magistrali in Ingegneria elettronica. In particolare, gli studenti che richiedono il trasferimento devono essere in possesso della laurea di I livello nella classe L-9 dell'Ingegneria dell'informazione secondo il D.M. 509/1999 e classe L-8 dell'Ingegneria dell'informazione secondo il D.M. 270/2004.

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.

È obbligatorio presentare autocertificazione del titolo di I livello, nonché tutti i programmi degli insegnamenti

relativi agli esami sostenuti, sia nella Laurea che nella Laurea Magistrale di provenienza. I programmi dovranno pervenire alla Segreteria Didattica mediante inserimento nel sistema elettronico ovvero mediante posta elettronica indirizzata alla Segreteria del Collegio Didattico di Ingegneria Elettronica.

Gli studenti per i quali sono riconoscibili fino ad un massimo di 23 CFU sono ammessi al I anno; gli studenti per i quali sono riconoscibili almeno 24 CFU sono ammessi al II anno.

#### **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 Magistrale in Ingegneria elettronica per l'industria e l'innovazione per il conseguimento del secondo titolo dovranno essere in possesso di un titolo di livello 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, anche 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.

È obbligatorio presentare autocertificazione del titolo di I livello, nonché tutti i programmi degli insegnamenti relativi agli esami sostenuti, sia nella Laurea che nella Laurea Magistrale. I programmi dovranno pervenire alla Segreteria Didattica mediante inserimento nel sistema elettronico ovvero mediante posta elettronica indirizzata alla Segreteria del Collegio Didattico di Ingegneria Elettronica.

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

Le attività lavorative e formative acquisite o acquisibili presso Istituzioni extra-universitarie sono convalidate sulla base di certificazione ufficiale dell'attività svolta e di quanto stabilito in eventuali convenzioni stipulate dall'Ateneo con l'istituzione coinvolta e il Dipartimento di Ingegneria Industriale, Elettronica e Meccanica.

La valutazione dei CFU riconoscibili verrà effettuata sulla base dell'attualità culturale dei programmi degli insegnamenti superati.

È possibile il riconoscimento di abilità professionali certificate fino al valore massimo dei CFU corrispondenti ai CFU 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.

## **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 12 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/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.

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 magistrale prevede un impegno di didattica frontale che varia tra le 7 e le 8 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 allo svolgimento degli esami con possibilità di anticipare all'ultima settimana di settembre l'inizio di alcune lezioni. 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.

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, 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.

Le modalità di composizione delle commissioni degli esami di profitto sono disciplinate dal Regolamento Carriera.

### **7. 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.

### 8. 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 Magistrale in Ingegneria elettronica per l'industria e l'innovazione ha un solo curriculum. Il percorso formativo è organizzato in un primo anno dedicato all'apprendimento di discipline fondanti, costituito da insegnamenti obbligatori sia caratterizzanti che affini/integrativi e in un secondo anno dedicato all'apprendimento di discipline più specialistiche. Il secondo anno comprende lo 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 al primo anno presenta il proprio Piano di Studio entro la scadenza riportata sul sito del Dipartimento di Ingegneria Industriale, Elettronica e Meccanica – Didattica – Ingegneria Elettronica.

La presentazione del Piano di Studio deve essere effettuata in accordo con quanto riportato nel percorso formativo, tenendo conto dei consigli per la compilazione del Piano di Studio che di anno in anno vengono proposti dal Consiglio di Collegio Didattico.

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.

### 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 magistrale in Ingegneria elettronica per l'industria e l'innovazione si consegue previo superamento di una prova finale, che consiste nello sviluppo, da parte dello studente, con la guida di un Docente, il relatore, e da eventuali Co-relatori, di un lavoro, la tesi di Laurea, in forma di elaborato scritto, avente carattere innovativo e che affronti aspetti di analisi e/o di sintesi relativi ad argomenti coerenti con gli obiettivi formativi del corso di studio.

La tesi ha lo scopo di effettuare una verifica del livello di apprendimento dei contenuti tecnici e scientifici da parte del candidato, la sua capacità di operare in modo autonomo, il suo livello di organizzazione, di comunicazione e di innovazione nell'analisi e sintesi di progetti complessi.

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 della tesi di laurea. La Commissione per l'esame finale è composta da almeno cinque 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* (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/>.

### 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. 2023-2024 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.

Gli allegati 1 e 2 sono resi pubblici anche mediante il sito [www.universitaly.it](http://www.universitaly.it).

### 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 magistrale

### Allegato 4

Regolamento per le attività di tirocinio

### Allegato 5

Regolamento per la prova finale di laurea



## DIPARTIMENTO: INGEGNERIA INDUSTRIALE, ELETTRONICA E MECCANICA

Ingegneria elettronica per l'industria e l'innovazione (LM-29) A.A. 2023/2024

*Didattica programmata*

### Sintesi della relazione tecnica del nucleo di valutazione - Ordinamento Didattico

Il Nucleo ha esaminato la proposta, valutandola alla luce dei parametri indicati dalla normativa. Ha giudicato in particolare in modo positivo l'individuazione delle esigenze formative attraverso contatti e consultazioni con le parti interessate, la significatività della domanda di formazione proveniente dagli studenti, le motivazioni della trasformazione proposta, la definizione delle prospettive professionali (attraverso analisi e previsioni sugli sbocchi professionali e l'occupabilità), la definizione degli obiettivi di apprendimento con riferimento ai descrittori adottati in sede europea, la coerenza del progetto formativo con gli obiettivi, le politiche di accesso. Il Nucleo conferma il parere positivo già dato sulla precedente versione dell'ordinamento e osserva che le attuali modifiche sono motivate dall'esigenza di razionalizzare l'offerta didattica, in linea con le nuove indicazioni ministeriali.

### Consultazione con le organizzazioni rappresentative - a livello nazionale e internazionale - della produzione di beni e servizi, delle professioni

Il giorno 17/01/2008 si è svolto un incontro tra i rappresentanti delle seguenti organizzazioni: Banca di Roma di UniCredit Group, Comitato Unitario Professioni, Comune di Roma, Confindustria, FI.LA.S., Mediocredito Centrale, Ministero del Lavoro e della Previdenza Sociale, Provincia di Roma, Regione Lazio, Res S.r.l., Scuola Superiore Pubblica Amministrazione, Sindacati C.G.I.L. e C.I.S.L. e i responsabili delle strutture didattiche dell'Università degli Studi di Roma Tre. Sono stati sottoposti all'esame dei rappresentanti delle organizzazioni alcuni ordinamenti didattici sia di Corsi di Laurea che di Laurea Magistrale afferenti alle Facoltà di Architettura, Giurisprudenza, Ingegneria, Lettere e Filosofia e Scienze Matematiche Fisiche e Naturali che l'Ateneo intende istituire ai sensi del D.M. n. 270/04. I pareri espressi dai rappresentanti sui progetti didattici presentati si possono ritenere complessivamente positivi. In particolare, dal dibattito è risultato un interesse all'offerta formativa che l'Ateneo intende attivare, da parte delle diverse realtà istituzionali, economiche, produttive e sociali presenti. Altro elemento di particolare rilevanza, che è emerso dall'incontro, è la disponibilità delle diverse organizzazioni a mantenere un rapporto strutturato con l'Ateneo nell'ambito dello svolgimento delle sue attività didattiche, al fine di fornire agli studenti e ai neo laureati la possibilità di migliorare e completare i propri percorsi formativi con tirocini e stage.

### Obiettivi formativi specifici del Corso

Obiettivo del corso di laurea magistrale in Ingegneria elettronica per l'industria e l'innovazione è la formazione di una figura professionale capace di progettare, sviluppare, programmare e gestire tecnologie, componenti e sistemi elettronici nel vasto campo di applicazioni della moderna Ingegneria Elettronica. La figura professionale è quella di un laureato di alto livello che guarda al futuro ma anche alle necessità correnti dell'Industria Elettronica, esperto dei singoli componenti, da cui dipende in modo critico la spinta innovativa, ma con una solida competenza anche a livello di sistema, da cui dipende la capacità di traduzione in applicazioni dei sistemi elettronici analogici e digitali quali parti indivisibili di una catena di regolazione, ottimizzazione e supporto ai processi industriali. Il corso di laurea si propone quindi di formare un ingegnere capace di: • progettare sistemi embedded a partire dalla definizione delle specifiche fino alla fase realizzativa dei prototipi; • collaudare e verificare la sicurezza e l'affidabilità dei componenti e sistemi sviluppati • identificare e risolvere problemi di pianificazione, progettazione, ingegnerizzazione, produzione e monitoraggio delle prestazioni di componenti, dispositivi, apparati, sistemi e servizi in campo elettronico Questo ingegnere conosce le tecnologie dei dispositivi e le metodologie finalizzate all'innovazione dei processi produttivi e all'ottimizzazione delle applicazioni proprie dell'ingegneria elettronica, ma ha anche la capacità di progettare e gestire sistemi e servizi nel settore delle amministrazioni pubbliche e delle imprese private. L'ingegnere elettronico per l'industria e l'innovazione è dunque preparato ad affrontare gli aspetti scientifici specifici dell'ingegneria moderna che, sempre più interdisciplinari, richiedono la conoscenza di dispositivi, sistemi e metodi basati su una tecnologia e una comprensione scientifica d'avanguardia oltre la padronanza delle relative metodologie di analisi e realizzazione.

### Autonomia di giudizio

Nell'ambito delle proprie competenze i laureati saranno in grado di assumere decisioni autonome in progetti anche di grandi dimensioni e di partecipare attivamente alle responsabilità di decisione in contesti multidisciplinari. Tale obiettivo sarà perseguito tramite i corsi di insegnamento ad orientamento progettuale e la tesi di laurea magistrale e sarà verificato con gli esami di profitto e l'esame di laurea magistrale.

### Abilità comunicative

I laureati magistrali saranno in grado di comunicare in maniera efficace le proprie idee e interagire su argomenti e tematiche sia strettamente disciplinari che interdisciplinari, anche ad alto livello. Tale obiettivo sarà perseguito attraverso gli esami, gli eventuali tirocini e la prova finale di laurea e sarà verificato con gli esami di profitto e l'esame di laurea magistrale.

### Capacità di apprendimento

I laureati saranno in grado di aggiornarsi professionalmente in maniera autonoma, mentre gli studenti migliori e più motivati potranno procedere anche nel campo della ricerca scientifica. Tale obiettivo sarà perseguito attraverso l'introduzione di componenti seminariali, di ricerca bibliografica e di elementi di ricerca scientifica all'interno di specifici corsi di insegnamento e attraverso la tesi di laurea magistrale. Sarà verificato attraverso i relativi esami di profitto e l'esame di laurea magistrale.

### Requisiti di ammissione

Per l'accesso alla Laurea magistrale in Ingegneria elettronica per l'industria e l'innovazione è richiesto il possesso delle lauree di primo livello nelle Classi dell' Ingegneria dell'Informazione (di cui al D.M.509/1999 o D.M.270/2004) con riconoscimento integrale dei 180 crediti previsti nel piano di studi di primo livello. Può avvenire anche a partire dalle lauree delle classi L-9 Ingegneria industriale e L-30 Scienze e tecnologie fisiche attraverso un'attenta valutazione del curriculum dello studente. Le modalità per la verifica delle conoscenze richieste per l'accesso sono definite all'interno del Regolamento Didattico. E' inoltre richiesto allo studente di essere capace di comunicare efficacemente, in forma scritta e orale, in almeno una lingua europea diversa dall'italiano. Il riconoscimento dell'idoneità linguistica è effettuato sulla base del superamento di prove di verifica effettuate presso il Centro Linguistico di Ateneo di Roma Tre o dell'Ateneo di provenienza, come specificato nel Regolamento Didattico del Corso di laurea Magistrale.

### Prova finale

La prova finale si realizza attraverso la presentazione e discussione di una relazione scritta avente per oggetto un progetto originale sviluppato dallo studente in modo autonomo sotto la guida di relatori e co-relatori nominati dal collegio didattico

### Note relative alle attività caratterizzanti

Note relative alle attività formative caratterizzanti Gli intervalli di CFU saranno utilizzati per: 1) poter apportare modifiche non sostanziali al corso di laurea senza necessità di approvare un nuovo ordinamento. 2) per agevolare il riconoscimento di attività svolte presso altra sede sia per possibili trasferimenti sia nell'ambito di programmi di mobilità di scambio.

### Dati di ingresso, di percorso e di uscita

**Modalità di analisi e dati a disposizione** Per l'analisi della situazione relativa ai dati di ingresso, di percorso e di uscita, si fa annualmente riferimento agli indicatori resi disponibili dall'Anagrafe Nazionale Studenti, comprensivi del set minimo di indicatori selezionati in AVA 3, in confronto con il dato nazionale e con quello di area geografica. A questi si accompagna l'analisi di ulteriori dati messi a disposizione da parte dell'ufficio statistico di ateneo, e, per i dati di uscita, anche i risultati provenienti dai questionari AlmaLaurea proposti ai laureati. L'analisi dei risultati provenienti da tali fonti viene effettuata nelle consuete attività del riesame svolte annualmente dal gruppo di gestione AQ, e discussi nelle sedute del Consiglio di Collegio Didattico per la definizione di eventuali interventi migliorativi. Si premette che, tra tutti gli indicatori forniti, sono stati selezionati quelli che evidenziano chiari punti di forza, punti di attenzione e tendenze temporali significative. In tutti i casi sono sempre stati discussi e commentati confrontandoli con i corrispondenti indici medi geografici e nazionali. **Sintesi dei risultati** Avvii di carriera e iscritti mostrano andamenti oscillatori con trend stabili da diversi anni, rimanendo però inferiori alle medie geografiche e nazionali. Costantemente elevata (negli ultimi tre anni pari al 100%) è la percentuale di studenti che proseguono al secondo anno nello stesso corso di studio. In calo e inferiori alle medie geografiche e nazionali è invece il numero di CFU acquisiti al primo anno. La percentuale di laureati che si laurea entro la durata normale del corso è in leggero aumento, avvicinandosi molto ai valori delle medie nazionali e la percentuale di immatricolati che si laureano entro la durata normale del corso rimane superiore alle medie geografiche e nazionali I dati occupazionali a uno e tre anni dal conseguimento del titolo sono in leggera flessione nell'ultimo anno, rimanendo però su valori molto elevati e di poco inferiori alle medie regionali e nazionali. Gli indicatori relativi all'internazionalizzazione risultano ancora poco soddisfacenti ma è necessario considerare l'effetto della pandemia e delle relative restrizioni. I valori dell'indicatore di qualità della ricerca dei docenti si mantiene elevato e in linea con le medie nazionali. Complessivamente, il CdS gode di un buon gradimento come dimostrato dalla percentuale di laureati che si iscriverebbero nuovamente allo stesso corso di laurea, dalla percentuale di laureandi complessivamente soddisfatti e la bassa percentuale di abbandoni, tutti valori in miglioramento rispetto all'anno precedente. Gli indicatori non commentati mostrano trend mediamente costanti e confrontabili con le medie geografiche e nazionali. **Punti di forza:** - Percentuali delle ore di docenza erogata da personale strutturato (iC19) molto elevate e superiori alle medie geografiche e nazionali. - Percentuale di studenti che proseguono gli studi nel II anno nello stesso CdS (iC14) pari al 100% per il terzo anno consecutivo e superiore alle medie geografiche e nazionali. - Ottimo rapporto docenti/studenti (iC05, iC27, iC28) generalmente migliore rispetto alle medie geografiche e nazionali. **Punti di attenzione:** - Avvii di carriera e iscritti (iC00a-d) e attrattività da altri atenei (iC04) ancora inferiori alle medie geografiche e nazionali. - Numero di CFU acquisiti al primo anno (iC13, iC15, iC16, iC16bis) in calo e inferiori alle medie geografiche e nazionali. - Indicatori relativi a internazionalizzazione (iC10-12) inferiori alle medie nazionali.

### Efficacia Esterna

**Modalità di analisi e dati a disposizione** Per l'analisi della situazione relativa all'ingresso dei laureati nel mondo del lavoro, si fa annualmente riferimento agli indicatori resi disponibili dall'Anagrafe Nazionale Studenti, in confronto con il dato nazionale e con quello di area geografica. A questi si accompagna l'analisi dei risultati provenienti dai questionari AlmaLaurea proposti ai laureati. L'analisi dei risultati provenienti da tali fonti viene effettuata nelle consuete attività del riesame svolte annualmente dal gruppo di gestione AQ, e discussi nelle sedute del Consiglio di Collegio Didattico per la definizione di eventuali interventi migliorativi. **Sintesi dei risultati** Si riporta una breve sintesi dei risultati ottenuti dall'analisi dei dati precedentemente descritti, e relativi ai laureati 2021. Dai dati AlmaLaurea relativi ai laureati nell'anno solare 2021, posti a confronto con il dato nazionale relativo alla stessa classe di laurea, si evidenziano risultati soddisfacenti: occupazione all'88,9% per i laureati ad 1 anno, dato leggermente superiore alla media nazionale e piena occupazione a 3 e 5 anni dalla laurea, valore superiore al dato nazionale. Inferiore alla media nazionale è la percentuale di occupati che ad 1 anno dalla laurea, utilizza in misura elevata le competenze acquisite con la laurea, mentre è superiore alla media nazionale a 3 anni dalla laurea. La retribuzione mensile netta, è inferiore al dato nazionale. La soddisfazione per il lavoro svolto, risulta ad 1 anno leggermente inferiore al dato nazionale e a 3 e 5 anni superiore al dato nazionale. In questo contesto, risulta quindi efficace l'insieme di iniziative svolte per ottimizzare i rapporti tra la formazione accademica ed il mondo della professione, tra cui si segnala: - le attività seminariali del CdS che si sviluppano all'interno degli insegnamenti; - il coinvolgimento delle Aziende tramite l'istituto dei tirocini, fortemente gradito dagli studenti e sostenuto dal CdS nel corso delle varie offerte formative; - premi di laurea. I punti di cui sopra sono chiaramente punti di forza del CdS, poiché rappresentano per gli studenti occasioni che permettono loro di conoscere l'ambiente di lavoro e di valutare la possibilità di un loro inserimento in tale ambito.

### Orientamento in ingresso

Il Collegio Didattico di Ingegneria Elettronica, struttura didattica competente per il presente Corso di Studio, svolge, in sinergia con il Dipartimento, intense

attività di orientamento finalizzate sia all'incremento delle immatricolazioni sia a favorire lo sviluppo di una maggiore consapevolezza da parte degli studenti nel compiere scelte coerenti con le proprie conoscenze, competenze, attitudini e aspettative. <strong>Attività di coordinamento a livello di Ateneo e di Dipartimento</strong> Il coordinamento è affidato all'Ufficio orientamento che elabora le attività di orientamento in entrata lavorando in stretta collaborazione con il Delegato del Rettore alle politiche di orientamento ed il GLOA (Gruppo di Lavoro per l'Orientamento di Ateneo). L'ufficio cura i rapporti tra le scuole medie superiori e l'Università Roma Tre, coordina e realizza attività rivolte agli studenti, come il progetto Autorientamento e le Giornate di Vita Universitaria e partecipa alle manifestazioni di orientamento realizzate presso l'Ateneo, come Orientarsi a Roma Tre o esterne come il Salone dello studente. Inoltre cura la redazione delle Guide dell'offerta formativa e il periodico di Ateneo, Roma Tre News. Tali attività sono mirate agli immatricolandi delle Lauree di primo livello ma forniscono anche informazioni sui percorsi completi, includendo le Lauree Magistrali e i relativi obiettivi formativi, percorsi e sbocchi professionali. I servizi di orientamento online messi a disposizione dei futuri studenti universitari sono nel tempo aumentati, tenendo conto dello sviluppo delle nuove opportunità di comunicazione tramite web. Inoltre, durante tutte le manifestazioni di presentazione dell'offerta formativa, sono illustrati quei siti web di Dipartimento, di Ateneo, Portale dello studente, etc., che possono aiutare gli studenti nella loro scelta. <strong>Attività di orientamento per il CdS a livello di Collegio Didattico</strong> Il Collegio Didattico organizza con cadenza annuale una giornata di orientamento dedicata a illustrare ai potenziali studenti di Laurea Magistrale (studenti del secondo e terzo anno della Laurea Triennale in Ingegneria Elettronica, di cui il Collegio Didattico è struttura didattica competente) i percorsi formativi successivi e quindi a fornire un supporto per l'orientamento consapevole dello studente verso le lauree di secondo livello pertinenti, offerte dal Dipartimento, tra cui quella del presente CdS. Durante questi incontri, il coordinatore del CdS e docenti di riferimento illustrano il regolamento didattico ed il manifesto fornendo una panoramica sugli insegnamenti comuni a tutti gli studenti, i percorsi didattici e le attività a scelta dello studente. E' inoltre fornito agli studenti materiale informativo a carattere divulgativo sotto forma di brochure che illustra le principali caratteristiche delle lauree e i relativi sbocchi professionali. L'attività di orientamento qui illustrata è affiancata dall'utilizzo del sito web del collegio didattico ove è data evidenza al Regolamento didattico dei vari CdS. Il sito web è costantemente aggiornato e video esplicativi dei differenti percorsi sono pubblicati a beneficio dello studente.

### **Orientamento e tutorato in itinere**

Le attività di orientamento in itinere e il tutorato costituiscono un punto particolarmente delicato del processo di orientamento. L'organizzazione del CdS garantisce allo studente una certa autonomia e prevede il sostegno del corpo docente come ausilio alla scelta dei percorsi e all'organizzazione dello studio in generale. Gli studenti possono rivolgersi al Coordinatore e ai docenti di riferimento durante il loro percorso universitario per avere informazioni generali sul CdS, sulle materie a scelta dello studente, sulla progettazione di un piano di studi individuale, sul tirocinio, sulla prova finale e sulle scelte post-laurea magistrale. In particolare, gli studenti possono rivolgersi al Coordinatore del Collegio Didattico o suoi delegati per problemi inerenti la loro carriera universitaria, per consigli sulle scelte da intraprendere (insegnamenti a scelta libera, piani di studio individuali), per difficoltà specifiche inerenti gli insegnamenti erogati in base ai requisiti curriculari posseduti, per altri tipi di problemi o difficoltà che possono insorgere. Il Coordinatore svolge azioni di assistenza e monitoraggio anche con l'ausilio dei rappresentanti degli studenti, finalizzate a rimuovere eventuali ostacoli ad una proficua frequenza dei corsi, anche attraverso iniziative rapportate alle necessità, alle attitudini ed alle esigenze dei singoli. A livello individuale, l'attività di consulenza è svolta anche a livello di singolo docente del CdS e assicurata nell'ambito delle ore dedicate al ricevimento e al supporto degli studenti. Il CdS favorisce l'accessibilità al materiale didattico anche a studenti non frequentanti attraverso l'incentivazione all'impiego della piattaforma e-learning Moodle presente e disponibile per molti degli insegnamenti del CdS. Il Collegio Didattico promuove, di concerto con il Dipartimento e l'Ufficio Studenti con Disabilità e DSA, iniziative di supporto per gli studenti con Disturbi Specifici di Apprendimento (DSA) per mezzo di un efficace supporto metodologico-didattico, servizi di tutorato e recependo le guide del vademecum per i docenti. Per studenti con disabilità, fornisce supporti tramite la biblioteca di area tecnologica. Inoltre, l'Ateneo, con l'obiettivo di ampliare i servizi in favore degli studenti, di contrastare il fenomeno dell'abbandono degli studi e di incrementare le performance didattiche degli studenti, ha elaborato un progetto per lo sviluppo delle attività di tutorato, didattico-integrative, propedeutiche e di recupero, mettendo a disposizione cospicue risorse finanziarie. Il progetto consiste nell'attivazione di un considerevole numero di assegni di tutorato ai sensi dell'art. 1 del D.L. n. 105/2003, per lo svolgimento delle seguenti attività, coordinate dai singoli Dipartimenti: a) supporto di tipo orientativo-amministrativo per favorire l'inserimento dei neo-iscritti nell'ambiente universitario (ad es. interazione con gli uffici e fruizione dei relativi servizi, preparazione del piano di studi etc.); b) supporto alla preparazione e allo studio: assistenza agli studenti per il recupero degli obblighi formativi aggiuntivi (OFA), sostegno per l'acquisizione di idonei metodi di apprendimento in determinati insegnamenti ritenuti maggiormente selettivi (ad es. mediante esercitazioni, gruppi di studio, ripetizioni etc.). Gli assegni di tutorato sono conferiti a studenti seniores, già molto avanti negli studi, preferibilmente iscritti ai corsi di dottorato di ricerca o di laurea magistrale, in possesso di requisiti di merito stabiliti negli appositi bandi di reclutamento. A parità di merito prevale lo studente con situazione economico-reddituale minore. Tali studenti sono quindi in grado di fornire un servizio utile ai loro colleghi più giovani, mettendo a fattor comune l'esperienza già maturata nel corso della carriera accademica. Le attività svolte negli scorsi anni accademici hanno riscontrato ampio gradimento da parte dei Dipartimenti e gli stessi tutor hanno dichiarato di ritenere che le attività svolte sono state utili per i loro colleghi più giovani, con il raggiungimento degli obiettivi previsti.

### **Assistenza per lo svolgimento di periodi di formazione all'esterno (tirocini e stage)**

Le attività di assistenza per tirocini e stage sono svolte dall'Ufficio Stage e Tirocini che promuove sia tirocini curriculari, rivolti a studenti e finalizzati a realizzare momenti di alternanza tra studio e lavoro con lo scopo di affinare il processo di apprendimento e di formazione; sia tirocini extracurriculari, rivolti ai neolaureati e finalizzati ad agevolare le scelte professionali e l'occupabilità. Per favorire una migliore gestione delle attività di tirocinio e stage, l'Ufficio si avvale di una piattaforma informatica - Gomp tirocini- creata in collaborazione con Porta Futuro Lazio. In tale piattaforma gli studenti e neolaureati possono accedere direttamente dal loro profilo GOMP del Portale dello Studente, con le credenziali d'Ateneo, e utilizzare il menù dedicato ai TIROCINI. Le aziende partner hanno l'opportunità di pubblicare inserzioni o ricercare contatti tra i cv presenti nel sistema, richiedendo ovviamente una preventiva autorizzazione al contatto per avere la disponibilità dei dati sensibili. Attraverso la piattaforma stessa si possono gestire le pratiche di attivazione dei tirocini curriculari ed extracurriculari regolamentati dalla regione Lazio sottoscrivendo le relative convenzioni e perfezionando i relativi Progetti Formativi. Le altre tipologie di tirocinio vengono gestite al di fuori della piattaforma (estero, post titolo altre Regioni...). Nel 2022 sono state attivate 769 nuove convenzioni per tirocini curriculari in Italia e 1731 tirocini curriculari, 106 convenzioni per tirocini extracurriculari e 47 tirocini extracurriculari, 28 convenzioni per l'estero e 16 tirocini all'estero. In un'apposita sezione della pagina Career Service del sito d'Ateneo vengono promossi gli avvisi pubblici per tirocini extracurriculari di enti pubblici quali ad esempio la Banca d'Italia, la Corte Costituzionale, la Consob e nella pagina tirocini curriculari del sito d'Ateneo le inserzioni per tirocini curriculari relative a bandi particolari o inserzioni di enti ospitanti stranieri non pubblicizzabili attraverso la piattaforma Gomp. Tali pubblicazioni vengono accompagnate da un servizio di newsletter mirato al bacino d'utenza coinvolto nelle inserzioni stesse. L'ufficio Stage e Tirocini svolge in particolare le seguenti attività: supporta l'utenza (enti ospitanti e tirocinanti) relativamente alle procedure di attivazione (che avvengono prevalentemente attraverso la piattaforma Gomp) e alla normativa di riferimento, oltre che telefonicamente e tramite e-mail, con orari di apertura al pubblico; cura i procedimenti amministrativi (contatti con enti ospitanti, acquisizione firme rappresentanti legali, repertorio, trasmissione agli enti previsti da normativa) di tutte le convenzioni per tirocinio e tutti gli adempimenti amministrativi relativi ai Progetti Formativi di tirocini curriculari ed extracurriculari (ad eccezione dei tirocini curriculari del dipartimento di Scienze della Formazione e del dipartimento di Scienze Politiche); cura l'archivio generale dei dati relativi ai tirocini attivati e ne fornisce report su richiesta (Ufficio statistico, Nucleo di Valutazione...) cura l'iter dei tirocini attivati attraverso la Fondazione Crui (Maeci, Scuole italiane all'estero - Maeci, Camera dei Deputati) e finanziati dal Miur e di convenzioni particolari con Enti pubblici (Quirinale); gestisce bandi per tirocini post titolo in collaborazione con Enti Pubblici (Banca d'Italia, Corte Costituzionale, Consob) curandone la pubblicizzazione, la raccolta delle candidature e la preselezione in base a dei requisiti oggettivi stabiliti dagli enti stessi; Gestisce le procedure di attivazione di tirocini che vengono ospitati dall'Ateneo, siano essi curriculari che formativi e di orientamento, post titolo, di inserimento /reinserimento (Torno Subito) o Erasmus +; partecipa a progetti finanziati da Enti pubblici quali Provincia, Regione e Ministero del lavoro a sostegno dell'inserimento nel mondo del lavoro.

## Assistenza e accordi per la mobilità internazionale degli studenti

L'Ateneo incentiva periodi di formazione all'estero dei propri studenti nell'ambito di appositi accordi stipulati con università estere, sia nell'ambito dei programmi europei promossi dalla Commissione Europea, sia in quello dei programmi di mobilità d'Ateneo. Gli studenti in mobilità internazionale ricevono un sostegno economico sia sotto forma di contributi integrativi alle borse comunitarie, sia col finanziamento di borse totalmente a carico del bilancio d'Ateneo per altre iniziative di studio e di ricerca. Per ogni iniziativa vengono pubblicati appositi Bandi, Avvisi, FAQ, Guide. Vengono garantiti un servizio di Front Office; assistenza nelle procedure di iscrizione presso le istituzioni estere, in collaborazione con le strutture didattiche che si occupano dell'approvazione del progetto di formazione; assistenza per le procedure di richiesta del visto di ingresso per mobilità verso Paesi extra-europei; contatto costante con gli studenti che si trovano all'estero e intervento tempestivo in caso di necessità. Tutte le attività di assistenza sono gestite dagli uffici dell'Area Studenti, che operano in stretta collaborazione con le strutture didattiche, assicurando monitoraggio, coordinamento delle iniziative e supporto ai docenti, anche nelle procedure di selezione dei partecipanti alla mobilità. Nel quadro degli obiettivi di semplificazione, le procedure di candidatura ai bandi sono state tutte informatizzate tramite servizi on line descritti nelle sezioni dedicate del Portale dello Studente (<http://portalestudente.uniroma3.it/>). Attraverso un'area riservata, gli studenti possono visualizzare i dati relativi alla borsa di studio assegnata e svolgere alcune azioni online quali l'accettazione o rinuncia alla borsa, la compilazione del progetto di studio (Learning Agreement) e la firma del contratto finanziario. Per gli aspetti di carattere didattico, gli studenti sono assistiti dai docenti, coordinatori dei programmi o referenti degli accordi, che li indirizzano alla scelta dei corsi da seguire all'estero e li assistono nella predisposizione del Learning Agreement. Il Centro Linguistico di Ateneo offre agli studenti la possibilità di approfondire la conoscenza della lingua straniera prima della partenza attraverso lezioni frontali e corsi in autoapprendimento. Gli studenti sono informati anche sulle opportunità di formazione internazionale offerte da altri Enti o Istituzioni accademiche. Oltre a pubblicare le informazioni sul proprio sito, vengono ospitati eventi dedicati in cui i promotori delle iniziative stesse e le strutture di Ateneo informano e dialogano con gli studenti. Tutte le iniziative di formazione all'estero vengono pubblicizzate nella sezione "Mobilità Internazionale" del Portale dello Studente (<http://portalestudente.uniroma3.it/>), sui siti dei Dipartimenti e sul sito d'Ateneo (<http://www.uniroma3.it>), nonché diffuse attraverso i profili Facebook e Twitter dell'Area Studenti, dell'Ateneo e dei Dipartimenti.

## Accompagnamento al lavoro

**Iniziative di accompagnamento nel percorso formativo** Per quanto concerne l'orientamento in uscita, allo scopo di favorire l'interazione col mondo del lavoro, negli ultimi anni il CdS ha reso obbligatorio l'attività di tirocinio presso laboratori del Dipartimento, aziende e imprese (generalmente del territorio, ma a volte anche all'estero) con 6 CFU. **Iniziative di Ateneo** L'Ufficio Job Placement favorisce l'incontro tra la domanda e l'offerta di lavoro attraverso numerosi servizi descritti nella sezione del sito di Ateneo dedicata al Career Service - Università Roma Tre ([uniroma3.it](http://uniroma3.it)) Il Career Service si rivolge agli studenti, ai laureati, alle imprese, alle istituzioni come punto di informazione e di accesso ai numerosi servizi offerti da Roma Tre nell'ambito dell'orientamento professionale, dei tirocini extracurricolari, del placement e intermediazione tra domanda e offerta di lavoro, del sostegno alle start up e all'autoimprenditorialità, del potenziamento dell'occupabilità degli studenti. Attraverso il Career Service viene presentato, suddiviso per macro aree tematiche, il complesso delle attività che fanno capo a diversi uffici dell'Ateneo, nonché è possibile consultare tutte le iniziative dipartimentali in materia di placement e le iniziative che Roma Tre sviluppa in accordo con soggetti esterni pubblici e privati al fine di arricchire continuamente l'offerta di opportunità e servizi proposta a studenti e laureati. Nel corso del 2022 le attività di accreditamento delle aziende per la stipula delle convenzioni per i tirocini sono state svolte interamente sulla piattaforma GOMP. Le aziende accreditate durante l'anno sono state 912. Nella pagina del Career Service dedicata alle opportunità di lavoro sono state pubblicate 126 offerte di lavoro (tutte riguardanti contratti di lavoro subordinato) e nel corso dell'anno sono state inviate 110 newsletter mirate, indirizzate a studenti e laureati. Sempre nella direzione di favorire l'incontro tra domanda ed offerta Roma Tre conferma l'adesione al Consorzio AlmaLaurea ([www.almalaurea.it](http://www.almalaurea.it)). Nel corso dell'anno sono stati realizzati dall'ufficio Job Placement 8 incontri con le aziende. In particolare si segnalano le seguenti iniziative: Recruiting Day con Generali, su Microsoft Teams Progetto Disegna il tuo Futuro - Portolano Cavallo Studio Legale, su Microsoft Teams Future Shaper Graduate Program - TeamSystem, su Microsoft Teams Recruiting Day in presenza con FIELMAN, evento riservato a studenti e laureati in Ottica e Optometria Recruiting Day in presenza con Pedevilla, evento riservato a studenti e laureati in Scienze e Culture enogastronomiche Deloitte presenta Lumina Academy per gli studenti e laureati dell'area umanistica, su Microsoft Teams Incontro in presenza con Salmoiraghi & Viganò, per gli studenti e laureati in Ottica e Optometria University Campaign: cosa significa essere un giovane avvocato in BonelliErede, evento in presenza dedicato agli studenti di Giurisprudenza Nell'ambito del progetto "Roma Tre incontra le aziende", progetto di Ateneo dedicato a rafforzare il legame del mondo universitario con le imprese grazie a una serie di appuntamenti dedicati agli Amministratori Delegati delle principali aziende leader in Italia e nel mondo sono stati realizzati incontri in presenza con Infratel Italia, ABACO Group e FICO Eataly World. Sebbene il matching diretto tra domanda ed offerta costituisca un importante strumento per i giovani laureati per entrare nel mondo del lavoro sono altresì necessari servizi di accompagnamento che consentano di riflettere e costruire il proprio orientamento professionale. In tale direzione proseguono le attività di Porta Futuro Rete Università, progetto della Regione Lazio-Laziodisco, in collaborazione con gli Atenei, che offre a studenti e laureati l'opportunità di crescere professionalmente, attraverso servizi di orientamento e di formazione, per posizionarsi al meglio sul mercato del lavoro. Si evidenzia che nel corso dell'anno 264 studenti si sono avvalsi del servizio di CV-Check, consulenza individuale erogata dagli operatori di Porta Futuro Lazio e finalizzata a revisionare il curriculum, verificando che esso contenga gli elementi di contenuto e normativi necessari per renderlo efficace ed in linea con il profilo professionale. Nel corso del 2022 Porta Futuro Lazio ha realizzato 264 seminari formativi per i quali si riportano di seguito alcuni degli argomenti trattati: Instagram marketing, Web Writing, Cyber Security, LinkedIn, Performance e OKR, Programmazione Neuro Linguistica Problem Solving, Intelligenza Emotiva. Su questa pagina è possibile consultare i servizi erogati da Porta Futuro Lazio Roma Tre - Università Roma Tre ([uniroma3.it](http://uniroma3.it)) Grazie all'accordo integrativo "Porta Futuro Lazio" sottoscritto in data 07/07/2022 l'Ufficio Job Placement ha implementato i propri servizi specialistici proponendo incontri finalizzati a sviluppare competenze trasversali e soft skills e ad acquisire validi strumenti di supporto all'inserimento lavorativo. Come previsto dall'accordo sono stati messi a disposizione di studenti e laureati il servizio di Colloquio di Orientamento Professionale di secondo livello ed il servizio di Bilancio di Competenze, entrambi i servizi specialistici sono stati erogati da personale altamente qualificato. Grazie alla collaborazione sinergica tra l'Ufficio Job Placement di Ateneo e lo sportello Porta Futuro Lazio di Roma Tre sono stati realizzati 33 laboratori, ognuno dei quali è stato articolato da un minimo di 4 ore ad un massimo di 30 ore realizzate su più giornate per un totale di 295 ore di attività. Alcuni laboratori sono stati ripetuti in molteplici edizioni dando così l'opportunità ad un vasto numero di utenti di prenderne parte. La promozione delle iniziative è stata svolta attraverso la pubblicazione nell'apposita sezione del Career service dedicata alla Formazione professionale e potenziamento dell'occupabilità - Università Roma Tre ([uniroma3.it](http://uniroma3.it)) e attraverso l'invio di numerose newsletter indirizzate a studenti e laureati. Nello specifico sono stati realizzati i seguenti laboratori in presenza: Fondamentali di Microsoft Excel (8 edizioni, 56 ore) Microsoft Excel - approfondimento funzioni e formule (4 edizioni, 18 ore) Laboratori On line, su Microsoft Teams: Supporto redazione cv e colloquio di selezione in lingua spagnola (2 edizioni, 20 ore) Supporto redazione cv in lingua inglese (edizione unica, 13 ore) Simulazione del colloquio di selezione in lingua inglese (edizione unica, 13 ore) Apprendere a distanza con i Mooc (edizione unica, 25 ore) Il laboratorio biografico in funzione dell'emersione e della validazione delle competenze (edizione unica, 19 ore) Innovazione, impresa, lavoro e nuove competenze: in quale era siamo? (2 edizioni, 20 ore) Sviluppare competenze strategiche per lo studio e il lavoro" (2 edizioni, 19 ore) Forme di ingresso nel mercato del lavoro: relazioni di lavoro, contratti, trattamenti (4 edizioni, 64 ore) Tecniche di ricerca attiva del lavoro (3 edizioni, 12 ore) Simulazione del colloquio di lavoro (4 edizioni, 16 ore) Professionisti di elevata qualificazione si sono resi disponibili ad offrire a studenti e laureati la possibilità di intraprendere percorsi di orientamento professionale di II livello articolati in 3 incontri di un'ora ciascuno per un totale di 81 ore di attività. È stato possibile infine beneficiare del servizio di Bilancio di competenze nell'ambito del quale sono stati perseguiti i seguenti obiettivi: rafforzamento dell'empowerment individuale nella ricerca del lavoro o ulteriori opportunità formative; consolidamento di una progettualità matura nella ricerca del lavoro o ulteriori opportunità formative; miglioramento della conoscenza del mercato del lavoro nel cui orizzonte collocare la progettualità di ciascun partecipante all'attività di Bilancio di competenze. Le ore complessive dedicate al Bilancio di competenze sono state 210. **Iniziative di Dipartimento** In seno al Dipartimento, durante l'anno accademico, sono organizzati eventi indirizzati a studenti e a professionisti quali il 'CV at lunch' in cui alle aziende partecipanti viene fornito uno spazio per presentarsi e interagire con gli studenti al fine di possibili assunzioni.

## Eventuali altre iniziative

In particolare si segnalano iniziative di collegamento (Codemotion e Data Driven Innovation), a cui si affiancano iniziative di Dipartimento specificatamente dedicate alle consultazioni con le parti interessate come l'evento 'Ingegneria 2025' e quelle intraprese in maniera sistematica dal Dipartimento di Ingegneria Industriale, Elettronica e Meccanica, quelli organizzati a livello di Ateneo come la serie di incontri 'Roma Tre incontra le Aziende' promossi dai pro-rettori alla terza missione dell'Ateneo. Si segnalano inoltre, per tutti i CdS del Collegio Didattico di Ingegneria Elettronica, cui questo CdS fa riferimento, la presentazione di seminari da parte di rappresentanti dell'Industria che illustrano problemi, soluzioni e prospettive di attività in campo industriale. Ai fini di favorire l'orientamento in uscita, sono inoltre organizzate in Dipartimento giornate di incontro con le Aziende (CV at Lunch e Career Day: il DIEM incontra le aziende) volte a presentare agli studenti le principali aziende operanti nei settori di interesse del Dipartimento e permettere una interazione con i rappresentanti delle Aziende coinvolte.

## Opinioni studenti

**Metodo di analisi e dati a disposizione** Per analizzare l'esperienza dello studente, sono stati presi in considerazione i risultati in forma aggregata dei questionari relativi alle opinioni degli studenti (OpiS) messi a disposizione dall'Ateneo, e qui riportati in allegato. I risultati dei questionari degli studenti vengono regolarmente discussi nei Consigli di Collegio Didattico per quanto riguarda problemi di carattere generale (p.es., quelli riguardanti l'organizzazione didattica del CdS), mentre problemi specifici, riguardanti singoli docenti, vengono affrontati direttamente dal Coordinatore con le persone interessate. Tale attività è anche alla base del riesame svolto annualmente per le attività di monitoraggio ed autovalutazione del CdS. È opportuno evidenziare, che la didattica dell'AA 2021-2022 si è svolta in modalità mista a seguito della situazione pandemica. Opportuni quesiti sono stati somministrati agli studenti per valutare la qualità e le eventuali criticità del processo di erogazione dei corsi a distanza e delle attività di supporto agli studenti da parte dei docenti. **Sintesi dei risultati** Nell'AA 2021-2022 la soddisfazione complessiva degli studenti frequentanti è superiore a quella del Dipartimento e a quella d'Ateneo. Con riferimento alle opinioni degli studenti frequentanti si rileva un livello di soddisfazione molto buono relativamente al materiale didattico proposto, all'adeguatezza delle conoscenze preliminari richieste e del carico didattico. Eccellenti le opinioni degli studenti relative al corpo docente con particolare riferimento alla chiarezza espositiva, alla capacità del docente di stimolare interesse, e all'insegnamento nel suo complesso, con percentuali di soddisfazione molto vicine al 100%. Con riferimento alle opinioni degli studenti non frequentanti, si osserva un livello di soddisfazione molto buono per il materiale didattico, un interesse per il corso e un livello di soddisfazione del corso molto elevato. In generale il livello di soddisfazione è inferiore rispetto a quello espresso dagli studenti frequentanti ma molto buono e superiore ai dati di Dipartimento e di Ateneo. Con riferimento alla didattica a distanza le opinioni degli studenti evidenziano l'adeguatezza delle infrastrutture tecnologiche di Dipartimento e la capacità dei docenti di utilizzare le nuove modalità di didattica e di interazione con gli studenti a distanza sia per la docenza che per il ricevimento, con percentuali di soddisfazione relativamente alla didattica erogata a distanza pari all'89% e in relazione alle soluzioni tecnologiche adottate pari al 91%. In sintesi, l'analisi effettuata sulle opinioni degli studenti mette in evidenza lo stato di buona salute del CdS. Il Coordinatore del Collegio Didattico, dall'analisi dei questionari degli studenti relativi ai singoli corsi ha comunque individuato qualche criticità che si propone di analizzare con i docenti dei corsi interessati allo scopo di enucleare le problematiche e individuare le relative soluzioni. Gli esiti della valutazione della didattica relativa all'AA 2021-2022 sono riportati integralmente nel file allegato.

## Struttura organizzativa e responsabilità a livello di Ateneo

La struttura organizzativa e le responsabilità a livello di Ateneo in relazione al Sistema di Assicurazione della Qualità (SAQ) sono illustrate nel Manuale della Qualità, in cui sono definiti i principi ispiratori del SAQ di Ateneo, i riferimenti normativi e di indirizzo nei diversi processi di Assicurazione della Qualità (AQ), le caratteristiche stesse del processo per come sono state declinate dall'Ateneo, nonché i ruoli e le responsabilità definite a livello centrale e locale.

## Organizzazione e responsabilità della AQ a livello del Corso di Studio

**Strutture** Il sistema di AQ del CdS fa in parte riferimento alla struttura del sistema AQ di Dipartimento (Consiglio di Dipartimento, Giunta, Commissione Didattica, Commissione Paritetica Docenti-Studenti, Responsabile AQ per la Didattica), in parte alla struttura locale (Collegio didattico di Ingegneria Elettronica, Gruppo del Riesame del CdS). La struttura del sistema AQ di Dipartimento, e la sua articolazione nel Collegio didattico di Ingegneria Elettronica, cui questo CdS fa riferimento, è descritta al link sotto riportato. Da tale pagina è anche possibile scaricare la documentazione prodotta dai diversi attori nel processo AQ negli ultimi anni. Nel seguito, inoltre, è riportato il ruolo di ciascun attore nel processo di AQ del CdS: - Consiglio di Dipartimento: approva annualmente l'offerta formativa del CdS, coordinando le risorse necessarie a realizzare le attività connesse all'offerta formativa. Discute la relazione della Commissione Paritetica, ed invia agli organi centrali di ateneo le relazioni della Commissione Paritetica e del Gruppo di Riesame coinvolto. Per l'istruttoria di tali attività si può avvalere degli organi di Dipartimento di interesse (Giunta, Commissione Didattica). Approva l'offerta formativa predisposta dal Collegio Didattico per la successiva compilazione della SUACdS. Gestisce il processo dell'intero flusso informativo relativamente all'assicurazione della qualità. - Collegio Didattico di Ingegneria Elettronica: valuta, sistematicamente, i risultati ottenuti dal CdS, verificando periodicamente l'andamento delle attività formative, provvedendo a predisporre dati per l'analisi e la risoluzione di criticità che si dovessero riscontrare nel corso dell'anno. Analizza approfonditamente, discute e approva i risultati presentati nel rapporto annuale del riesame, realizzando, per quanto di propria competenza, le azioni volte al conseguimento degli obiettivi realizzativi ivi descritti. Invia al Dipartimento la relazione del Gruppo del Riesame, dopo discussione ed approvazione in sede di consiglio. Predisporre l'offerta formativa da presentare in SUACdS, coordinando i programmi dei singoli insegnamenti. Nella figura di un gruppo ristretto al suo seno, e sotto la direzione del Coordinatore del CdS, compila annualmente la SUA-CdS sulla base di quanto approvato dal CdD. - Commissione Paritetica Docenti-Studenti di Dipartimento: valuta, in diverse sedute annuali, i risultati dell'offerta formativa del CdS, sulla base di dati statistici messi a disposizione dall'ateneo, o disponibili pubblicamente, e sulla base di segnalazioni provenienti dalle diverse componenti della commissione paritetica stessa. In tale analisi identifica punti di forza e aree di miglioramento del CdS, proponendo possibili soluzioni. Trasmette al Dipartimento, e agli organi centrali tali risultanze. - Gruppo di Riesame del CdS, composto dal Coordinatore del CdS ed un gruppo di lavoro per l'AQ del CdS, che include un rappresentante degli studenti in Consiglio di Collegio Didattico, realizza il processo di autovalutazione del CdS, per il riesame annuale e ciclico. Nel caso di riesame annuale si riunisce in diverse sedute per l'analisi dei dati e le informazioni messe a disposizione dal Presidio della Qualità attraverso la piattaforma di Ateneo, utilizzando le piattaforme note a livello nazionale per il confronto dei risultati ottenuti rispetto al panorama regionale e nazionale, e analizzando le segnalazioni provenienti dalla relazione della Commissione Paritetica di Dipartimento. Individua punti di forza del CdS ed aree di miglioramento, identificando obiettivi realizzativi, ed azioni volte al loro raggiungimento. Ove possibile, individua anche parametri utili per il monitoraggio delle azioni messe in atto, e tempistiche di intervento. Il Gruppo di Riesame compila quindi il Rapporto Annuale del Riesame, che trasmette al Collegio Didattico per la discussione comune. In caso di riesame ciclico, effettua un'analisi più approfondita dei dati, con specifico riferimento agli andamenti pluriennali dei parametri contenuti nelle diverse piattaforme a disposizione, e valutando l'efficacia di quelle azioni di miglioramento che hanno effetti sul medio periodo. Verifica l'adeguatezza dell'offerta formativa rispetto agli obiettivi formativi riportati nel Piano Strategico di Ateneo per la Didattica, e predisporre azioni correttive volte all'adeguamento delle stesse. **Strumenti** Per l'analisi dell'efficacia degli obiettivi formativi e del percorso formativo, vengono utilizzate le piattaforme disponibili online a livello di ateneo attraverso l'Ufficio Statistico di Ateneo (<http://asi.uniroma3.it/moduli/ava/>), i dati AlmaLaurea (<http://www2.almauniversity.it/cgi-bin/sondaggi/intro.php>), e le risultanze provenienti da attività di somministrazione di questionari effettuati anche da docenti in forma coordinata per gli insegnamenti dei primi anni. Altri dati a disposizione sono quelli provenienti dal sistema di questionari online per studenti, docenti, e strutture coinvolte. **Organizzazione e gestione delle attività di formazione** La formazione in ambito di AQ è curata soprattutto attraverso

incontri cadenzati con il Presidio di Qualità dell'Ateneo, per recepire indicazioni di carattere operativo sulle procedure AVA, e per la stesura delle relazioni di interesse nel processo AQ (Scheda di Monitoraggio Annuale, Rapporto del Riesame Ciclico, Relazione della Commissione Paritetica Docenti-Studenti). I diversi attori operanti nel sistema AQ del CdS sono inoltre impegnati in attività di formazione esterna attraverso la partecipazione a corsi di formazione organizzate dai soggetti istituzionali coinvolti a livello nazionale (CUN, CRUI, ...). **Sorveglianza e monitoraggio** Sia in ambito di CdS che di Dipartimento sono numerose le occasioni di riflessione riguardanti l'efficacia dei processi messi in atto per l'AQ e l'operatività delle azioni di miglioramento proposte nei RAR prodotti e discusse nelle relazioni delle Commissioni Paritetiche. Inoltre, con cadenza definita dal Nucleo di Valutazione di Ateneo, il Dipartimento è coinvolto in una serie di incontri (audizioni) che hanno l'obiettivo di fornire supporto all'attuazione di una politica di miglioramento della qualità della didattica dei CdS. Si sottolinea infine che a livello dipartimentale, nell'ambito delle attività della Commissione Didattica di Dipartimento, vengono effettuati incontri periodici tra il Responsabile AQ per la didattica del Dipartimento ed i coordinatori dei CdS. Tali riunioni sono programmate in corrispondenza dei Consigli di Dipartimento e quindi si effettuano solitamente con cadenza mensile. Nell'ambito di tali incontri vengono costantemente monitorate le azioni messe in atto in ambito di AQ e discusse eventuali criticità di carattere operativo. **Programmazione dei lavori** Tipicamente, il processo di AQ è garantito da una serie di attività di analisi, e di progettazione, svolte dai diversi attori coinvolti nel processo. Il gruppo del riesame e la commissione paritetica concentra l'attività di analisi dei dati nell'autunno successivo all'anno accademico, individuando nel mese di dicembre le azioni di miglioramento che verranno messe in atto con l'approvazione della nuova offerta formativa della primavera successiva. Sono comunque previste riunioni del Gruppo del Riesame anche durante gli altri periodi per monitoraggio continuo e pianificazione a medio-lungo termine. Per una descrizione più dettagliata delle attività AQ svolte a livello Dipartimentale, si può fare riferimento al link inserito.

## Opinioni dei laureati

**Modalità di analisi e dati a disposizione** Per analizzare l'esperienza dei laureati, sono utilizzati annualmente i dati AlmaLaurea relativi al profilo dei laureati. I risultati dei questionari AlmaLaurea sono regolarmente discussi nei Consigli di Collegio Didattico e vengono analizzati nelle varie attività di riesame svolte annualmente per il monitoraggio e l'autovalutazione del CdS. Al link presente è possibile analizzare la sintesi dei risultati, relativamente all'anno solare 2021, ultimo dato disponibile del consorzio AlmaLaurea. **Sintesi dei risultati** La soddisfazione dei laureandi è ottima: il 100% dei laureandi intervistati da AlmaLaurea indica una soddisfazione complessiva positiva. Il 100% dei laureati intervistati si iscriverebbero allo stesso corso di studio. La valutazione positiva si mantiene anche per le voci di dettaglio relative all'esperienza dei laureandi riguardo carico di studio, organizzazione degli esami, rapporti con i docenti, adeguatezza delle aule e delle biblioteche. Meno positive sono invece le valutazioni riguardo postazioni informatiche e attrezzature per laboratori.

## Opinioni enti e imprese con accordi di stage / tirocinio curriculare o extra-curriculare

Il tirocinio formativo dei laureati magistrali in LM29 da alcuni anni è obbligatorio e prevede 6 CFU. Il tirocinio può essere effettuato presso enti o imprese o presso i laboratori di ricerca del Dipartimento di Ingegneria Industriale, Elettronica e Meccanica. E' possibile ricavare alcune indicazioni dai contatti con enti ed aziende, che accettano sempre volentieri studenti per il tirocinio, compatibilmente con i vincoli che vengono posti sul numero complessivo di tirocinanti presenti in azienda. Il tirocinio/stage è stato, sia pure in percentuali non elevate, un biglietto da visita per assunzioni a tempo indeterminato presso le aziende. Inoltre, sono promossi per tutti i corsi di studi relativi al CCD in Ingegneria Elettronica e verranno ulteriormente potenziati seminari condotti da Rappresentanti di Enti di ricerca e dell'Industria che illustrano problemi, soluzioni e prospettive di attività in campo di ricerca e sviluppo. Tra questi seminari sono compresi in modo particolare anche quelli riguardanti i settori tematici della Laurea Magistrale LM-29 in Ingegneria elettronica per l'industria e l'innovazione. A questo scopo, si continuerà a rafforzare i legami con le Aziende del settore, coordinando le attività del Dipartimento su campi di interesse trasversale.

## Programmazione dei lavori e scadenze di attuazione delle iniziative

La definizione di tale programma è correlata alle modalità e alle tempistiche stabilite annualmente dal pertinente provvedimento ministeriale, in accordo con le indicazioni dell'ANVUR. L'Ateneo intende seguire un programma di lavoro adeguato alla migliore realizzazione delle diverse azioni previste dalla procedura di AQ. Pertanto, per l'anno accademico di riferimento, si opera secondo le modalità e tempistiche definite nel documento qui allegato. Ulteriori modalità e tempistiche di gestione del corso di studio, specificamente individuate per il funzionamento del corso stesso, sono indicate nel Regolamento didattico del corso, consultabile tramite il link riportato qui di seguito.

## Riesame annuale

Il CdS rivede periodicamente la propria offerta formativa sulla base delle procedure di autovalutazione, valutazione e accreditamento previste dalla normativa vigente. Il processo di riesame del CdS procede come segue: - Il riesame del CdS viene istruito da un Gruppo di Lavoro dell'organo collegiale per il CdS composto da rappresentanti dei docenti, degli studenti e del personale tecnico-amministrativo che operano nel CdS. - Il Gruppo di Lavoro produce una prima stesura della Scheda di Monitoraggio Annuale (SMA), tenendo anche conto delle relazioni annuali elaborate dalla Commissione Paritetica docenti-studenti del Dipartimento. - La SMA è discussa ed approvata dall'organo collegiale del CdS, per la successiva approvazione in Consiglio di Dipartimento e trasmissione all'Ufficio Didattica. La documentazione prodotta dal sistema AQ e direttamente riferita al CdS sotto esame (Rapporti di Riesame Ciclico, Relazioni annuali della Commissione Paritetica Docenti-Studenti, Schede SUA-CdS) è raggiungibile dal portale di Assicurazione di Qualità del dipartimento raggiungibile dal link indicato. Per una visione più completa delle attività di riesame svolta dal CdS, si allega anche un ulteriore documento pdf che contiene l'ultimo Rapporto di riesame ciclico, che include esplicitamente il confronto con analoghi CdS comparabili per finalità didattiche e area geografica, nonché gli esiti delle più recenti consultazioni con le parti interessate che hanno fornito utili indicazioni sui percorsi formativi da un punto di vista lavorativo e aziendale.

## Il Corso di Studio in breve

Obiettivo del Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria elettronica per l'industria e l'innovazione è la formazione di una figura professionale capace di progettare, sviluppare, programmare e gestire tecnologie, componenti e sistemi elettronici nel vasto campo di applicazioni della moderna Ingegneria elettronica. La figura professionale è quella di un laureato di alto livello che guarda al futuro ma anche alle necessità correnti dell'Industria elettronica, esperto dei singoli componenti, da cui dipende in modo critico la spinta innovativa, ma con una solida competenza anche a livello di sistema, da cui dipende la capacità di traduzione in applicazioni dei sistemi elettronici analogici e digitali. Il Corso di Laurea si propone quindi di formare un ingegnere capace di progettare sistemi embedded a partire dalla definizione delle specifiche fino alla fase realizzativa dei prototipi; collaudare e verificare la sicurezza e l'affidabilità dei componenti e dei sistemi sviluppati; identificare e risolvere problemi di pianificazione, progettazione, ingegnerizzazione, produzione e monitoraggio delle prestazioni di componenti, dispositivi, apparati, sistemi e servizi in campo elettronico. Questo ingegnere conosce le tecnologie dei dispositivi e le metodologie finalizzate all'innovazione dei processi produttivi e all'ottimizzazione delle applicazioni proprie dell'Ingegneria elettronica, ma ha anche la capacità di operare in settori di ricerca e sviluppo sia in ambito industriale che in enti di ricerca. L'ingegnere elettronico per l'industria e l'innovazione è dunque preparato ad affrontare gli aspetti scientifici specifici dell'ingegneria moderna che, sempre più interdisciplinari, richiedono la conoscenza di

dispositivi, sistemi e metodi basati su una tecnologia e una comprensione scientifica d'avanguardia oltre la padronanza delle relative metodologie di analisi e realizzazione.

### **Sintesi della relazione tecnica del nucleo di valutazione - Scheda SUA**

Validazione dei requisiti di docenza ai fini dell'attivazione dei corsi di studio accreditati ai sensi dell'art. 4, comma 3 del DM 987/2016: Il Nucleo di Valutazione, sulla base dei dati forniti dai singoli corsi di studio e dal MIUR, e inseriti nella scheda SUA-CdS, ha verificato la coerenza fra i requisiti di docenza richiesti dalla normativa e la consistenza degli iscritti ai singoli corsi.

### **Modalità di svolgimento della prova finale**

La prova finale verte sulla discussione orale della tesi di laurea. La Commissione per l'esame finale è composta da almeno cinque 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 (allegato). 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.

### **Consultazione con le organizzazioni rappresentative - a livello nazionale e internazionale - della produzione di beni e servizi, delle professioni (Consultazioni successive)**

Il Collegio Didattico di Ingegneria Elettronica, istituito all'interno del Dipartimento di Ingegneria Industriale, Elettronica e Meccanica dell'Università degli Studi Roma Tre, è la struttura didattica competente del CdS, e cura la consultazione con le parti interessate, di concerto con gli organi direttamente impegnati in questo processo a livello Dipartimentale e centrale. Per l'interlocuzione con le parti interessate, il CdS avvale di numerose iniziative presenti a livello di Ateneo. In ambito Dipartimentale, è stata svolta inoltre la tavola rotonda 'Ingegneria 2025: quale formazione per gli ingegneri del futuro', a cui hanno partecipato alcuni esponenti altamente qualificati del mondo produttivo, nell'ottica di definire un territorio comune sul processo di rinnovamento della formazione degli ingegneri per il prossimo decennio. Il Collegio Didattico di Ingegneria Elettronica ha inoltre svolto una intensa attività di consultazione specifica con le realtà produttive e professionali più direttamente coinvolte nella domanda di formazione relativa a questo CdS. Tale attività vede impegnati svariati stakeholders, che evidenziano possibili elementi di discussione per la definizione della domanda di formazione. Inoltre, dal 2016 la Società Italiana di Elettronica (SIE) organizza annualmente la Conferenza Nazionale sull'Alta Formazione in Elettronica, che riunisce professori del settore e stakeholder e le cui risultanze forniscono indicazioni e informazioni utili alla progettazione e la manutenzione dei corsi di Laurea e Laurea Magistrale in Ingegneria Elettronica.

### **Modalità di ammissione**

È richiesto il possesso della laurea di primo livello nelle Classi dell'Ingegneria dell'Informazione (di cui al D.M.509/1999 o D.M.270/2004) o laurea in Ingegneria conseguita secondo il Preesistente Ordinamento (ante D.M. 509/1999). Può avvenire anche a partire dalle lauree delle classi L-9 Ingegneria industriale e L-30 Scienze e tecnologie fisiche attraverso un'attenta valutazione del curriculum dello studente. Possono presentare domanda anche i laureandi che prevedono di conseguire il titolo entro la data indicata sul Bando per l'ammissione ai corsi di Laurea Magistrale. La domanda preliminare, compilata secondo le indicazioni del bando, si presenta entro la data di scadenza riportata sul bando per via telematica seguendo le istruzioni presenti nel Portale dello Studente e quelle riportate sul Bando per consegna della documentazione; gli studenti provenienti da altri Atenei dovranno inoltre necessariamente far pervenire i programmi degli insegnamenti i cui esami sono stati superati, mediante inserimento nel sistema elettronico ovvero mediante posta elettronica indirizzata alla Segreteria del Collegio Didattico di Ingegneria Elettronica. Per accedere proficuamente al Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria elettronica per l'industria e l'innovazione è necessario che: - il candidato sia in grado di comunicare efficacemente, in forma scritta e orale, in lingua inglese; - il candidato abbia competenze di analisi matematica, geometria ed algebra, fisica, chimica, elettrotecnica, fisica tecnica, fondamenti di elettronica analogica e digitale, fondamenti di informatica, fondamenti di automatica, telecomunicazioni, campi elettromagnetici, misure elettriche, tipiche dei corsi di laurea in Ingegneria elettronica. In relazione al percorso didattico pregresso non sono previsti crediti formativi aggiuntivi per i laureati delle classi di Laurea in Ingegneria dell'Informazione e per tutti i laureati, che rispettino i requisiti minimi come disposto dal decreto D.M. del 4 agosto 2000 e dal decreto D.M. n.157 del 16 marzo 2007 del MUR per la classe delle Lauree in Ingegneria dell'Informazione. Per i laureati, che non soddisfino i suddetti requisiti minimi, in relazione al percorso didattico prescelto, potranno essere individuate competenze necessarie che saranno valutate per ogni singolo caso in relazione al percorso didattico presentato. La verifica delle competenze è effettuata sulla base del curriculum del candidato ed eventualmente accertata tramite un colloquio. La eventuale acquisizione di tali competenze dovrà avvenire con l'iscrizione a corsi singoli e con il superamento dei relativi esami prima dell'immatricolazione, e comunque entro il 28 febbraio di ciascun anno.

### **Descrizione sintetica delle attività affini e integrative**

Alle attività formative affini e integrative vengono attribuiti un minimo di 18 ed un massimo di 57 CFU all'interno del percorso formativo della Laurea Magistrale in Ingegneria Elettronica per l'Industria e l'Innovazione – D.M. 270/2004 (LM-29). Gli insegnamenti previsti prevedono un approfondimento delle conoscenze sulla chimica, la fisica e le tecnologie per l'elettronica e l'optoelettronica e forniscono conoscenze nell'ambito dei sistemi elettrici ed energetici dell'elettronica di potenza, come motori elettrici e convertitori statici di potenza. L'ampio numero di CFU attribuito all'offerta di tali attività affini e integrative permette alle studentesse e agli studenti di arricchire e personalizzare il proprio percorso di studio in una prospettiva interdisciplinare, in conformità con quanto previsto dagli obiettivi formativi specifici del Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Elettronica per l'Industria e l'Innovazione, in ottemperanza alle figure professionali che si intende formare (cfr. Quadri A.2a e A.2b) e in ascolto degli interessi personali e delle esigenze professionalizzanti di ciascuno. Tali attività consentono inoltre di ampliare significativamente l'orizzonte culturale degli studenti e delle studentesse Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Elettronica per l'Industria e l'Innovazione, contribuendo a garantire una formazione quanto più possibile trasversale.

## Offerta didattica

### Primo anno

#### Primo semestre

Denominazione	Att. Form.	SSD	CFU	Ore	Tip. Att.	Lingua
<b>20801707 - CHIMICA DELLE TECNOLOGIE</b>	C	CHIM/07	6	48	AP	ITA
<b>20802050 - CIRCUITI E SISTEMI ELETTRICI</b>	C	ING-IND/31	9	72	AP	ITA
<b>20810065 - ELETTRONICA QUANTISTICA E OTTICA</b>			0	0		
ELETTRONICA QUANTISTICA	C	FIS/03	6	48	AP	ITA
OTTICA	C	FIS/03	6	48		

#### Secondo semestre

Denominazione	Att. Form.	SSD	CFU	Ore	Tip. Att.	Lingua
<b>20810338 - ADVANCED ENGINEERING ELECTROMAGNETICS</b>	B	ING-INF/02	9	72	AP	ENG
<b>20802093 - ELETTRONICA DEI SISTEMI PROGRAMMABILI</b>	B	ING-INF/01	9	72	AP	ITA
<b>20801888 - ELETTRONICA DI POTENZA</b>	C	ING-IND/32	9	72	AP	ITA
<b>20810069 - SOLID STATE MEASURING DEVICES</b>	B	ING-INF/07	9	72	AP	ITA
<b>Gruppo opzionale:</b> Gruppo 9-11: Tre insegnamenti (caratterizzanti o affini) tra I e II anno per 21 CFU totali, di cui almeno 15 caratterizzanti (B)	B					

### Secondo anno

#### Primo semestre

Denominazione	Att. Form.	SSD	CFU	Ore	Tip. Att.	Lingua
<b>Gruppo opzionale:</b> 1 INSEGNAMENTO OBBLIGATORIO	B					
<b>Gruppo opzionale:</b> Gruppo 9-11: Tre insegnamenti (caratterizzanti o affini) tra I e II anno per 21 CFU totali, di cui almeno 15 caratterizzanti (B)	B					

**Secondo semestre**

Denominazione	Att. Form.	SSD	CFU	Ore	Tip. Att.	Lingua
<b>Gruppo opzionale:</b> 1 INSEGNAMENTO OBBLIGATORIO	B					
<b>Gruppo opzionale:</b> Gruppo 9-11: Tre insegnamenti (caratterizzanti o affini) tra I e II anno per 21 CFU totali, di cui almeno 15 caratterizzanti (B)	B					
<b>Gruppo opzionale:</b> Gruppo 9-11: Tre insegnamenti tra I e II anno per 21 CFU totali, di cui almeno 15 caratterizzanti (B)	C					
<b>20802015 - TIROCINIO</b>	F		6	150	I	ITA
<b>20810000 - A SCELTA STUDENTE</b>	D		12	72	AP	ITA
<b>20810421 - PROVA FINALE DI LAUREA</b>	E		9	225	AP	ITA

## Dettaglio dei gruppi opzionali

Denominazione	Att. Form.	SSD	CFU	Ore	Tip. Att.	Lingua
---------------	------------	-----	-----	-----	-----------	--------

### Gruppo opzionale: Gruppo 9-11: Tre insegnamenti (caratterizzanti o affini) tra I e II anno per 21 CFU totali, di cui almeno 15 caratterizzanti (B)

<b>20810154 - ADVANCED ANTENNA ENGINEERING</b> <i>(secondo semestre)</i>	B	ING-INF/02	9	72	AP	ENG
<b>20810339 - ADVANCED ELECTROMAGNETIC COMPONENTS AND CIRCUITS</b> <i>(primo semestre)</i>	B	ING-INF/02	9	72	AP	ENG
<b>20810153 - ANTENNAS AND PROPAGATION</b> <i>(primo semestre)</i>	B	ING-INF/02	9	72	AP	ENG
<b>20802052 - DISPOSITIVI E SISTEMI FOTOVOLTAICI</b> <i>(primo semestre)</i>	B	ING-INF/01	6	42	AP	ITA
<b>20810067 - LABORATORIO DI ELETTRONICA</b> <i>(secondo semestre)</i>	B	ING-INF/01	6	42	AP	ITA
<b>20810155 - METAMATERIALS</b> <i>(secondo semestre)</i>	B	ING-INF/02	9	72	AP	ENG
<b>20810202 - MICRO E NANOTECNOLOGIE ELETTRONICHE</b> <i>(primo semestre)</i>	B	ING-INF/01	6	48	AP	ITA
<b>20801928 - OPTOELETTRONICA</b> <i>(secondo semestre)</i>	B	ING-INF/01	9	72	AP	ITA
<b>20810203 - OTTICA E FOTONICA DI SOLITONI</b> <i>(secondo semestre)</i>	B	ING-INF/01	6	48	AP	ITA
<b>20810068 - PROGETTAZIONE ELETTRONICA</b> <i>(secondo semestre)</i>	B	ING-INF/01	9	72	AP	ITA
<b>20810086 - SUPERCONDUTTIVITÀ SPERIMENTALE</b> <i>(primo semestre)</i>	B	ING-INF/07	6	48	AP	ITA

### Gruppo opzionale: 1 INSEGNAMENTO OBBLIGATORIO

<b>20810153 - ANTENNAS AND PROPAGATION</b> <i>(primo semestre)</i>	B	ING-INF/02	9	72	AP	ENG
<b>20810068 - PROGETTAZIONE ELETTRONICA</b> <i>(secondo semestre)</i>	B	ING-INF/01	9	72	AP	ITA

### Gruppo opzionale: Gruppo 9-11: Tre insegnamenti tra I e II anno per 21 CFU totali, di cui almeno 15 caratterizzanti (B)

Denominazione	Att. Form.	SSD	CFU	Ore	Tip. Att.	Lingua
<b>20810216 - ENERGETICA ELETTRICA</b> (secondo semestre)	C	ING-IND/32	9	72	AP	ITA
<b>20810398 - INTELLIGENZA ARTIFICIALE PER L'INGEGNERIA</b> (secondo semestre)	C	ING-IND/31	6	42	AP	ITA
<b>20810403 - PROGETTO DI CONVERTITORI STATICI DI POTENZA</b> (secondo semestre)	C	ING-IND/32	6	42	AP	ITA

### Legenda

**Tip. Att. (Tipo di attestato):** **AP** (Attestazione di profitto), **AF** (Attestazione di frequenza), **I** (Idoneità)

**Att. Form. (Attività formativa):** **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) **E** Per la prova finale e la lingua straniera (art.10, comma 5, lettera c) **F** Ulteriori attività formative (art.10, comma 5, lettera d) **R** Affini e ambito di sede classe LMG/01 **S** Per stages e tirocini presso imprese, enti pubblici o privati, ordini professionali (art.10, comma 5, lettera e)

## Obiettivi formativi

### PROGETTAZIONE ELETTRONICA

in - Secondo anno - Secondo semestre, in - Secondo anno - Secondo semestre

Obiettivo principale del corso è illustrare gli elementi della metodologia di progettazione elettronica fornendo agli studenti gli strumenti di analisi e di sintesi, nonché le strategie da adottare. In particolare sarà analizzata l'architettura di un sistema elettronico che elabora i segnali provenienti da uno stadio di ingresso e li fornisce a uno stadio di uscita, dopo opportuna elaborazione e conversioni Analogico-Digitale (A/D) e Digitale-Analogico (D/A). Particolare attenzione sarà rivolta all'analisi dell'elettronica di front end, di condizionamento (amplificazione e filtraggio), nonché alla stabilità in frequenza. Parte integrante del corso sarà la definizione delle specifiche di progetto che il sistema elettronico deve rispettare, sia in dc che ac, distorsione e rumore e alle procedure di conversione A/D e D/A. Il corso sarà completato dall'analisi dettagliata di progetti di sistemi elettronici con applicazioni in elettronica di consumo, telecomunicazioni, elettronica industriale ed elettronica medica.

(English)

The aim of this course is to provide the fundamentals of electronic design in terms of both synthesis and analysis methodologies. The course is focused on electronic system architecture for the processing of signals coming from and directed to output stages, after suitable analog to digital (A/D) and digital to analog (D/A) conversion. Particular attention will be dedicated to the analysis of front-end electronics and signal conditioning (amplification and, filtering), as well as frequency stability. Aim of the course also includes the definition of design specifications, both DC and AC, distortion and noise, as well as A/D and D/A conversion techniques. The course will be completed by a detailed analysis of a set of projects with applications in consumer electronics, telecommunications, industrial and medical electronics.

### LABORATORIO DI ELETTRONICA

in - Secondo anno - Secondo semestre

Il corso di "Laboratorio di Elettronica" intende preparare gli studenti alla pratica ingegneristica della progettazione elettronica. Il corso affronta progettazione, simulazione, realizzazione e test di alcuni circuiti e sistemi elettronici analogici e digitali. Le lezioni in aula forniranno gli strumenti e le tecniche per la progettazione. L'utilizzo intensivo del simulatore PSpice permetterà di verificare rapidamente la comprensione dei circuiti proposti prima della loro realizzazione circuitale in laboratorio. Le tecniche e le modalità di misura dei circuiti completeranno il percorso formativo. I risultati attesi sono la capacità di progettare in modo autonomo circuiti per il trattamento del segnale, sia analogico che digitale, la conoscenza delle caratteristiche dei principali componenti elettronici e un'adeguata esperienza nell'utilizzo del simulatore PSpice, unita ad una capacità di misurare grandezze elettriche di interesse con strumenti di misura.

(English)

Electronics Laboratory is an experimental lab course that provides the fundamentals of electronic design, simulation, construction, test and debugging of analog and digital electronic circuits. Lectures will be devoted to design strategies and methods. The intensive use of PSpice simulation will allow fast circuit verification before its fabrication. The course will include several measurement techniques to perform the experimental tests. Expected results are the ability to design electronic circuits for both analog and digital signal processing, the knowledge of the characteristics of the major electronic components and skills in the use of PSpice simulator, combined with the ability to measure electrical quantities with laboratory instrumentation.

### ADVANCED ANTENNA ENGINEERING

in - Secondo anno - Secondo semestre

Le antenne sono componenti fondamentali dei moderni sistemi di comunicazioni wireless per ambienti 'smart', quali sistemi pervasivi per calcolo e informazione distribuiti, sistemi spaziali avanzati, sistemi di trasporto intelligenti. Il corso si propone di presentare una selezione di argomenti avanzati nel settore dell'ingegneria delle antenne, comprendenti tecniche analitiche e numeriche: teoria e applicazioni delle strutture periodiche; antenne risonanti e a onda viaggiante per sistemi di comunicazione terrestri e spaziali; array smart e MIMO; metodi numerici basati su formulazioni differenziali (differenze finite nel tempo e in frequenza) e integrali al contorno (metodo dei momenti); verranno inoltre illustrati i principali CAD elettromagnetici commerciali per il progetto di antenne basati sulle tecniche illustrate.

(English)

Antennas are fundamental components of modern wireless communication systems for smart environments such as pervasive systems for distributed information and computing, advanced space systems, intelligent transportation systems. This course aims at providing a selection of advanced topics in antenna engineering, including analytical and numerical techniques: theory and applications of periodic structures; resonant and traveling-wave antennas for terrestrial and space communication systems; smart and MIMO antenna arrays; numerical techniques based on differential formulations (finite differences in time and frequency) and on boundary integral formulations (method of moments); the main commercial CAD tools for antennas based on the above numerical techniques will also be illustrated.

### DISPOSITIVI E SISTEMI FOTOVOLTAICI

in - Secondo anno - Primo semestre

Il corso fornisce una conoscenza di base dei principi fisici di funzionamento e delle tecnologie dei dispositivi fotovoltaici partendo dalle celle solari di prima

generazione in silicio (cristallino, policristallino e amorfo) e proseguendo con i dispositivi di seconda (tecnologie a film sottile) e terza generazione (celle multigiunzione). Il corso tratta dispositivi, moduli e sistemi fotovoltaici e comprende un'introduzione all'accumulo e alla distribuzione dell'energia solare. Obiettivo del corso è far acquisire le conoscenze specifiche per il progetto, l'analisi e la caratterizzazione di dispositivi e sistemi fotovoltaici. Sono previste esercitazioni in laboratorio su celle commerciali e sperimentali e simulazioni con SPICE.

(English)

The course provides basic understanding of physics and technology of photovoltaic devices, from first generation silicon solar cells (crystalline, polycrystalline, amorphous) to second (thin-films technology) and third generation (multi-junction) solar cells. The course deals with devices, modules and systems and includes an introduction to storage and distribution of solar energy. The objective is to provide the specific knowledge for the design, analysis and characterization of solar cells and systems. The course includes a number of laboratory experiments on solar cells and SPICE simulations

## PROVA FINALE DI LAUREA

in - Secondo anno - Secondo semestre

La laurea magistrale si consegue previo superamento di una prova finale, che consiste nello sviluppo, da parte dello studente, con la guida di un Docente, il relatore, e da eventuali Co-relatori, di un lavoro, la tesi di Laurea, in forma di elaborato scritto, avente carattere innovativo e che affronti aspetti di analisi e/o di sintesi relativi ad argomenti coerenti con gli obiettivi formativi del corso di studio. La tesi ha lo scopo di effettuare una verifica del livello di apprendimento dei contenuti tecnici e scientifici da parte del candidato, la sua capacità di operare in modo autonomo, il suo livello di organizzazione, di comunicazione e di innovazione nell'analisi e sintesi di progetti complessi.

(English)

The Master's degree is awarded after passing a final exam, which consists in defending a written report (the Master's thesis) on a work activity developed by the candidate, under the guidance of a supervisor, and possibly of other co-supervisors, of an innovative nature, and concerning aspects of analysis and/or synthesis associated with topics relevant to the learning outcomes of the Master's degree program. The final exam aims to verify the candidate's level of learning of the technical and scientific contents, her/his ability to work independently, and her/his level of organisation, communication and innovation in the analysis and synthesis of complex projects. The activities carried out during the preparation of the thesis work may be performed in the University's laboratories and in companies or research bodies in Italy and abroad.

## ELETTRONICA QUANTISTICA E OTTICA

in - Primo anno - Primo semestre, in - Primo anno - Primo semestre

- familiarizzare lo studente con i principali risultati sperimentali che portarono a quella riformulazione delle basi teoriche della Fisica necessaria per descrivere i fenomeni su scala atomica; - introdurre lo studente al concetto funzione d'onda e all'equazione di Schroedinger; - fornire allo studente gli strumenti operativi per risolvere alcuni problemi concernenti i sistemi quantistici più semplici (buca di potenziale, oscillatore armonico); - fornire allo studente l'interpretazione in termini quantistici del comportamento fisico di alcuni sistemi complessi (come ad es. atomi idrogenoidi, spin, quantizzazione dei campi, bande di conduzione e massa efficace)

(English)

- to make the student familiar with the principal experimental results who led to the reformulation of physics needed in order for atomic phenomena to be adequately described; - to introduce students to the concept wave function and to Schroedinger's equation; - to provide those mathematical tools needed to solve some problems concerning simple quantum systems (potential well, harmonic oscillator); - to provide a quantum interpretation about the behaviour of some complex systems (like for instance hydrogen-like atoms, spin, field quantization, band theory, effective mass)

**OTTICA:** in - Primo anno - Primo semestre

Il corso fornisce gli strumenti per trattare diffrazione e propagazione di campi ottici, che sono alla base di applicazioni optoelettroniche e fotoniche. In tale ambito introduce e sviluppa il concetto di coerenza ottica e presenta le tecniche per risolvere problemi di propagazione in mezzi materiali.

(English)

The course provides the students with tools for dealing with diffraction and propagation of optical fields, which are at the basis of opto-electronic and photonic applications. In such a context, it introduces and develops the concept of optical coherence and presents suitable techniques for solving propagation problems in vacuo and in materials.

## ELETTRONICA DEI SISTEMI PROGRAMMABILI

in - Primo anno - Secondo semestre

L'insegnamento consente allo studente di apprendere e applicare le tecniche di progettazione dei sistemi digitali in generale e di approfondire in particolare gli aspetti che riguardano l'implementazione tramite piattaforme programmabili. Il corso analizza la struttura tipica e la tecnologia dei moderni componenti elettronici programmabili, sviluppa la capacità di progettare un sistema elettronico digitale dalle specifiche fino all'implementazione e alla verifica sperimentale del comportamento, la capacità di redazione di un rapporto tecnico relativo al progetto e alla caratterizzazione di un componente o sistema elettronico digitale.

(English)

The course allows the students to acquire the knowledge and the ability to apply design techniques for digital systems in general and in particular with programmable platforms. The course analyzes the typical structure and the technology of modern programmable electronic components, develops the ability to design a digital electronic system from specifications to implementation and experimental verification of the behavior, the ability to draft a technical report on the design and characterization of a component or digital electronic system.

## SOLID STATE MEASURING DEVICES

in - Primo anno - Secondo semestre

Il corso intende fornire allo studente gli strumenti per comprendere i processi alla base del funzionamento di alcune famiglie di sensori, in maniera da essere in grado di comprendere le limitazioni e i limiti di uso di sensori. Il corso introduce quelle proprietà di metalli, semiconduttori, dielettrici ecc. su cui si basa il funzionamento di una ampia gamma di dispositivi di misura a stato solido. Basandosi sulle proprietà generali introdotte e discusse, vengono descritte le caratteristiche salienti di sensori (di campo magnetico, temperatura, radiazione...). Vengono inoltre introdotti alcuni dispositivi per uso metrologico.

(English)

The student is expected to develop an understanding of the basic processes at the foundation of the solid-state devices, in order to understand the appropriate use and limitations of several families of measuring devices. The course introduces the basic properties of metals, semiconductors, dielectrics etc. that are at the heart of the correct operation of many solid-state sensors and measuring devices. On the basis of these general properties, the prominent features of solid-state sensors (for magnetic field, temperature, radiation,...) are described. Finally, some solid-state devices of interest to metrology are introduced.

## ENERGETICA ELETTRICA

in - Secondo anno - Secondo semestre

Lo studente verrà posto in grado di familiarizzare con le problematiche relative all'efficienza energetica alla luce del fabbisogno energetico delle utenze industriali e del terziario. Saranno forniti gli strumenti per comprendere le problematiche della generazione elettrica distribuita con riguardo alla generazione elettrica da fonti rinnovabili, fotovoltaico ed eolico, e dei diversi sistemi di accumulo. Per i sistemi sopradetti verranno trattati i problemi che sono alla base delle scelte dei sistemi di connessione alla rete elettrica ed i sistemi attivi per ridurre le cause di inquinamento della rete stessa.

(English)

The student will be able to familiarize with the problems related to energy efficiency considering the energy needs of industrial users and the service sector. Information and methodologies will be provided to understand the issues of distributed generation regarding electricity generation from renewable sources, photovoltaic and wind, and the different energy storage systems. For the aforementioned systems, the problems that underlie the choices of the grid connection systems and the active systems to reduce the causes of pollution of the grid itself will be illustrated.

## ANTENNAS AND PROPAGATION

in - Secondo anno - Primo semestre, in - Secondo anno - Primo semestre

Il corso si propone di completare la formazione sulle antenne ricevuta in corsi precedenti, in particolare in relazione allo studio e progettazione delle antenne ad apertura, delle antenne planari e degli allineamenti di antenne. Introduce inoltre il problema dello scattering elettromagnetico sia da strutture presenti nell'ambiente che da eventuali diffusori presenti nel terreno. Si propone infine di affrontare lo studio della propagazione delle onde radio e microonde nell'atmosfera terrestre. Ambiti di applicazione: industria biomedica, elettrica, elettronica e delle telecomunicazioni.

(English)

The course aims to complete training on antennas received in previous courses, particularly in relation to the study and design of aperture antennas, planar antennas and arrays of antennas. It also introduces the problem of electromagnetic scattering from structures present in the air or in the soil. Areas of application: biomedical industry, electrical, electronics and telecommunications.

## MICRO E NANOTECNOLOGIE ELETTRONICHE

in - Secondo anno - Primo semestre

Il corso si propone di illustrare le principali tecnologie micro e nano elettroniche attualmente in uso in diversi ambiti, per alte frequenze nelle telecomunicazioni, per elettronica organica su substrati plastici flessibili, per display nell'elettronica di consumo. Vengono poi analizzate alcune tecnologie emergenti, quali l'elettronica in grafene e l'elettronica basata su fili quantici e nanotubi di carbonio. Particolare attenzione è rivolta al principio di funzionamento dei computer quantistici e le nuove prospettive di calcolo.

(English)

Aim of the course is to analyze the main micro and nano electronic technologies used for high frequencies, organic and display electronics. Emerging technologies, such as graphene, Quantum Wires (QW) and Carbon Nanotubes (CNT) will be also analyzed. The course will be completed by a detailed analysis of quantum computing.

## ELETTRONICA DI POTENZA

in - Primo anno - Secondo semestre

Conoscere le configurazioni e le caratteristiche di funzionamento degli apparati statici di potenza che utilizzano dispositivi a semiconduttore per realizzare la conversione controllata dell'energia elettrica. Conoscere le modalità di impiego dei convertitori elettronici di potenza nei principali campi applicativi quali gli azionamenti elettrici, i sistemi di continuità assoluta, la generazione distribuita di potenza elettrica da fonti rinnovabili e la gestione ottimizzata dei sistemi di accumulo dell'energia.

(English)

Understanding configurations and operating characteristics of static power apparatus that use semiconductor devices for achieving the controlled conversion of electric energy. Learning how to use of electronic power converters in the main areas of application such as electrical drives, uninterrupted power supply (ups) systems, distributed generation of electric power from renewable sources and improved management of energy storage systems.

## INTELLIGENZA ARTIFICIALE PER L'INGEGNERIA

in - Secondo anno - Secondo semestre

Dopo una introduzione agli algoritmi fondamentali dell'Intelligenza Artificiale (IA), verrà mostrato come l'IA sia un potente alleato nella progettazione in campo ingegneristico. Verranno studiate ed indagate diverse applicazioni trasversali dell'Ingegneria: dalla risoluzione e ottimizzazione di modelli matematici e sistemi fisici, all'analisi e classificazione di dati. Al termine del corso, gli studenti saranno in grado di utilizzare tecniche di IA anche senza l'utilizzo di librerie o software specifici.

(English)

After an introduction to the fundamental algorithms of Artificial Intelligence (AI), it will be shown how AI is a powerful ally in engineering design. Different transversal applications of Engineering will be studied and investigated: from the resolution and optimization of mathematical models and physical systems, to the analysis and classification of data. At the end of the course, students will be able to use AI techniques even without using specific libraries or software.

## OTTICA E FOTONICA DI SOLITONI

in - Secondo anno - Secondo semestre

Introduzione a concetto, modelli e usi di onde solitarie e solitoni ottici, con riferimento al confinamento temporale di impulsi e al confinamento spaziale di fasci luminosi, per l'elaborazione opto-ottica e il trasferimento/propagazione di pacchetti d'onda non-dispersivi. Saranno forniti esempi sperimentali e applicativi sia in fibra ottica che in cristalli liquidi. Il moderno ingegnere elettronico sarà così in grado di comprendere e gestire generazioni avanzate di processori tutto-ottici di segnali.

(English)

Introduction and concept, models and applications of optical solitons and solitary waves, with reference to temporal confinement of pulses and spatial confinement of light beams, for opto-optical processing and propagation of non-dispersive wavepackets. Experimental and application-oriented examples will be provided in optical fibers and liquid crystals. The modern electronics engineer will be able to understand and handle advanced generations of all-optical signal processors.

## ADVANCED ELECTROMAGNETIC COMPONENTS AND CIRCUITS

in - Secondo anno - Primo semestre

Il corso presenta il progetto di componenti e circuiti elettromagnetici in scenari applicativi moderni avanzati tra i quali le comunicazioni wireless, i componenti e dispositivi a microonde e a frequenze ottiche, i circuiti, le comunicazioni a microonde ed i sistemi radar, produzione/trasferimento/immagazzinamento dell'energia in modalità wireless, con particolare riferimento agli aspetti innovativi legati all'impiego di materiali elettromagnetici artificiali e metamateriali.

(English)

The course presents the design of electromagnetic components and circuits in modern and advanced applications, including wireless communications, circuits, microwave and optical components and devices, microwave communications and radar, power generation, transfer, and harvesting, with a special emphasis on the innovation brought by artificial electromagnetic materials and metamaterials.

## PROGETTO DI CONVERTITORI STATICI DI POTENZA

in - Secondo anno - Secondo semestre

Il corso ha l'obiettivo di presentare i modelli e le metodologie relativi alla progettazione dei convertitori elettronici di potenza sulla base del funzionamento in regime dinamico e della relativa regolazione. Lo studente acquisirà le competenze necessarie ad affrontare le problematiche per una corretta progettazione sulla base delle specifiche tecniche imposte dalla vigente normativa e delle prestazioni desiderate per gli stessi apparati elettronici di conversione.

(English)

The lessons will present dynamic modeling and methodologies for power electronic converters design. The students will face design problems with reference to technical specifications and required performances.

## OPTOELETTRONICA

in - Primo anno - Secondo semestre

Introduzione all'ottica guidata, propagazione e trasmissione in guida, ottica integrata, acusto-ottica, elettro-ottica, ottica non lineare per preparare il moderno ingegnere elettronico ad affrontare i problemi di progetto e realizzazione connessi al trasferimento e al processo di segnali ottici in guide d'onda e mediante interazioni con luce, campi elettrici/magnetici, onde sonore.

(English)

Introduction to guided wave optics, light propagation and transmission in waveguides, integrated optics, acousto-optics, electro-optics, nonlinear optics. Aims: to form the modern electronics engineer to deal with design and realization of devices and components for optical signal transmission and processing in waveguides as well as by means of interactions with light, electric/magnetic fields, acoustic waves.

## ADVANCED ENGINEERING ELECTROMAGNETICS

in - Primo anno - Secondo semestre

Il corso permette di apprendere conoscenze avanzate sull'interazione tra campo elettromagnetico e materia naturale, artificiale e vivente. Tali conoscenze sono 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.

(English)

The course aims at learning advanced knowledge on the interaction between electromagnetic field and natural, artificial and living matter. This knowledge is useful for the analysis and design of electromagnetic systems oriented for applications in circuits, devices, and systems for electronics, bio-engineering and telecommunications.

## CIRCUITI E SISTEMI ELETTRICI

in - Primo anno - Primo semestre

Scopo del corso è fornire agli studenti della laurea magistrale le nozioni di base relative ai metodi di analisi dei sistemi di generazione, conversione e trasmissione dell'energia elettrica. Vengono indicate le linee guida della progettazione dei sistemi e degli apparati per la distribuzione dell'energia elettrica e degli impianti elettrici di alta, media e bassa tensione.

(English)

The course aims at providing students of the master degree the basic concepts of analysis methods of systems for the generation, the conversion and the transmission of electrical energy. The guiding principles of the design of systems and equipment for power electrical distribution and for hv and lv electrical installations are also treated.

## SUPERCONDUTTIVITÀ SPERIMENTALE

in - Secondo anno - Primo semestre

Acquisire conoscenze riguardanti: le applicazioni della superconduttività, le metodologie delle principali indagini sperimentali sui superconduttori, i fondamenti dei principali modelli teorici. Identificare quali peculiarità della superconduttività siano sfruttate in dispositivi e sistemi basati su superconduttori.

(English)

The learner will acquire information on: applications of superconductivity, the main experimental methods employed on superconductors, the basics of the main theoretical models. He/she will be able to identify the specific features of superconductivity that are exploited in superconductor-based systems and devices.

## TIROCINIO

in - Secondo anno - Secondo semestre

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.

(English)

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.

## CHIMICA DELLE TECNOLOGIE

in - Primo anno - Primo semestre

Il corso ha il compito di ampliare le conoscenze chimiche dello studente nell'ambito dei processi tecnologici relativi all'elettronica, sia quelli ormai consolidati industrialmente ma anche quelli maggiormente innovativi.

(English)

The course has the task of increasing the knowledge in chemical process technology related to electronics, both well-established industrially but also more innovative ones.

## METAMATERIALS

in - Secondo anno - Secondo semestre

Il corso permette di apprendere gli strumenti per l'analisi ed il progetto di dispositivi innovativi ad alto contenuto tecnologico basati sull'impiego dei materiali elettromagnetici artificiali e dei metamateriali.

(English)

The course aims at learning the tools for the analysis and design of innovative high-tech devices based on the use of artificial electromagnetic materials and metamaterials.


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

Corso di laurea in Ingegneria elettronica per l'industria e l'innovazione (LM-29) A.A. 2023/2024

*Programmazione didattica*
**Primo anno**
**Primo semestre**

Denominazione	Att. Form.	SSD	CFU	Ore	Tip. Att.	Lingua
<b>20801707 - CHIMICA DELLE TECNOLOGIE</b> Canale: N0 SOTGIU GIOVANNI	C	CHIM/07	6	48	AP	ITA
<b>20802050 - CIRCUITI E SISTEMI ELETTRICI</b> Canale: N0 Bando	C	ING-IND/31	9	72	AP	ITA
<b>20810065 - ELETTRONICA QUANTISTICA E OTTICA</b> ELETTRONICA QUANTISTICA POMPEO NICOLA	C	FIS/03	6	48	AP	ITA
OTTICA SANTARSIERO MASSIMO	C	FIS/03	6	48		
			0	0		

**Secondo semestre**

Denominazione	Att. Form.	SSD	CFU	Ore	Tip. Att.	Lingua
<b>20810338 - ADVANCED ENGINEERING ELECTROMAGNETICS</b> MUTUAZIONE - ADVANCED ENGINEERING ELECTROMAGNETICS (20810338) - BILOTTI FILIBERTO	B	ING-INF/02	9	72	AP	ENG
<b>20802093 - ELETTRONICA DEI SISTEMI PROGRAMMABILI</b> Canale: N0 SAVOIA ALESSANDRO STUART DE IACOVO ANDREA	B	ING-INF/01	9	72	AP	ITA
<b>20801888 - ELETTRONICA DI POTENZA</b> Canale: N0 CRESCIMBINI FABIO	C	ING-IND/32	9	72	AP	ITA
<b>20810069 - SOLID STATE MEASURING DEVICES</b> SILVA ENRICO	B	ING-INF/07	9	72	AP	ITA

Denominazione	Att. Form.	SSD	CFU	Ore	Tip. Att.	Lingua
<b>Gruppo opzionale:</b> Gruppo 9-11: Tre insegnamenti (caratterizzanti o affini) tra I e II anno per 21 CFU totali, di cui almeno 15 caratterizzanti (B)	B			144		

## Secondo anno

### Primo semestre

Denominazione	Att. Form.	SSD	CFU	Ore	Tip. Att.	Lingua
<b>Gruppo opzionale:</b> 1 INSEGNAMENTO OBBLIGATORIO	B			72		
<b>Gruppo opzionale:</b> Gruppo 9-11: Tre insegnamenti tra I e II anno per 21 CFU totali, di cui almeno 9 caratterizzanti (B)	B			72		

### Secondo semestre

Denominazione	Att. Form.	SSD	CFU	Ore	Tip. Att.	Lingua
<b>Gruppo opzionale:</b> 1 INSEGNAMENTO OBBLIGATORIO	B			72		
<b>Gruppo opzionale:</b> Gruppo 9-11: Tre insegnamenti tra I e II anno per 21 CFU totali, di cui almeno 9 caratterizzanti (B)	B			72		
<b>Gruppo opzionale:</b> Gruppo 9-11: Tre insegnamenti tra I e II anno per 21 CFU totali, di cui almeno 9 caratterizzanti (B)	C			72		
<b>20802015 - TIROCINIO</b>	F		6	150	I	ITA
<b>20802091 - PROVA FINALE DI LAUREA</b>	E		9	225	AP	ITA
<b>20810000 - A SCELTA STUDENTE</b>	D		12	72	AP	ITA

## Dettaglio dei gruppi opzionali

Denominazione	Att. Form.	SSD	CFU	Ore	Tip. Att.	Lingua
---------------	------------	-----	-----	-----	-----------	--------

### Gruppo opzionale: 1 INSEGNAMENTO OBBLIGATORIO

<b>20810153 - ANTENNAS AND PROPAGATION</b> <i>(primo semestre)</i> MUTUAZIONE - ANTENNAS AND PROPAGATION (20810153) - SCHETTINI GIUSEPPE, BACCARELLI PAOLO	B	ING-INF/02	9	72	AP	ENG
<b>20810068 - PROGETTAZIONE ELETTRONICA</b> <i>(secondo semestre)</i> ROSSI MARIA CRISTINA	B	ING-INF/01	9	72	AP	ITA

### Gruppo opzionale: Gruppo 9-11: Tre insegnamenti (caratterizzanti o affini) tra I e II anno per 21 CFU totali, di cui almeno 15 caratterizzanti (B)

<b>20801928 - OPTOELETTRONICA</b> <i>(secondo semestre)</i> ASSANTO GAETANO	B	ING-INF/01	9	72	AP	ITA
---	---	------------	---	----	----	-----

### Gruppo opzionale: Gruppo 9-11: Tre insegnamenti tra I e II anno per 21 CFU totali, di cui almeno 9 caratterizzanti (B)

<b>20810154 - ADVANCED ANTENNA ENGINEERING</b> <i>(secondo semestre)</i> BACCARELLI PAOLO	B	ING-INF/02	9	72	AP	ENG
<b>20810339 - ADVANCED ELECTROMAGNETIC COMPONENTS AND CIRCUITS</b> <i>(primo semestre)</i> MUTUAZIONE - ADVANCED ELECTROMAGNETIC COMPONENTS AND CIRCUITS (20810339) - TOSCANO ALESSANDRO	B	ING-INF/02	9	72	AP	ENG
<b>20810153 - ANTENNAS AND PROPAGATION</b> <i>(primo semestre)</i> MUTUAZIONE - ANTENNAS AND PROPAGATION (20810153) - SCHETTINI GIUSEPPE, BACCARELLI PAOLO	B	ING-INF/02	9	72	AP	ENG
<b>20802052 - DISPOSITIVI E SISTEMI FOTVOLTAICI</b> <i>(primo semestre)</i> Canale: N0 COLACE LORENZO	B	ING-INF/01	6	42	AP	ITA
<b>20810067 - LABORATORIO DI ELETTRONICA</b> <i>(secondo semestre)</i> COLACE LORENZO	B	ING-INF/01	6	42	AP	ITA
<b>20810155 - METAMATERIALS</b> <i>(secondo semestre)</i> MONTI ALESSIO	B	ING-INF/02	9	72	AP	ENG

Denominazione	Att. Form.	SSD	CFU	Ore	Tip. Att.	Lingua
<b>20810202 - MICRO E NANOTECNOLOGIE ELETTRONICHE</b> (primo semestre) ROSSI MARIA CRISTINA	B	ING-INF/01	6	48	AP	ITA
<b>20810203 - OTTICA E FOTONICA DI SOLITONI</b> (secondo semestre) ASSANTO GAETANO	B	ING-INF/01	6	48	AP	ITA
<b>20810068 - PROGETTAZIONE ELETTRONICA</b> (secondo semestre) ROSSI MARIA CRISTINA	B	ING-INF/01	9	72	AP	ITA
<b>20810086 - SUPERCONDUTTIVITÀ SPERIMENTALE</b> (primo semestre) SILVA ENRICO	B	ING-INF/07	6	48	AP	ITA

**Gruppo opzionale: Gruppo 9-11: Tre insegnamenti tra I e II anno per 21 CFU totali, di cui almeno 9 caratterizzanti (B)**

<b>20810216 - ENERGETICA ELETTRICA</b> (secondo semestre) MUTUAZIONE - ENERGETICA ELETTRICA (20810216) - CRESCIMBINI FABIO	C	ING-IND/32	9	72	AP	ITA
<b>20810085 - METODI DI SIMULAZIONE PER CIRCUITI E SISTEMI ELETTRICI ED ELETTRONICI</b> (secondo semestre) RIGANTI FULGINEI FRANCESCO	C	ING-IND/31	6	42	AP	ITA
<b>20801920 - PROGETTO DI CONVERTITORI STATICI DI POTENZA</b> (secondo semestre) DI BENEDETTO MARCO	C	ING-IND/32	9	63	AP	ITA

**Legenda**

**Tip. Att. (Tipo di attestato):** **AP** (Attestazione di profitto), **AF** (Attestazione di frequenza), **I** (Idoneità)

**Att. Form. (Attività formativa):** **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) **E** Per la prova finale e la lingua straniera (art.10, comma 5, lettera c) **F** Ulteriori attività formative (art.10, comma 5, lettera d) **R** Affini e ambito di sede classe LMG/01 **S** Per stages e tirocini presso imprese, enti pubblici o privati, ordini professionali (art.10, comma 5, lettera e)

## Obiettivi formativi

### PROGETTAZIONE ELETTRONICA

**in - Secondo anno - Secondo semestre, in - Secondo anno - Secondo semestre**

Obiettivo principale del corso è illustrare gli elementi della metodologia di progettazione elettronica fornendo agli studenti gli strumenti di analisi e di sintesi, nonché le strategie da adottare. In particolare sarà analizzata l'architettura di un sistema elettronico che elabora i segnali provenienti da uno stadio di ingresso e li fornisce a uno stadio di uscita, dopo opportuna elaborazione e conversioni Analogico-Digitale (A/D) e Digitale-Analogico (D/A). Particolare attenzione sarà rivolta all'analisi dell'elettronica di front end, di condizionamento (amplificazione e filtraggio), nonché alla stabilità in frequenza. Parte integrante del corso sarà la definizione delle specifiche di progetto che il sistema elettronico deve rispettare, sia in dc che ac, distorsione e rumore e alle procedure di conversione A/D e D/A. Il corso sarà completato dall'analisi dettagliata di progetti di sistemi elettronici con applicazioni in elettronica di consumo, telecomunicazioni, elettronica industriale ed elettronica medica.

**Docente: ROSSI MARIA CRISTINA**

Introduzione: generalità sulla progettazione analogica e digitale. Stadi d'ingresso e amplificatori di segnale: amplificatori a reazione di corrente (CFA); filtro antialiasing per sistema di conversione A/D e filtro per CD audio; filtri a capacità commutate; tipologie di filtri digitali con elementi di progetto; Rumore: proprietà del rumore. Tipologia. Dinamica. Sorgenti. Rumore negli OpAmp. Rapporto S/N. Applicazione agli amplificatori per fotodiodi. Integrati a basso rumore d'ingresso. Conversione analogico-digitale: generalità e definizioni per gli ADC; caratteristiche generali degli ADC; convertitori ad approssimazioni successive (SAR); sovracampionamento e noise-shaping; il modulatore; architettura dei convertitori; generalità sui sensori e esempio di sistema di condizionamento; esempi di sistemi di condizionamento con OpAmp; applicazioni pratiche degli ADC: criteri di scelta per l'ADC e altri esempi di misura di temperatura, bilancia elettronica e misura di potenza. Stadi d'uscita e amplificatori di potenza: amplificatori per grandi segnali. Classificazione: classe A, B, AB, C. Distorsione armonica. Dispositivi di potenza. Protezioni SOA. Efficienza. Amplificatori e dispositivi di potenza integrati. Esempi di progetto in diversi ambiti della microelettronica (biomedicale, radiofrequenza e potenza).

### LABORATORIO DI ELETTRONICA

**in - Secondo anno - Secondo semestre**

Il corso di "Laboratorio di Elettronica" intende preparare gli studenti alla pratica ingegneristica della progettazione elettronica. Il corso affronta progettazione, simulazione, realizzazione e test di alcuni circuiti e sistemi elettronici analogici e digitali. Le lezioni in aula forniranno gli strumenti e le tecniche per la progettazione. L'utilizzo intensivo del simulatore PSpice permetterà di verificare rapidamente la comprensione dei circuiti proposti prima della loro realizzazione circuitale in laboratorio. Le tecniche e le modalità di misura dei circuiti completeranno il percorso formativo. I risultati attesi sono la capacità di progettare in modo autonomo circuiti per il trattamento del segnale, sia analogico che digitale, la conoscenza delle caratteristiche dei principali componenti elettronici e un'adeguata esperienza nell'utilizzo del simulatore PSpice, unita ad una capacità di misurare grandezze elettriche di interesse con strumenti di misura.

**Docente: COLACE LORENZO**

1) Richiami di dispositivi e circuiti • BJT, JFET, MOSFET • amplificatori operazionali • configurazioni • retroazione • rumore nei sistemi elettronici 2) Caso studio 1 (elettronica analogica): circuiti audio Hi-Fi (preamplificatori, controllo di toni, finali, alimentazioni) • Teoria • Simulazioni • Realizzazione • Misure

### ADVANCED ANTENNA ENGINEERING

**in - Secondo anno - Secondo semestre**

Le antenne sono componenti fondamentali dei moderni sistemi di comunicazioni wireless per ambienti 'smart', quali sistemi pervasivi per calcolo e informazione distribuiti, sistemi spaziali avanzati, sistemi di trasporto intelligenti. Il corso si propone di presentare una selezione di argomenti avanzati nel settore dell'ingegneria delle antenne, comprendenti tecniche analitiche e numeriche: teoria e applicazioni delle strutture periodiche; antenne risonanti e a onda viaggiante per sistemi di comunicazione terrestri e spaziali; array smart e MIMO; metodi numerici basati su formulazioni differenziali (differenze finite nel tempo e in frequenza) e integrali al contorno (metodo dei momenti); verranno inoltre illustrati i principali CAD elettromagnetici commerciali per il progetto di antenne basati sulle tecniche illustrate.

**Docente: BACCARELLI PAOLO**

PRIMA PARTE Cenni e richiami introduttivi: Sistemi algebrici lineari e relativa soluzione. Decomposizione ai valori singolari di matrici a valori complessi. Proprietà fondamentali della radiazione elettromagnetica. Teoremi di unicità, reciprocità ed equivalenza e relative applicazioni nell'ambito dei fenomeni radiativi. Parametri caratteristici delle antenne. Allineamenti di antenne. Reti equivalenti trasverse e metodo della risonanza trasversa: Linee di trasmissione TE, TM e TEM. Applicazioni delle reti equivalenti trasverse alle strutture dielettriche multistrato. Il grounded dielectric slab (GDS). Equazione di risonanza trasversa. Equazione di dispersione dei modi TM e TE del GDS. Soluzione grafica dell'equazione di dispersione. Soluzioni proprie e improprie. Onde superficiali TM e TE. Onde leaky. Campo lontano generato da sorgenti elementari in strutture dielettriche multistrato. Antenne stampate a microstriscia: Introduzione, principi operativi, metodi di alimentazione e caratteristiche radiative. Tecniche di progetto e formule CAD. Campo lontano e diagramma di radiazione (derivazione con metodi approssimati basati sulla sovrapposizione degli effetti e la reciprocità). Impedenza di ingresso: modelli circuitali e sviluppo in autofunzioni. Antenne a larga banda e multi banda, miniaturizzazione. SECONDA PARTE Strutture periodiche: Introduzione e teoria di base (armoniche spaziali e teorema di Floquet-Bloch). Diagrammi di Brillouin. Proprietà spettrali delle armoniche spaziali: armoniche proprie e improprie. Analisi di

Bloch. Antenne a onda leaky (Leaky-wave antennas, "LWAs"): Caratteristiche generali e classificazione. Tecniche di progetto per antenne a onda leaky monodimensionali (1D-LWAs) uniformi e periodiche. Antenne a cavità di tipo Fabry-Perot. Caratteristiche generali di antenne a onda leaky bidimensionali (2D LWAs). Array per comunicazioni wireless: Caratterizzazione dei canali wireless. Arrays e diversità nel tempo, nella frequenza e nello spazio. Introduzione ai sistemi Multiple-Input/Multiple-Output (MIMO). Metodi numerici basati sulle equazioni integrali al contorno e metodo dei momenti (MoM): Rappresentazioni integrali al contorno dei campi elettromagnetici ed equazioni integrali di superficie. Equazioni integrali ai potenziali misti nello spazio libero. MoM applicato alle equazioni integrali ai potenziali misti nello spazio libero: funzioni base e di test di tipo Rao-Wilton-Glisson. Equazioni integrali ai potenziali misti in strutture dielettriche multistrato. Metodo dello "spectral domain" per la derivazione delle funzioni di Green spettrali in strutture multistrato. Integrali di Sommerfeld, estrazioni asintotiche e singolarità spaziali. Metodi di accelerazione per il calcolo numerico di integrali e serie in elettromagnetismo. MoM in strutture periodiche nello spazio libero. ESERCITAZIONE NUMERICHE CAD elettromagnetici: Ansys HFSS e CST Microwave Studio: introduzione e caratteristiche generali. Analisi di antenne a microstriscia e a onda leaky. Analisi di strutture periodiche selettive in frequenza.

## DISPOSITIVI E SISTEMI FOTOVOLTAICI

in - Secondo anno - Primo semestre

Il corso fornisce una conoscenza di base dei principi fisici di funzionamento e delle tecnologie dei dispositivi fotovoltaici partendo dalle celle solari di prima generazione in silicio (cristallino, policristallino e amorfo) e proseguendo con i dispositivi di seconda (tecnologie a film sottile) e terza generazione (celle multigiunzione). Il corso tratta dispositivi, moduli e sistemi fotovoltaici e comprende un'introduzione all'accumulo e alla distribuzione dell'energia solare. Obiettivo del corso è far acquisire le conoscenze specifiche per il progetto, l'analisi e la caratterizzazione di dispositivi e sistemi fotovoltaici. Sono previste esercitazioni in laboratorio su celle commerciali e sperimentali e simulazioni con SPICE.

Docente: **COLACE LORENZO**

Introduzione: Cenni storici. Costi e previsioni di mercato. Obiettivi delle ricerche attuali. Sviluppo e sfide del silicio cristallino e delle tecnologie a film sottile. Sistemi a concentrazione. Tecnologie emergenti e future. Fisica della cella solare: Radiazione solare. Richiami di teoria dei semiconduttori. Assorbimento ottico. Generazione, ricombinazione e trasporto. Caratteristiche I-V e parametri caratteristici. Celle solari a elevata efficienza. Effetti di ricombinazione superficiale. Band gap ed efficienza. Risposta spettrale. Effetti di resistenza parassita. Effetti della temperatura. Celle solari a concentrazione. Limitazioni di efficienza. Criteri di ottimizzazione. Celle e moduli in silicio cristallino: Il silicio monocristallino. Celle solari in Si monocristallino. Celle multicristalline. Moduli in silicio monocristallino. Proprietà elettriche e ottiche dei moduli. Proprietà dei moduli sul campo. Celle solari a film sottile in Si: Panoramica delle celle a film sottile. Criteri di progetto. Tendenze future. Celle solari multigiunzione III-V: Fisica delle celle multigiunzione. Configurazione delle celle. Calcolo delle prestazioni. Considerazioni sui materiali. Celle multigiunzione di ultima generazione. Celle solari a concentrazione: Tipi di concentratori. Ottica dei concentratori. Analisi e progetto. Celle solari in silicio amorfo: Struttura elettronica del silicio amorfo idrogenato. Deposizione di silicio amorfo. Celle solari in a-Si. Celle multigiunzione. Celle in a-Si su supporto flessibile. Celle solari in Cu(InGa)Se<sub>2</sub>: Proprietà del materiale. Metodi di deposizione. Realizzazione dei dispositivi. Principio di funzionamento. Caratteristiche ottiche ed elettriche. Caratterizzazione di celle e moduli: Figure di merito. Misura delle caratteristiche I-V. Responsività spettrale. Qualificazione e certificazione dei moduli. Sistemi fotovoltaici: Introduzione ai sistemi fotovoltaici. Componenti. Sviluppi della tecnologia dei sistemi. Immagazzinamento. Power Conditioning. Energia assorbita e fornita da sistemi fotovoltaici. Considerazioni economiche e ambientali. Simulazioni con PC1D. Esercitazioni in laboratorio: caratteristiche I-V, estrazione dei parametri.

## PROVA FINALE DI LAUREA

in - Secondo anno - Secondo semestre

La laurea magistrale si consegue previo superamento di una prova finale, che consiste nello sviluppo, da parte dello studente, con la guida di un Docente, il relatore, e da eventuali Co-relatori, di un lavoro, la tesi di Laurea, in forma di elaborato scritto, avente carattere innovativo e che affronti aspetti di analisi e/o di sintesi relativi ad argomenti coerenti con gli obiettivi formativi del corso di studio. La tesi ha lo scopo di effettuare una verifica del livello di apprendimento dei contenuti tecnici e scientifici da parte del candidato, la sua capacità di operare in modo autonomo, il suo livello di organizzazione, di comunicazione e di innovazione nell'analisi e sintesi di progetti complessi.

## ELETTRONICA QUANTISTICA E OTTICA

in - Primo anno - Primo semestre

- familiarizzare lo studente con i principali risultati sperimentali che portarono a quella riformulazione delle basi teoriche della Fisica necessaria per descrivere i fenomeni su scala atomica; - introdurre lo studente al concetto funzione d'onda e all'equazione di Schroedinger; - fornire allo studente gli strumenti operativi per risolvere alcuni problemi concernenti i sistemi quantistici più semplici (buca di potenziale, oscillatore armonico); - fornire allo studente l'interpretazione in termini quantistici del comportamento fisico di alcuni sistemi complessi (come ad es. atomi idrogenoidi, spin, quantizzazione dei campi, bande di conduzione e massa efficace)

### ELETTRONICA QUANTISTICA

in - Primo anno - Primo semestre

- familiarizzare lo studente con i principali risultati sperimentali che portarono a quella riformulazione delle basi teoriche della Fisica necessaria per descrivere i fenomeni su scala atomica; - introdurre lo studente al concetto funzione d'onda e all'equazione di Schroedinger; - fornire allo studente gli strumenti operativi per risolvere alcuni problemi concernenti i sistemi quantistici più semplici (buca di potenziale, oscillatore armonico); - fornire allo studente l'interpretazione in termini quantistici del comportamento fisico di alcuni sistemi complessi (come ad es. atomi idrogenoidi, spin, quantizzazione dei campi, bande di conduzione e massa efficace)

### OTTICA

in - Primo anno - Primo semestre

Il corso fornisce gli strumenti per trattare diffrazione e propagazione di campi ottici, che sono alla base di applicazioni optoelettroniche e fotoniche. In tale ambito introduce e sviluppa il concetto di coerenza ottica e presenta le tecniche per risolvere problemi di propagazione in mezzi materiali.

**Docente: SANTARSIERO MASSIMO**

- Preliminari: funzione delta di Dirac, trasformata di Fourier, convoluzione, sistemi lineari, funzioni di Bessel - Equazione d'onda, onde armoniche, equazione di Helmholtz, onde piane armoniche - Dall'equazioni di Maxwell alla onde e.m., onde piane e.m., vettore di Poynting, potenza e q. di m. , intensità, polarizzazione - Propagazione e interferenza di onde piane, sovrapposizione di onde piane - Diffrazione, sviluppo in onde piane di un campo luminoso - Fasci a sezione invariante - Formula di Rayleigh-Sommerfeld, principio di Huygens-Fresnel, integrale di Fresnel, eq. d'onda parassiale - Approssimazione di campo lontano - Diffrazione di Fresnel e di Fraunhofer da apertura rettangolare, da foro circolare e da disco opaco - Effetto di lenti sottili e specchi sferici sulla propagazione di un campo - Diffrazione da trasparenze periodiche - Elemento ottici diffrattivi: moltiplicatori di fascio, reticoli di Dammann, reticoli con fase discretizzata, reticoli circolari - Trattazione e.m. di diffrazione da reticolo - Fasci gaussiani di ordine zero e ordini superiori - Focalizzazione, collimazione e espansione di fasci gaussiani - Principio d'indeterminazione e fattore M2 - Olografia, olografia sintetica - Elementi di teoria della coerenza, funzione di coerenza e grado di coerenza, teoremi di van Cittert-Zernike e di Kintchine

## ELETRONICA DEI SISTEMI PROGRAMMABILI

in - Primo anno - Secondo semestre

L'insegnamento consente allo studente di apprendere e applicare le tecniche di progettazione dei sistemi digitali in generale e di approfondire in particolare gli aspetti che riguardano l'implementazione tramite piattaforme programmabili. Il corso analizza la struttura tipica e la tecnologia dei moderni componenti elettronici programmabili, sviluppa la capacità di progettare un sistema elettronico digitale dalle specifiche fino all'implementazione e alla verifica sperimentale del comportamento, la capacità di redazione di un rapporto tecnico relativo al progetto e alla caratterizzazione di un componente o sistema elettronico digitale.

**Docente: DE IACOVO ANDREA**

Introduzione ai sistemi programmabili: Classificazione dei sistemi programmabili Campi di applicazione Richiami di elettronica digitale: Reti logiche Circuiti combinatori Circuiti sequenziali Logiche programmabili Sistemi di numerazione e tipi di dati: Numeri binari ed esadecimali Conversioni e operazioni tra numeri binari ed esadecimali Rappresentazione binaria di numeri interi Rappresentazione binaria di numeri reali Organizzazione di un microcomputer: Struttura di base Microcontrollori vs. microprocessori CPU Bus Organizzazione della memoria Organizzazione dell'I/O Instruction set Introduzione agli interrupt Programmazione embedded in linguaggio assembly: Programmazione a basso livello Assembler Caratteristiche delle istruzioni assembly Operazioni di moltiplicazione e divisione Allocazione dati e variabili Subroutines e Interrupt Service Routines Programmazione embedded in linguaggio C: Programmazione ad alto livello Compilatori Struttura di programmi C Esempi Integrazione di codice C e assembly Principi base di interfacciamento: Alimentazione Clock Power-on reset Bootstrap Periferiche embedded: Tipologie di interrupt Gestione degli interrupt Timer e contatori Memorie embedded Arbitraggio del bus Accesso diretto alla memoria (DMA) Interfacciamento con il mondo esterno: Porte di ingresso-uscita general purpose (GPIO) Interfacciamento di dispositivi tramite GPIO Interfacciamento di interruttori e pulsanti Interfacciamento di LED Interfacciamento di display Interfacciamento di carichi in corrente continua Interfacciamento di carichi in corrente alternata Interfacciamento di motori Comunicazione seriale: Comunicazione di dati Tipologie di canali seriali UART USB SPI I2C 1-Wire Elaborazione di segnali analogici: Sensori, Interfacciamento e condizionamento dei segnali Amplificatori Operazionali Comparatori Campionamento Convertitori ADC e DAC

**Docente: SAVOIA ALESSANDRO STUART**

Introduzione ai sistemi programmabili: Classificazione dei sistemi programmabili Campi di applicazione Richiami di elettronica digitale: Reti logiche Circuiti combinatori Circuiti sequenziali Logiche programmabili Sistemi di numerazione e tipi di dati: Numeri binari ed esadecimali Conversioni e operazioni tra numeri binari ed esadecimali Rappresentazione binaria di numeri interi Rappresentazione binaria di numeri reali Organizzazione di un microcomputer: Struttura di base Microcontrollori vs. microprocessori CPU Bus Organizzazione della memoria Organizzazione dell'I/O Instruction set Introduzione agli interrupt Programmazione embedded in linguaggio assembly: Programmazione a basso livello Assembler Caratteristiche delle istruzioni assembly Operazioni di moltiplicazione e divisione Allocazione dati e variabili Subroutines e Interrupt Service Routines Programmazione embedded in linguaggio C: Programmazione ad alto livello Compilatori Struttura di programmi C Esempi Integrazione di codice C e assembly Principi base di interfacciamento: Alimentazione Clock Power-on reset Bootstrap Periferiche embedded: Tipologie di interrupt Gestione degli interrupt Timer e contatori Memorie embedded

Arbitraggio del bus Accesso diretto alla memoria (DMA) Interfacciamento con il mondo esterno: Porte di ingresso-uscita general purpose (GPIO) Interfacciamento di dispositivi tramite GPIO Interfacciamento di interruttori e pulsanti Interfacciamento di LED Interfacciamento di display Interfacciamento di carichi in corrente continua Interfacciamento di carichi in corrente alternata Interfacciamento di motori Comunicazione seriale: Comunicazione di dati Tipologie di canali seriali UART USB SPI I2C 1-Wire Elaborazione di segnali analogici: Sensori, Interfacciamento e condizionamento dei segnali Amplificatori Operazionali Comparatori Campionamento Convertitori ADC e DAC

## SOLID STATE MEASURING DEVICES

in - Primo anno - Secondo semestre

Il corso intende fornire allo studente gli strumenti per comprendere i processi alla base del funzionamento di alcune famiglie di sensori, in maniera da essere in grado di comprendere le limitazioni e i limiti di uso di sensori. Il corso introduce quelle proprietà di metalli, semiconduttori, dielettrici ecc. su cui si basa il funzionamento di una ampia gamma di dispositivi di misura a stato solido. Basandosi sulle proprietà generali introdotte e discusse, vengono descritte le caratteristiche salienti di sensori (di campo magnetico, temperatura, radiazione...). Vengono inoltre introdotti alcuni dispositivi per uso metrologico.

**Docente:** *SILVA ENRICO*

Richiami di Meccanica Quantistica e Fisica Statistica. Solidi: proprietà di strutture periodiche. Elettroni nei solidi. Bande. Semiconduttori. Proprietà di trasporto, equazione di Boltzmann. Conduttività dc, ac, effetti termoelettrici. Elementi di magnetismo. Elementi di Superconduttività. Sensori e dispositivi. Sensori di temperatura, campo magnetico, potenza rf. Dispositivi a effetto termoelettrico: celle Peltier, generatori termoelettrici. Sensori e sistemi superconduttivi: standard del volt, SQUID Effetto Hall quantistico in metrologia

## ENERGETICA ELETTRICA

in - Secondo anno - Secondo semestre

Lo studente verrà posto in grado di familiarizzare con le problematiche relative all'efficienza energetica alla luce del fabbisogno energetico delle utenze industriali e del terziario. Saranno forniti gli strumenti per comprendere le problematiche della generazione elettrica distribuita con riguardo alla generazione elettrica da fonti rinnovabili, fotovoltaico ed eolico, e dei diversi sistemi di accumulo. Per i sistemi sopradetti verranno trattati i problemi che sono alla base delle scelte dei sistemi di connessione alla rete elettrica ed i sistemi attivi per ridurre le cause di inquinamento della rete stessa.

## ANTENNAS AND PROPAGATION

in - Secondo anno - Primo semestre, in - Secondo anno - Primo semestre

Il corso si propone di completare la formazione sulle antenne ricevuta in corsi precedenti, in particolare in relazione allo studio e progettazione delle antenne ad apertura, delle antenne planari e degli allineamenti di antenne. Introduce inoltre il problema dello scattering elettromagnetico sia da strutture presenti nell'ambiente che da eventuali diffusori presenti nel terreno. Si propone infine di affrontare lo studio della propagazione delle onde radio e microonde nell'atmosfera terrestre. Ambiti di applicazione: industria biomedica, elettrica, elettronica e delle telecomunicazioni.

**Docente:** *SCHETTINI GIUSEPPE, BACCARELLI PAOLO*

Propagazione tra punti fissi: presenza della terra, onda superficiale e riflessione da terra piatta. Indice di rifrazione per un mezzo ionizzato. Curvatura dei raggi nel plasma ionosferico.

## MICRO E NANOTECNOLOGIE ELETTRONICHE

in - Secondo anno - Primo semestre

Il corso si propone di illustrare le principali tecnologie micro e nano elettroniche attualmente in uso in diversi ambiti, per alte frequenze nelle telecomunicazioni, per elettronica organica su substrati plastici flessibili, per display nell'elettronica di consumo. Vengono poi analizzate alcune tecnologie emergenti, quali l'elettronica in grafene e l'elettronica basata su fili quantici e nanotubi di carbonio. Particolare attenzione è rivolta al principio di funzionamento dei computer quantistici e le nuove prospettive di calcolo.

**Docente:** *ROSSI MARIA CRISTINA*

Richieste del mercato elettronico: altissima densità di integrazione dei dispositivi elettronici, MOSFET sub micrometrici, effetti di canale corto, drain induced barrier lowering (DIBL), correnti di perdita nel gate. Elettronica per alta frequenza nelle telecomunicazioni: bandgap engineering, eterogiunzioni, dispositivi ad alta mobilità elettronica (HEMT) e transistor bipolari a eterogiunzione (HBT), tecniche di realizzazione. Ingegneria della deformazione all'eterogiunzione (STRAINTRONICS). Elettronica organica su substrati plastici flessibili, elettronica indossabile: semiconduttori organici, trasporto di carica, dispositivi organici, tecniche di realizzazione. Tecnologie elettroniche per display: a cristalli liquidi (LCD display), a punti quantici (QD display), OLED display. Struttura e proprietà dei punti quantici (QD). Tecnologie emergenti Elettronica in Grafene: Struttura, proprietà e tecniche di realizzazione. Dispositivi in grafene. Porte logiche, circuiti di calcolo per la nano elettronica: fili quantici (QW, quantum wires). Struttura, proprietà e tecniche di realizzazione. Sensori chimici e biosensori nanometrici: nanotubi di carbonio (CNT). Struttura, proprietà, tecniche di realizzazione. Computer quantistici: computazione quantistica, capacità di calcolo e parallelismo quantistico, bit quantistici (Qubit) e porte logiche quantistiche, "entanglement" quantistico.

## ELETTRONICA DI POTENZA

**in - Primo anno - Secondo semestre**

Conoscere le configurazioni e le caratteristiche di funzionamento degli apparati statici di potenza che utilizzano dispositivi a semiconduttore per realizzare la conversione controllata dell'energia elettrica. Conoscere le modalità di impiego dei convertitori elettronici di potenza nei principali campi applicativi quali gli azionamenti elettrici, i sistemi di continuità assoluta, la generazione distribuita di potenza elettrica da fonti rinnovabili e la gestione ottimizzata dei sistemi di accumulo dell'energia.

**Docente: CRESCIMBINI FABIO**

Caratteristiche costruttive e di funzionamento dei componenti a semiconduttore (diodi di potenza, thyristor, MOSFET di potenza, GTO, IGBT) e dei componenti passivi (induttori e condensatori) utilizzati nei convertitori statici di potenza; perdite di conduzione e perdite di commutazione nei componenti, sistemi di raffreddamento dei convertitori. Convertitori a commutazione naturale: struttura e caratteristiche di funzionamento dei raddrizzatori a diodi e dei convertitori a thyristor con alimentazione monofase o trifase nel funzionamento da raddrizzatore o da inverter. Convertitori a commutazione forzata: struttura e caratteristiche di funzionamento dei convertitori DC/DC di tipo Buck, Boost e Full-bridge con modulazione PWM bipolare e unipolare; convertitori DC/AC a tensione impressa: struttura e caratteristiche di funzionamento degli inverter e dei raddrizzatori switching monofase e trifase; tecniche di modulazione PWM sinusoidale ed SVM e loro applicazione nella regolazione dei convertitori DC/AC; tecniche di modulazione con controllo della corrente di uscita a banda di isteresi o con tempo di commutazione prefissato. Alimentatori switching: struttura e caratteristiche di funzionamento dei convertitori Flyback, Forward, Push-Pull e Full-Bridge. Convertitori risonanti: convertitori con carico risonante; convertitori ZVS e ZCS; convertitori con DC link risonante. Impiego dei convertitori statici di potenza in alcuni dei principali campi applicativi quali: gli azionamenti elettrici utilizzati in ambito industriale o nei settori delle apparecchiature biomediche, delle tecnologie assistive e della riabilitazione; i sistemi di continuità assoluta o di emergenza per l'alimentazione elettrica di sistemi ICT o di apparecchiature elettromedicali finalizzate all'implementazione di protocolli di diagnosi e/o di cura; la generazione distribuita di potenza elettrica da fonti rinnovabili e la gestione ottimizzata dei sistemi di accumulo dell'energia.

## OTTICA E FOTONICA DI SOLITONI

**in - Secondo anno - Secondo semestre**

Introduzione a concetto, modelli e usi di onde solitarie e solitoni ottici, con riferimento al confinamento temporale di impulsi e al confinamento spaziale di fasci luminosi, per l'elaborazione opto-ottica e il trasferimento/propagazione di pacchetti d'onda non-dispersivi. Saranno forniti esempi sperimentali e applicativi sia in fibra ottica che in cristalli liquidi. Il moderno ingegnere elettronico sarà così in grado di comprendere e gestire generazioni avanzate di processori tutto-ottici di segnali.

**Docente: ASSANTO GAETANO**

Introduzione alle onde solitarie e ai solitoni, solitoni spaziali, solitoni temporali, solitoni spazio-temporali Solitoni ottici uno-, due-, e tri-dimensionali Solitoni ottici spaziali e stabilità Solitoni Kerr in fibra ottica, NLSE Solitoni ottici spaziali in cristalli liquidi, nematiconi Fenomeni, caratteristiche e applicazioni di nematiconi

## ADVANCED ELECTROMAGNETIC COMPONENTS AND CIRCUITS

**in - Secondo anno - Primo semestre**

Il corso presenta il progetto di componenti e circuiti elettromagnetici in scenari applicativi moderni avanzati tra i quali le comunicazioni wireless, i componenti e dispositivi a microonde e a frequenze ottiche, i circuiti, le comunicazioni a microonde ed i sistemi radar, produzione/ trasferimento/immagazzinamento dell'energia in modalità wireless, con particolare riferimento agli aspetti innovativi legati all'impiego di materiali elettromagnetici artificiali e metamateriali.

**Docente: TOSCANO ALESSANDRO**

Il corso è composto da 5 unità didattiche articolate come segue: PARTE 1 –PROPAGAZIONE GUIDATA E CIRCUITI DI ADATTAMENTO Modellizzazione di strutture guidanti, Circuiti reali di adattamento delle strutture guidanti, Reti di adattamento a banda stretta e a banda larga, Trasformatore a larga banda con funzione di trasferimento binomiale e di Chebyshev. PARTE 2 – RETI A MICROONDE: MODELLI E PROPRIETA' Rappresentazioni matriciali delle reti a microonde e loro relazioni (Matrice ABCD, Matrice delle impedenze e delle ammettenze, Matrice di scattering e relazioni con le altre rappresentazioni matriciali), Matrice di Scattering [S] di una rete a N porte, Proprietà del componente osservando la matrice [S]: Reciprocità, Adattamento, Lossless. Rappresentazione a Grafo della matrice [S] per l'analisi dei componenti, Analisi della risposta in frequenza di componenti in una rete a microonde e progettazione delle reti compensatrici. PARTE 3 – COMPONENTI A 3 PORTE Analisi di una rete 3 porte generica, Analisi e progettazione di un circolatore a microonde, Analisi e progettazione di divisori di potenza (Divisore a giunzione, Divisore resistivo, Divisore di Wilkinson) in configurazione bilanciata e sbilanciata. PARTE 4 – COMPONENTI A 4 PORTE Analisi di una rete 4 porte generica, Proprietà e parametri di un accoppiatore direzionale, Analisi di accoppiatori direzionali simmetrici, antisimmetrici e ibridi in quadratura ed ad anello, Progettazione di accoppiatori direzionali PARTE 5 –PROGETTAZIONE DI RETI E COMPONENTI AVANZATI Introduzione alla progettazione di reti a microonde ed onde millimetriche reali quali i filtri e gli amplificatori per piccoli segnali. Introduzione all'uso di software CAD elettromagnetici per l'analisi e progettazione dei circuiti a microonde. Introduzione ai componenti in metamateriale per applicazioni radar, satellitari e comunicazioni wireless.

## PROGETTO DI CONVERTITORI STATICI DI POTENZA

**in - Secondo anno - Secondo semestre**

Il corso ha l'obiettivo di presentare i modelli e le metodologie relativi alla progettazione dei convertitori elettronici di potenza sulla base del funzionamento in regime dinamico e della relativa regolazione. Lo studente acquisirà le competenze necessarie ad affrontare le problematiche per una corretta progettazione sulla base delle specifiche tecniche imposte dalla vigente normativa e delle prestazioni desiderate per gli stessi apparati elettronici di conversione.

## OPTOELETTRONICA

**in - Primo anno - Secondo semestre**

Introduzione all'ottica guidata, propagazione e trasmissione in guida, ottica integrata, acusto-ottica, elettro-ottica, ottica non lineare per preparare il moderno ingegnere elettronico ad affrontare i problemi di progetto e realizzazione connessi al trasferimento e al processo di segnali ottici in guide d'onda e mediante interazioni con luce, campi elettrici/magnetici, onde sonore.

**Docente: ASSANTO GAETANO**

- Richiami sulla propagazione ottica in cristalli anisotropi: assi principali, ellissoide degli indici, onde ordinarie e straordinarie, birifrangenza. - Effetto elettro-ottico: generalità, modulazione di polarizzazione e di ampiezza, modulazione di fase, modulazione longitudinale e trasversale. - Effetto acusto-ottico: generalità, regimi di Raman-Nath e di Bragg, modulazione e deflessione acusto ottica, isolatori acusto-ottici. - Ottica integrata: guide planari e propagazione per raggi, autosoluzioni e autovalori, relazioni di dispersione TE e TM, guide a canale, accoppiamento. Teoria dei modi accoppiati. L'accoppiatore coerente. L'interferometro integrato e modulatore di Mach-Zehnder. Modi co- e contro-propaganti, riflessione alla Bragg. - Introduzione all'ottica non lineare quadratica: fenomenologia, equazioni accoppiate, generazione di seconda armonica, phase-matching. - Introduzione all'ottica non lineare cubica di tipo Kerr: fenomenologia, rifrazione non lineare, auto-effetti.

## ADVANCED ENGINEERING ELECTROMAGNETICS

**in - Primo anno - Secondo semestre**

Il corso permette di apprendere conoscenze avanzate sull'interazione tra campo elettromagnetico e materia naturale, artificiale e vivente. Tali conoscenze sono 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.

## CIRCUITI E SISTEMI ELETTRICI

**in - Primo anno - Primo semestre**

Scopo del corso è fornire agli studenti della laurea magistrale le nozioni di base relative ai metodi di analisi dei sistemi di generazione, conversione e trasmissione dell'energia elettrica. Vengono indicate le linee guida della progettazione dei sistemi e degli apparati per la distribuzione dell'energia elettrica e degli impianti elettrici di alta, media e bassa tensione.

## SUPERCONDUTTIVITÀ SPERIMENTALE

**in - Secondo anno - Primo semestre**

Acquisire conoscenze riguardanti: le applicazioni della superconduttività, le metodologie delle principali indagini sperimentali sui superconduttori, i fondamenti dei principali modelli teorici. Identificare quali peculiarità della superconduttività siano sfruttate in dispositivi e sistemi basati su superconduttori.

**Docente: SILVA ENRICO**

1 Fondamenti e complementi. Resistenza nulla, correnti persistenti. Persistent Current Switch. Effetto Meissner. Superconduttori di tipo I e II. Campi critici. Quantizzazione del flusso. Equazioni dei London. Modello a due fluidi. 2 Materiali superconduttori. Metalli e leghe: superconduttori tecnologici. Superconduttori ad alta T<sub>c</sub>. Superconduttori a base di ferro. Superconduttori anisotropi. 3 Teoria. Cenni alla teoria microscopica BCS. Termodinamica dello stato superconduttivo. Teoria di Ginzburg-Landau. 4. Conducibilità a radiofrequenza. Conducibilità ac. Impedenza superficiale. Dispositivi superconduttivi rf. Superconduttori per le cavità acceleratrici e per i grandi esperimenti. 5 Superconduttori di Tipo II. Flussoni. Reticolo di Abrikosov. Campi critici inferiore e superiore. Moto flussonico. Pinning. Irreversibilità. Modello di Bean. Flux-flow, flux-creep, TAFF. 6. Superconduttività per l'energia Applicazioni: SFCL: limitatori di corrente a superconduttore; Magneti superconduttori per la fusione nucleare; Accumulatori: SMES, Flywheels 7. Superconduttività nel quantum computing 8. (facoltativo) Effetto Josephson. Effetto Josephson (derivazione di Feynmann). Modello RCSJ. Effetto Josephson ac. Shapiro steps. Standard di tensione. SQUID; Effetto del campo magnetico, corrente critica e interferenza quantistica. Caso di schermaggio debole. Applicazioni.

## TIROCINIO

**in - Secondo anno - Secondo semestre**

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.

## METODI DI SIMULAZIONE PER CIRCUITI E SISTEMI ELETTRICI ED ELETTRONICI

**in - Secondo anno - Secondo semestre**

È obiettivo del corso fornire agli studenti della laurea magistrale le opportune conoscenze sul calcolo scientifico e sui metodi di sintesi per applicazioni elettriche ed elettroniche, al fine di introdurre i corsisti alla comprensione e alla progettazione di software di simulazione.

**Docente: RIGANTI FULGINEI FRANCESCO**

Prima parte: strumenti di calcolo • 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 ---- seconda parte: • 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 • metodi euristici di ottimizzazione tabu search, simulating annealing, genetic algorithms, bacterial chemotaxis algorithm, particle swarm optimization flock of starling optimization • Reti neurali artificiali • sviluppo di un simulatore di reti elettriche e circuiti elettronici • sviluppo di un simulatore di dispositivi a nucleo ferromagnetico • sviluppo di un simulatore dei flussi di potenza nelle reti elettriche

## CHIMICA DELLE TECNOLOGIE

**in - Primo anno - Primo semestre**

Il corso ha il compito di ampliare le conoscenze chimiche dello studente nell'ambito dei processi tecnologici relativi all'elettronica, sia quelli ormai consolidati industrialmente ma anche quelli maggiormente innovativi.

**Docente: SOTGIU GIOVANNI**

1 Sostenibilità energetica e fonti di energia rinnovabili. sviluppo sostenibile, emissioni di CO2 (ciclo del carbonio) e altri gas serra; fonti energetiche rinnovabili (cenni): eolica, idroelettrica, geotermica 2 Chimica nucleare. Difetto di massa, decadimenti radioattivi, cinetica del decadimento, misura della radioattività. Fissione: uranio arricchito, processi di arricchimento. Fusione: confinamento del plasma inerziale e magnetico. Materiali superconduttori. 3 Impiego e tecniche di deposizione di film sottili 4 Richiami su modelli del legame chimico; cenni di teoria dell'orbitale molecolare; HOMO & LUMO; O.M. e teoria delle bande 5 Cenni di chimica organica 6 Solare termico e fotovoltaico: giunzione p-n, celle tradizionali, meccanismo di funzionamento, materiali. Celle organiche: DSSC, small molecule organic solar cell, polymer solar cell. LED, OLED. Tecnologia del Silicio: purificazione e cristallizzazione (processi Siemens e Czochralski); raffinazione a zone 7 Tecniche indagine superficiale: SEM, EDX, AFM, FTIR 8 Richiami di elettrochimica. Cenni di conducibilità elettrica di soluzioni: conduttori elettronici e ionici; cenni di struttura dei solidi (reticolo cristallini, indici di Miller, difetti). Interfase elettrica; conduttanza (Legge di migrazione indipendente degli ioni); elettrodo polarizzabile e non; doppio strato e potenziale elettrodo; Equazione di Nernst. Elettrodi e celle elettrochimiche; cella voltaica, pila di Daniell; cella di elettrolisi; corrosione metallica. Batterie; primarie e secondarie. Celle a combustibile

## METAMATERIALS

**in - Secondo anno - Secondo semestre**

Il corso permette di apprendere gli strumenti per l'analisi ed il progetto di dispositivi innovativi ad alto contenuto tecnologico basati sull'impiego dei materiali elettromagnetici artificiali e dei metamateriali.

**Docente: MONTI ALESSIO**

Modulo 1: Introduzione ai metamateriali. Metamateriali ad indice di rifrazione negativo. Classificazione e terminologia. Risonatore di Engheta. Lente di Pendry. Metamateriali a linea di trasmissione. Miniaturizzazione di componenti. Antenne miniaturizzate. Metamateriali bi-dimensionali: metasuperfici. Progetto di inclusioni per metamateriali a microonde. Progetto di metamateriali a linea di trasmissione e progetto di componenti miniaturizzati (celle elementari, sfasatori, rat-race, ecc.). Esercitazioni in ambiente di calcolo simbolico e numerico. Modulo 2: Introduzione alle metasuperfici. Introduzioni alle metasuperfici. Metasuperfici con risposta elettrica. Metasuperfici con risposta elettrica e magnetica. Metasuperfici per riflessione e rifrazione anomala. Metasuperfici a microonde. Metasuperfici a frequenze ottiche basate su allineamenti di nanoparticelle. Caratterizzazione elettromagnetica dei metalli a frequenze ottiche. Modello di Drude. Effetto della forma e delle dimensioni sulla risposta ottica dei materiali. Effetto di dispersione superficiale. Tecniche di omogeneizzazione volumetriche di allineamenti di nanoparticelle: formule di Maxwell Garnett e di Clausius-Mosotti. Tecniche di omogeneizzazione bidimensionali. Applicazioni delle metasuperfici ottiche: invisibilità elettromagnetica, assorbitori ottici, dispositivi per la minimizzazione delle riflessioni e schermi trasparenti. Estensione del modello bidimensionale a metasuperfici composte da nanoparticelle dielettriche. Applicazioni delle metasuperfici dielettriche. Esercitazioni in ambiente di calcolo numerico. Modulo 3: Invisibilità elettromagnetica. Riduzione dell'osservabilità radar. Concetti di base sull'invisibilità elettromagnetica. Sezione radar e sezione di scattering. Figure di merito per quantificare l'efficacia di un dispositivo di invisibilità elettromagnetica. Concetti introduttivi sull'elettromagnetismo di trasformazione. Mantello dell'invisibilità basato sull'elettromagnetismo di trasformazione. Altre tecniche per ottenere l'invisibilità elettromagnetica. Concetti introduttivi sulla cancellazione dello scattering. Cancellazione dello scattering mediante metamateriali volumetrici. Cancellazione dello scattering mediante metasuperfici (mantle cloaking). Teoria di Mie per oggetti sferici e cilindrici ricoperti con uno strato volumetrico e un'impedenza superficiale. Implementazione di dispositivi di invisibilità basati sulla cancellazione dello scattering a microonde: materiali volumetrici e metasuperfici a singola e doppia polarizzazione. Applicazioni dell'invisibilità elettromagnetica alle microonde: invisibilità di oggetti passivi, invisibilità di antenne riceventi e sensori, invisibilità reciproca di antenne trasmettenti. Dispositivi di invisibilità elettromagnetica non-lineari e selettivi rispetto alla forma d'onda e relative applicazioni. Esercitazioni in ambiente di calcolo simbolico e numerico. Modulo 4: Metamateriali tempo-spazio varianti. Introduzione alla non-reciprocità elettromagnetica ottenuta con materiali naturali e metamateriali. Introduzione ai metamateriali modulati nel tempo e nello

spazio. Analisi di un risonatore caricato con metamateriale tempo-spazio variante: modi accoppiati, modi in risonanza e risposta in frequenza. Applicazioni di risonatori caricati con metamateriale tempo-spazio variante. Propagazione libera in un mezzo infinitamente esteso e in uno slab finito modulato nel tempo e nello spazio. Analisi della propagazione in uno slab nel dominio del tempo e applicazioni. Metasuperfici tempo-spazio varianti. Modulo 5: Metamateriali per campi strutturati. Proprietà topologiche dei campi strutturati. Introduzione ai concetti di momento orbitale angolare, singolarità di fase e carica topologica. Generazione di campi elettromagnetici con singolarità di fase a frequenze ottiche e a microonde. Generazione di vortici compositi e loro proprietà topologiche (robustezza rispetto all'interazione con oggetti opachi e con campi non vorticosi). Esempi di applicazioni: antenna a patch con stato di polarizzazione di tipo Moebius; sagomatura e orientamento del diagramma di radiazione; casi particolari di diagramma settoriale e a sella. Esercitazioni in ambiente di calcolo simbolico e numerico.

<b>Percorso formativo a.a. 2023-2024 (coorte 2023-2024)</b>						
<b>LM-29 Laurea Magistrale in Ingegneria elettronica per l'industria e l'innovazione (DM 270/2004)</b>						
N.	INSEGNAMENTO	SSD	ATTIVITÀ	CFU	A_S	ORE
<b>INSEGNAMENTI COMUNI PER TUTTI GLI STUDENTI (didattica erogata)</b>						
1	Advanced engineering electromagnetics	ING-INF/02	B	9	1_2	72
2	Chimica delle tecnologie	CHIM/07	C	6	1_1	48
3	Circuiti e sistemi elettrici	ING-IND/31	C	9	1_1	72
4	Elettronica quantistica e ottica ( <i>esame integrato</i> )	FIS/03	C	12		96
4a	<i>Elettronica quantistica</i>	FIS/03	C	6	1_1	48
4b	<i>Ottica</i>	FIS/03	C	6	1_2	48
5	Elettronica dei sistemi programmabili	ING-INF/01	B	9	1_2	72
6	Elettronica di potenza	ING-IND/32	C	9	1_2	72
7	Solid state measuring devices	ING-INF/07	B	9	1_2	72
8	<i>un insegnamento caratterizzante a scelta tra:</i>					
	Antennas and propagation ( <i>didattica programmata</i> )	ING-INF/02	B	9	2_1	72
	Progettazione elettronica ( <i>didattica programmata</i> )	ING-INF/01	B	9	2_2	72
<b>TOTALE CFU INSEGNAMENTI COMUNI PER TUTTI GLI STUDENTI</b>				<b>72</b>		

<b>Insegnamenti I anno (didattica erogata)</b>						
9-11	tre insegnamenti per 21 CFU totali, di cui almeno 15 CFU caratterizzanti (B), fra i seguenti da scegliere tra il I e II anno (con l'esclusione dell'insegnamento già scelto al punto 8):					
	Optoelettronica	ING-INF/01	B	9	1_2	72

<b>Insegnamenti II anno (didattica programmata)</b>						
	Advanced antenna engineering	ING-INF/02	B	9	2_2	72
	Advanced electromagnetic components and circuits	ING-INF/02	B	9	2_1	72
	Antennas and propagation	ING-INF/02	B	9	2_1	72
	Dispositivi e sistemi fotovoltaici	ING-INF/01	B	6	2_1	42
	Laboratorio di elettronica	ING-INF/01	B	6	2_2	42
	Metamaterials	ING-INF/02	B	9	2_2	72
	Micro e nanotecnologie elettroniche	ING-INF/01	B	6	2_1	48
	Ottica e fotonica di solitoni	ING-INF/01	B	6	2_2	48
	Progettazione elettronica	ING-INF/01	B	9	2_2	72
	Superconduttività sperimentale	ING-INF/07	B	6	2_1	48
	Energetica elettrica ( <i>mutuato da Ingegneria Meccanica</i> )	ING-IND/32	C	9	2_2	72
	Intelligenza artificiale per l'Ingegneria	ING-IND/31	C	6	2_2	42
	Progetto di convertitori statici di potenza	ING-IND/32	C	6	2_2	63
<b>TOTALE CFU INSEGNAMENTI DEL PERCORSO</b>				<b>21</b>		

<b>ALTRE ATTIVITÀ OBBLIGATORIE</b>						
12	<b>A SCELTA DELLO STUDENTE</b>		D	12	2	
	Esempi di insegnamenti offerti:					
	ogni altro insegnamento offerto					
	ogni altro insegnamento offerto nelle altre Lauree Magistrali					
	<b>TIROCINIO PROFESSIONALE</b>			6	2	
	<b>PROVA FINALE DI LAUREA</b>			9	2	
<b>TOTALE CFU ALTRE ATTIVITÀ OBBLIGATORIE</b>				<b>27</b>		
<b>TOTALE CFU LAUREA MAGISTRALE</b>				<b>120</b>		

**LEGENDA**

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

<b>Percorso formativo a.a. 2023-2024 (coorte 2022-2023)</b>						
<b>LM-29 Laurea Magistrale in Ingegneria elettronica per l'industria e l'innovazione (DM 270/2004)</b>						
N.	INSEGNAMENTO	SSD	ATTIVITÀ	CFU	A_S	ORE
<b>INSEGNAMENTI COMUNI PER TUTTI GLI STUDENTI (didattica già fruita)</b>						
1	Advanced engineering electromagnetics	ING-INF/02	B	9	1_2	72
2	Chimica delle tecnologie	CHIM/07	C	6	1_1	48
3	Circuiti e sistemi elettrici	ING-IND/31	C	9	1_1	72
4	Elettronica quantistica e ottica ( <i>esame integrato</i> )	FIS/03	C	12		96
4a	<i>Elettronica quantistica</i>	FIS/03	C	6	1_1	48
4b	<i>Ottica</i>	FIS/03	C	6	1_2	48
5	Elettronica dei sistemi programmabili	ING-INF/01	B	9	1_2	72
6	Elettronica di potenza	ING-IND/32	C	9	1_2	72
7	Solid state measuring devices	ING-INF/07	B	9	1_2	72
8	<i>un insegnamento caratterizzante a scelta tra:</i>					
	Antennas and propagation ( <i>didattica erogata</i> )	ING-INF/02	B	9	2_1	72
	Progettazione elettronica ( <i>didattica erogata</i> )	ING-INF/01	B	9	2_2	72
<b>TOTALE CFU INSEGNAMENTI COMUNI PER TUTTI GLI STUDENTI</b>				<b>72</b>		

<b>Insegnamenti I anno (didattica già fruita)</b>						
9-11	tre insegnamenti per 21 CFU totali, di cui almeno 9 CFU caratterizzanti (B), fra i seguenti da scegliere tra il I e II anno (con l'esclusione dell'insegnamento già scelto al punto 8):					
	Optoelettronica	ING-INF/01	B	9	1_2	72

<b>Insegnamenti II anno (didattica erogata)</b>						
	Advanced antenna engineering	ING-INF/02	B	9	2_2	72
	Advanced electromagnetic components and circuits	ING-INF/02	B	9	2_1	72
	Antennas and propagation	ING-INF/02	B	9	2_1	72
	Dispositivi e sistemi fotovoltaici	ING-INF/01	B	6	2_1	42
	Energetica elettrica ( <i>mutuato da Ingegneria Meccanica</i> )	ING-IND/32	C	9	2_2	72
	Laboratorio di elettronica	ING-INF/01	B	6	2_2	42
	Metamaterials	ING-INF/02	B	9	2_2	72
	Metodi di simulazione per circuiti e sistemi elettrici ed elettronici	ING-IND/31	C	6	2_2	42
	Micro e nanotecnologie elettroniche	ING-INF/01	B	6	2_1	48
	Ottica e fotonica di solitoni	ING-INF/01	B	6	2_2	48
	Progettazione elettronica	ING-INF/01	B	9	2_2	72
	Progetto di convertitori statici di potenza	ING-IND/32	C	9	2_2	63
	Superconduttività sperimentale	ING-INF/07	B	6	2_1	48
<b>TOTALE CFU INSEGNAMENTI DEL PERCORSO</b>				<b>21</b>		

<b>ALTRE ATTIVITÀ OBBLIGATORIE</b>						
12	<b>A SCELTA DELLO STUDENTE</b>		D	12	2	
	Esempi di insegnamenti offerti:					
	ogni altro insegnamento offerto					
	ogni altro insegnamento offerto nelle altre Lauree Magistrali					
	<b>TIROCINIO PROFESSIONALE</b>			6	2	
	<b>PROVA FINALE DI LAUREA</b>			9	2	
<b>TOTALE CFU ALTRE ATTIVITÀ OBBLIGATORIE</b>				<b>27</b>		
<b>TOTALE CFU LAUREA MAGISTRALE</b>				<b>120</b>		

**LEGENDA**

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

Si segnala, infine, che:

- l'insegnamento di *Elettronica quantistica e ottica* è didatticamente diviso nei due moduli di *Ottica* ed *Elettronica quantistica* ed è oggetto di esame unico;
  - gli insegnamenti di *Advanced antenna engineering*, *Advanced engineering electromagnetics*, *Advanced electromagnetic components and circuits*, *Antennas and propagation* e *Metamaterials* saranno erogati in lingua inglese;
  - l'insegnamento di *Optoelettronica* è propedeutico all'insegnamento di *Ottica e fotonica dei solitoni*;
  - le strutture didattiche cercheranno, nei limiti del possibile, di evitare la sovrapposizione di orario dei corsi, non garantendo la non sovrapposizione per tutte le possibili combinazioni degli esami scelti dagli studenti.
- 
- Per quegli insegnamenti mutuati da altri Collegi Didattici si deve far riferimento agli orari delle lezioni, alle date d'esame e al numero di appelli da loro fissati.

## **REGOLAMENTO PER LE ATTIVITÀ DI TIROCINIO**

### ***Laurea Magistrale in Ingegneria elettronica per l'industria e l'innovazione-LM 29***

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

Preso atto dell'accertata possibilità di consentire l'accesso al tirocinio nell'ambito della Laurea Magistrale, 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 Magistrale. 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 150 ore e corrisponde a 6 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 Magistrale può ottenere l'assegnazione del tirocinio quando, essendo iscritto almeno al secondo anno di corso, abbia già acquisito 60 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 Magistrale in Ingegneria elettronica per l'industria e l'innovazione-LM 29*

### **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 6 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 cinque 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 centodecimi ed è ottenuto sulla base dei punteggi  $P_1$ , e  $P_2$  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, 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;
- in caso di inserimento di un esame a scelta che porti al superamento dei 120 CFU, i CFU in esubero concorrono al calcolo della media per il conseguimento del titolo (delibere del CCD nelle sedute del 11/09/2009 e del 30/10/2013). Attività didattiche, fino a un massimo di 9 crediti, inserite in sovrannumero ai sensi del Regolamento Carriera non saranno comprese nel piano di studio e non concorrono al calcolo della media per il conseguimento del titolo.

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 su proposta del relatore. Nel caso di tesi di carattere compilativo, l'incremento qui in oggetto è pari al massimo ad 1 (un) punto.
- 0-3 per la qualità della presentazione e della discussione della PFL.

L'incremento di 5 punti è proposto dal relatore per elaborati eccellenti. (ad esempio articoli per scientifici già sottomessi o pubblicati o domande di brevetto, in cui sia enucleabile il contributo originale del candidato, inerenti il tema dell'elaborato).

La votazione di laurea è quindi ottenuta come somma dei punteggi  $P_1$ ,  $P_2$  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 8 punti.

L'attribuzione del punteggio finale è decisa a maggioranza. 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 al laureando della lode è possibile con il raggiungimento di un punteggio finale almeno pari a centododici (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.