

<b>Università</b>	Università degli Studi di PADOVA
<b>Classe</b>	LM-29 - Ingegneria elettronica
<b>Nome del corso in italiano</b>	Ingegneria elettronica <i>adeguamento di: Ingegneria elettronica (1388456)</i>
<b>Nome del corso in inglese</b>	Electronic Engineering
<b>Lingua in cui si tiene il corso</b>	italiano
<b>Codice interno all'ateneo del corso</b>	IN0520^2019^000ZZ^028060
<b>Data di approvazione della struttura didattica</b>	23/11/2018
<b>Data di approvazione del senato accademico/consiglio di amministrazione</b>	10/12/2018
<b>Data della consultazione con le organizzazioni rappresentative a livello locale della produzione, servizi, professioni</b>	19/09/2007 -
<b>Data del parere favorevole del Comitato regionale di Coordinamento</b>	
<b>Modalità di svolgimento</b>	a. Corso di studio convenzionale
<b>Eventuale indirizzo internet del corso di laurea</b>	<a href="http://didattica.unipd.it/didattica/2019/IN0520/2019">http://didattica.unipd.it/didattica/2019/IN0520/2019</a>
<b>Dipartimento di riferimento ai fini amministrativi</b>	INGEGNERIA DELL'INFORMAZIONE - DEI
<b>EX facoltà di riferimento ai fini amministrativi</b>	
<b>Massimo numero di crediti riconoscibili</b>	0 DM 16/3/2007 Art 4 <b>Nota 1063 del 29/04/2011</b>

### **Obiettivi formativi qualificanti della classe: LM-29 Ingegneria elettronica**

I laureati nei corsi di laurea magistrale della classe devono:

- conoscere approfonditamente gli aspetti teorico-scientifici della matematica e delle altre scienze di base ed essere capaci di utilizzare tale conoscenza per interpretare e descrivere i problemi dell'ingegneria complessi o che richiedono un approccio interdisciplinare;
- conoscere approfonditamente gli aspetti teorico-scientifici dell'ingegneria, sia in generale sia in modo approfondito relativamente a quelli dell'ingegneria elettronica, nella quale sono capaci di identificare, formulare e risolvere, anche in modo innovativo, problemi complessi o che richiedono un approccio interdisciplinare;
- essere capaci di ideare, pianificare, progettare e gestire sistemi, processi e servizi complessi e/o innovativi;
- essere capaci di progettare e gestire esperimenti di elevata complessità;
- avere conoscenze nel campo dell'organizzazione aziendale (cultura d'impresa) e dell'etica professionale;
- essere dotati di conoscenze di contesto e di capacità trasversali;
- essere in grado di utilizzare fluentemente, in forma scritta e orale, almeno una lingua dell'Unione Europea oltre l'italiano, con riferimento anche ai lessici disciplinari.

L'ammissione ai corsi di laurea magistrale della classe richiede il possesso di requisiti curriculari che prevedano, comunque, un'adeguata padronanza di metodi e contenuti scientifici generali nelle discipline scientifiche di base e nelle discipline dell'ingegneria, propedeutiche a quelle caratterizzanti previste nell'ordinamento della presente classe di laurea magistrale.

I corsi di laurea magistrale della classe devono inoltre culminare in una importante attività di progettazione, che si concluda con un elaborato che dimostri la padronanza degli argomenti, la capacità di operare in modo autonomo e un buon livello di capacità di comunicazione.

I principali sbocchi occupazionali previsti dai corsi di laurea magistrale della classe sono quelli dell'innovazione e dello sviluppo della produzione, della progettazione avanzata, della pianificazione e della programmazione, della gestione di sistemi complessi, sia nella libera professione sia nelle imprese manifatturiere o di servizi che nelle amministrazioni pubbliche. I laureati magistrali potranno trovare occupazione presso imprese di progettazione e produzione di componenti, apparati e sistemi elettronici ed optoelettronici; industrie manifatturiere, settori delle amministrazioni pubbliche e imprese di servizi, che applicano tecnologie e infrastrutture elettroniche per il trattamento, la trasmissione e l'impegno di segnali in ambito civile, industriale e dell'informazione.

Gli atenei organizzano, in accordo con enti pubblici e privati, stages e tirocini.

### **Sintesi della relazione tecnica del nucleo di valutazione**

La riprogettazione del CdS è stata effettuata nell'ambito di una rigorosa cornice di coordinamento, indirizzo e prevalutazione, condotta a livello complessivo di Ateneo, che ha adottato, con proprie linee guida cogenti, criteri più stringenti rispetto a quelli definiti a livello nazionale (vedi <http://www.unipd.it/nucleo/relazioni/index.htm>).

La riprogettazione è stata finalizzata a mantenere e migliorare un percorso universitario che è presente in Facoltà da moltissimi anni ed ha sempre avuto un numero di iscritti significativamente elevato e stabile. Anche nel nuovo corso sono stati mantenuti i tre orientamenti attuali (Microelettronica, Elettronica Industriale, Qualità ed Affidabilità in Elettronica) che hanno consentito ai laureati di avere ottime prospettive di inserimento nel mondo del lavoro. La didattica del CdS potrà comunque trarre profitto dalla più omogenea preparazione degli studenti in ingresso, dato che di norma essi proverranno tutti dallo stesso CdS di primo livello (Ingegneria dell'Informazione) con impostazione metodologica.

La proposta risulta quindi adeguatamente motivata e sono chiaramente formulati gli obiettivi formativi che l'hanno ispirata. Il NVA conferma altresì che il CdS è proposto da una Facoltà che dispone di strutture didattiche sufficienti e soddisfa i requisiti di docenza grazie alle risorse umane disponibili al suo interno. Il NVA esprime dunque parere favorevole sulla proposta.

### **Sintesi della consultazione con le organizzazioni rappresentative a livello locale della produzione, servizi, professioni**

In fase di attivazione dei corsi di laurea di primo e secondo livello dell'area dell'Ingegneria dell'Informazione ex D.M.270/2004, presso il Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione (DEI) sono stati organizzati incontri con le associazioni di categoria e aziende locali e nazionali, al fine di verificare la rispondenza dell'offerta formativa alle esigenze del tessuto socio-economico circostante. Il dialogo con gli stakeholders è da allora proseguito ininterrottamente, facilitato anche dalla lunga tradizione di

collaborazioni del personale docente del DEI con il mondo industriale, riguardanti lo sviluppo congiunto di progetti di ricerca, servizi di consulenza e supporto all'innovazione e organizzazione di workshop e seminari. Il continuo confronto dialettico con il mondo dell'industria e del terziario avanzato permette di avere una percezione sempre aggiornata di ciò che le aziende si attendono dai laureati e di calibrare conseguentemente i percorsi formativi. Le relazioni con il mondo industriale hanno un ruolo estremamente importante nei piani di ricerca del DEI, con conseguente ricaduta sulla didattica frontale dei corsi di laurea. Inoltre, nello svolgimento di programmi di ricerca congiunti, un ruolo molto importante è quello svolto dagli studenti durante la preparazione della tesi o nel periodo post-laurea. Il confronto costante con i principali attori del settore ICT permette a laureandi, neo-laureati e studenti di dottorato di acquisire competenze sempre aggiornate dal mondo del lavoro e di confrontarsi con la realtà delle imprese. Per rispondere alla richiesta di conoscenze e competenze non solo teoriche ma anche pratiche, il DEI ha investito e continua ad investire risorse umane e finanziarie per l'allestimento di laboratori didattici, inserendo soprattutto nelle lauree triennali professionalizzanti e nei corsi di laurea magistrale una sempre più intensa attività di laboratorio. Il forte orientamento al trasferimento tecnologico dei corsi di laurea dell'area dell'ingegneria dell'Informazione è confermato dalla nascita di spin-off specializzati negli ambiti ICT a cui il personale afferente al DEI ha dato e dà un fondamentale contributo, favorendo l'inserimento di giovani laureati o dottori di ricerca in realtà lavorative dove è richiesta altissima competenza tecnologica. Il confronto periodico con le organizzazioni rappresentative della produzione di beni e servizi, e delle professioni si è poi negli anni consolidato, come descritto nel quadro A1.b.

### **Obiettivi formativi specifici del corso e descrizione del percorso formativo**

L'evoluzione dei sistemi ICT (Information & Communication Technology) per l'elaborazione e la trasmissione dei dati richiede uno sviluppo costante di sistemi hardware avanzati. Sviluppi egualmente rilevanti stanno avendosi negli ambiti dell'elettronica per gli autoveicoli (ivi incluse le auto elettriche e ibride), per applicazioni domestiche, per i sistemi di trasporto e per quelli industriali, in particolare per quanto riguarda l'automazione industriale. Una citazione a parte meritano i dispositivi e i sistemi biomedicali che rendono possibili tecniche diagnostiche e terapeutiche sempre più raffinate e meno invasive. Lo sviluppo negli ambiti sopra menzionati è reso possibile dallo studio di componenti, circuiti e sistemi elettronici in grado di acquisire ed elaborare con velocità e precisione adeguate segnali sia analogici sia digitali, ovvero di controllare i flussi di energia elettrica e i processi che la utilizzano. Scopo del corso di laurea magistrale in Ingegneria elettronica è di fornire allo studente le conoscenze necessarie per operare consapevolmente in questo ambiente ampio e articolato. Egli sarà in grado di affrontare problemi di analisi, progettazione, sviluppo, produzione, controllo di qualità ed utilizzazione di componenti, circuiti e sistemi elettronici in svariati settori applicativi.

Il corso di laurea magistrale in Ingegneria Elettronica è mirato alla formazione di progettisti di sistemi elettronici in svariati settori, quali: l'elettronica per l'informatica e le telecomunicazioni, l'elettronica industriale, l'elettronica per le applicazioni biomedicali, l'elettronica per impieghi civili (casa, ufficio, trasporti), l'elettronica per sistemi avionico-spaziali. La figura professionale dell'ingegnere magistrale sarà in grado di adeguarsi alla rapida e continua innovazione tecnologica, di interagire agevolmente con altri settori dell'Ingegneria e di operare in tutti gli ambiti applicativi dell'elettronica. In particolare i laureati magistrali avranno la capacità di risolvere problemi ingegneristici anche di elevata complessità, operando in ambienti multidisciplinari e in piena collaborazione con altri tecnici. Saranno in grado di valutare, analizzare e risolvere problemi in aree nuove ed emergenti della loro specializzazione applicando metodi innovativi nella soluzione dei problemi. Avranno la capacità di progettare e condurre indagini analitiche, attraverso lo studio, l'uso di misure sul campo, le simulazioni al calcolatore e sperimentazioni in laboratorio. Sapranno valutare criticamente i dati ottenuti, trarre conclusioni e prendere decisioni con l'obiettivo di ottimizzare le soluzioni proposte. Potranno partecipare attivamente alle fasi decisionali previste nella progettazione di nuovi apparati e sistemi. Dovranno avere la capacità di valutare la possibilità di applicazione di tecnologie emergenti, valutare l'acquisto di strumentazione e scegliere consapevolmente e qualificare la componentistica più idonea alla realizzazione di sistemi complessi. Infine, dovranno maturare consapevolezza nella problematica di affidabilità spesso fortemente dipendenti dal settore di applicazione del prodotto.

L'impostazione didattica prevede che nei corsi più avanzati la formazione teorica sia accompagnata da lavori di progettazione individuali e di gruppo così da sollecitare la partecipazione attiva, l'attitudine propositiva e la capacità di elaborazione autonoma. Attività mirate di laboratorio permetteranno allo studente di applicare direttamente le conoscenze acquisite, sviluppando relative abilità e metodologie di indagine. Altro strumento fondamentale per lo sviluppo di una indipendenza decisionale e di una consapevolezza critica viene dato dall'elaborazione della tesi finale. In essa lo studente dovrà dimostrare di aver acquisito una autonomia di scelta ed una capacità progettuale in ambiti tecnologici innovativi e con l'impiego degli strumenti teorici e tecnologici più avanzati.

Infine, la laurea di secondo livello consente l'accesso ai corsi di dottorato di ricerca, che mirano alla preparazione di personale altamente qualificato per lo svolgimento di attività di innovazione e ricerca avanzata in strutture pubbliche e private.

### **PERCORSO FORMATIVO**

Il percorso formativo include alcuni insegnamenti caratterizzanti ritenuti fondamentali per un Ingegnere Elettronico, relativi alle misure elettroniche, la propagazione elettromagnetica e le antenne, la sistemistica, l'elettronica analogica e digitale. Di fondamentale importanza risulta anche la formazione in microelettronica e quindi le tecnologie per la fabbricazione dei circuiti integrati a semiconduttore, nonché i principi di funzionamento dei dispositivi microelettronici. Viene poi offerta un'ampia varietà di insegnamenti specialistici nei SSD caratterizzanti con una funzione rilevante assegnata alle attività di laboratorio che potranno essere personalizzate e adeguatamente mirate. Tali insegnamenti permettono allo studente di approfondire le varie tematiche dell'elettronica a un livello adeguato rispetto agli obiettivi formativi citati in precedenza. Lo studente includerà nel suo percorso formativo un congruo numero di CFU nei settori affini, in modo da essere effettivamente in grado di interagire agevolmente con altri settori dell'Ingegneria e di operare in tutti gli ambiti applicativi dell'elettronica. Considerata la vastità degli ambiti applicativi e delle tematiche con cui un ingegnere elettronico può trovarsi a interagire, lo studente avrà la possibilità di scegliere tra una rosa relativamente ampia di settori affini. In particolare potrà scegliere tra tre gruppi principali di SSD affini: (1) SSD relativi alle altre aree dell'ingegneria dell'informazione che non siano caratterizzanti per la classe LM-29; (2) SSD nell'ambito dell'ingegneria industriale che coprono tematiche che sono al confine tra le competenze degli ingegneri elettronici e degli ingegneri elettrici e/o dell'energia; (3) alcuni SSD nell'ambito delle discipline fisiche e chimiche per approfondire gli aspetti inerenti il funzionamento delle tecnologie elettroniche. Una parte considerevole degli insegnamenti è offerta in lingua veicolare (inglese), permettendo allo studente di acquisire familiarità con il lessico disciplinare in tale lingua e stimolandolo all'uso fluente della lingua. Infine, per agevolare la selezione degli insegnamenti da parte dello studente del corso di laurea magistrale, sono suggeriti alcuni percorsi formativi principali, ciascuno caratterizzato da una rosa di insegnamenti consigliati, che focalizzano la preparazione nei seguenti settori:

- a) Nano-, micro- e optoelettronica
- b) Elettronica per l'energia
- c) Elettronica per la bioingegneria
- d) Circuiti integrati
- e) Elettronica orientata alle ICT

### **Risultati di apprendimento attesi, espressi tramite i Descrittori europei del titolo di studio (DM 16/03/2007, art. 3, comma 7)**

#### **Conoscenza e capacità di comprensione (knowledge and understanding)**

Il laureato magistrale in Ingegneria elettronica ha un'approfondita conoscenza dei principi di funzionamento, dei metodi di fabbricazione e dei criteri d'impiego di dispositivi, circuiti e sistemi elettronici. Tale conoscenza è acquisita per mezzo di una serie di insegnamenti nei SSD caratterizzanti (ING-INF/01, ING-INF/02, ING-INF/07) che si focalizzano sui principi fondamentali dei circuiti elettronici (incluse risposta in frequenza e retroazione), della fisica dei dispositivi elettronici e a microonde, dei sistemi di misura, della progettazione di circuiti integrati e dei sistemi per la gestione e conversione di potenza.

Il laureato magistrale comprende e sa applicare le metodologie proprie della progettazione elettronica di elevata complessità attraverso un corretto approccio all'analisi logico-matematica di problemi di progettazione, l'impiego di strumenti software di simulazione ed emulazione circuitale, un'adeguata sensibilità alla realtà sperimentale che gli permette di caratterizzare, con procedimenti di misura accurati ed efficaci, gli apparati realizzati. Lo studente della laurea magistrale in ingegneria elettronica acquisisce tale conoscenza scegliendo tra una rosa di insegnamenti negli SSD caratterizzanti che gli permettono di apprendere le tematiche più avanzate e di comprendere gli sviluppi scientifici più rilevanti del momento, con particolare riferimento alla struttura fisica, alla fabbricazione e all'affidabilità di componenti e circuiti nano- micro- e opto-elettronici, alle tecniche di progettazione di circuiti integrati in tecnologie allo stato dell'arte, alle tecniche per la gestione efficiente dell'energia (anche da fonti rinnovabili), alle applicazioni dei sistemi elettronici in ambito industriale, biomedicale e delle telecomunicazioni. Il laureato magistrale acquisisce anche una serie di conoscenze complementari e interdisciplinari, attraverso alcuni insegnamenti nei SSD individuati come affini. Tali conoscenze ricadono innanzitutto nell'ambito di quelle discipline dell'ingegneria dell'informazione che non sono caratterizzanti per l'ingegneria elettronica. La quasi totalità dei sistemi ICT richiede infatti l'integrazione e la collaborazione tra le varie discipline. Lo studente magistrale di ingegneria elettronica può quindi approfondire i principi fondamentali delle tecniche di controllo automatico, dei sistemi di telecomunicazioni, dei sistemi informatici e dell'applicazione dei sistemi elettronici all'area biomedicale. Una parte importante dei sistemi elettronici è utilizzata in ambiti che si trovano al confine tra l'ingegneria elettronica e l'ingegneria elettrica (gestione e produzione di energia, soprattutto da fonti rinnovabili; gestione di

motori elettrici, ecc.). Per tale motivo è appropriato che lo studente magistrale in ingegneria elettronica possa anche scegliere degli insegnamenti affini nell'ambito di SSD propri dell'ingegneria industriale. Infine un altro obiettivo formativo del corso di laurea magistrale è quello di creare esperti di tecnologie elettroniche e in tale ottica può essere utile integrare il percorso formativo con tematiche proprie delle scienze fisiche e chimiche.

Per il conseguimento di tali competenze, il percorso didattico prevede lezioni frontali ed esercitazioni svolte in aula, attività di laboratorio sia di tipo informatico che sperimentale, visite di studio, seminari di esperti. La frequenza delle predette attività dovrà essere associata a un congruo tempo dedicato allo studio personale del materiale didattico indicato e fornito dai docenti. La verifica dell'apprendimento avviene attraverso lo svolgimento di prove d'esame scritte e orali, anche in itinere, test sulle attività di laboratorio, tesine di approfondimento di specifici argomenti, oltre che con la valutazione della prova finale da parte di una commissione di laurea. Tali verifiche sono volte a valutare l'effettiva comprensione delle materie, l'abilità nella risoluzione di problemi, e la capacità di comunicare efficacemente in modo scritto e orale. La tesi di Laurea, nel corso della quale viene richiesto di sviluppare un elaborato originale di natura teorica, sperimentale o progettuale, costituisce un momento importante per l'acquisizione di una consapevolezza critica nell'uso di strumenti e tecniche applicative.

### **Capacità di applicare conoscenza e comprensione (applying knowledge and understanding)**

Il laureato magistrale in Ingegneria Elettronica è in grado di utilizzare le conoscenze descritte nel quadro precedente per condurre a termine con successo la progettazione e l'ingegnerizzazione di sistemi elettronici anche con un grado di complessità elevato. È in grado di sostenere in piena autonomia interazioni con figure professionali di ambiti differenti, non necessariamente limitati alle discipline ingegneristiche. Sa valutare le prestazioni dei sistemi elettronici e sa mettere in relazione i requisiti espressi in un insieme di specifiche con le proprie scelte progettuali, valutando anche aspetti economici. Inoltre, ha la capacità di approfondire in modo autonomo problematiche tecnico-scientifiche attinenti alla propria attività professionale, cogliendo sia potenziali aspetti innovativi, sia possibili elementi di complessità e traducendoli, secondo necessità, in puntuali analisi quantitative oppure in argomentazioni accessibili anche ad interlocutori privi di una formazione ingegneristica.

### **Autonomia di giudizio (making judgements)**

Il laureato magistrale in Ingegneria elettronica ha la capacità di intraprendere autonomamente la progettazione di circuiti, dispositivi ed apparati elettronici. È in grado di condurre indagini analitiche basate su simulazioni realizzate mediante opportuni strumenti informatici, sperimentazioni in laboratorio, misure sul campo e valutazioni di affidabilità. Sa analizzare i dati di cui dispone ed ottenerne di nuovi, considerarne l'attendibilità, interpretarli e sulla base di questi formulare decisioni e giudizi ben motivati. Inoltre, nell'affrontare un problema è in grado di coglierne non solo gli aspetti tecnici, ma anche eventuali implicazioni economiche e sociali, assieme a possibili criticità. Sa curare l'aggiornamento delle proprie competenze e prestare la dovuta attenzione agli aspetti etici e deontologici dell'attività professionale.

### **Abilità comunicative (communication skills)**

Il laureato magistrale in Ingegneria elettronica deve essere in grado di operare e collaborare in ambienti multidisciplinari. Deve pertanto comunicare in maniera efficace e senza ambiguità le proprie idee e saper interagire su argomenti e tematiche sia strettamente disciplinari che interdisciplinari, anche ad alto livello. Questo implica capacità di scrittura tecnico-scientifica, di esposizione orale, e di utilizzo di tecnologie di presentazione anche di tipo multimediale, sia in italiano sia in lingua inglese. Inoltre il laureato magistrale sa integrarsi nel lavoro di un gruppo, anche assumendo un ruolo di coordinamento ed interagire con soggetti e professionalità diversi.

Nel percorso di studio sono previste attività didattiche di gruppo, tipicamente per le attività di laboratorio sperimentale e di progettazione, che arricchiscono la capacità di comunicazione e collaborazione all'interno di un gruppo di lavoro. Inoltre, negli insegnamenti gli studenti sono stimolati a comprendere rapporti tecnici, articoli di riviste scientifiche e libri di ingegneria, così come a organizzare e scrivere i risultati dei loro lavori. Infine, durante le prove di accertamento e di valutazione della preparazione dello studente, vengono tenute in considerazione, oltre alle conoscenze acquisite dallo studente, anche la sua capacità di comunicarle con chiarezza e precisione nelle prove scritte e nei colloqui.

La prova finale offre allo studente un'ulteriore opportunità di approfondimento e di verifica delle capacità di analisi, elaborazione e comunicazione del lavoro svolto, prevedendo la discussione di un elaborato innanzi ad una commissione.

### **Capacità di apprendimento (learning skills)**

Il laureato magistrale in Ingegneria elettronica è in grado di affrontare efficacemente le mutevoli problematiche lavorative connesse con l'innovazione tecnologica, nello specifico settore dell'ingegneria elettronica, ma anche all'interno di un più ampio sistema economico e produttivo. Partendo dalle competenze acquisite ha la capacità di sviluppare una visione consapevole delle problematiche di gestione di progetti complessi, delle richieste del mercato a cui viene indirizzato il prodotto aziendale e delle esigenze di gestione del ciclo di vita dei prodotti.

La capacità di apprendimento acquisita è adeguata ad intraprendere studi di livello superiore (master o dottorato di ricerca), sia in Italia che all'estero ed a riconoscere la necessità dell'apprendimento autonomo, organizzandolo durante tutto l'arco della propria vita professionale.

Gli insegnamenti della laurea magistrale in Ingegneria Elettronica utilizzano metodologie didattiche quali l'analisi e risoluzione di problemi con differenti gradi di complessità, l'integrazione delle varie discipline e la discussione in gruppo. Tali metodologie favoriscono l'acquisizione di competenze per l'apprendimento autonomo e la flessibilità di adattamento a nuove situazioni. La verifica di questo percorso avviene con lo svolgimento dell'attività finale di tesi, di cui una parte importante è costituita dalla ricerca autonoma di materiale bibliografico, articoli scientifici, testi tecnici utili allo svolgimento del tema assegnato. Lo studente così si misura con le proprie capacità e verifica di saper ricercare e comprendere informazioni non necessariamente fornite negli insegnamenti seguiti nel corso di studio o dal docente di riferimento.

### **Conoscenze richieste per l'accesso**

#### **(DM 270/04, art 6, comma 1 e 2)**

Per l'iscrizione è richiesto un voto minimo di laurea.

Il corso prevede l'accesso diretto per gli studenti in possesso della Laurea nella classe L-8 (Ingegneria dell'informazione) ex DM270/04 o nella classe L-9 (Ingegneria dell'informazione) del DM 509/99.

Nel caso di studenti in possesso della laurea o del diploma universitario di durata triennale o di altro titolo di studio conseguito in Italia o all'estero e riconosciuto, appartenente ad altre classi di laurea, l'accesso è subordinato al possesso di un numero minimo di CFU in alcuni SSD, come meglio specificato nel regolamento didattico del corso di studio e nel quadro A3.b.

### **Caratteristiche della prova finale**

#### **(DM 270/04, art 11, comma 3-d)**

Il corso di Laurea Magistrale in Ingegneria elettronica si concluderà con un'attività di progettazione, sviluppo o ricerca, eventualmente svolta presso aziende, enti di ricerca o strutture della pubblica amministrazione. La prova finale consiste nella stesura di un elaborato (tesi di laurea) relativo a tale attività e nella sua presentazione e discussione di fronte ad una commissione di Docenti Universitari. Il laureando dovrà dimostrare padronanza dei temi trattati, capacità di operare in modo autonomo, attitudine alla sintesi e capacità di comunicazione.

<b>Sbocchi occupazionali e professionali previsti per i laureati</b>
--

<b>Profilo generico</b>
-------------------------

**funzione in un contesto di lavoro:**

Il Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Elettronica intende formare una figura professionale in grado di promuovere l'innovazione tecnologica nell'ambito dell'elettronica e delle discipline affini, di adeguarsi ai suoi rapidi sviluppi, di interagire agevolmente con altri settori dell'ingegneria e altre discipline e di operare in diversi ambiti applicativi. Gli studenti acquisiscono conoscenze approfondite nell'ambito dell'ideazione, progettazione e sviluppo di circuiti integrati e sistemi elettronici e microelettronici per applicazioni alle telecomunicazioni, al biomedicale, all'automobile, alla gestione e conversione dell'energia, allo sviluppo di sistemi di misura e controllo industriali, alle tecnologie ottiche e laser. Grazie alla natura interdisciplinare della sua formazione e alle conoscenze di base acquisite, l'ingegnere elettronico con una laurea magistrale è in grado di gestire la progettazione, fabbricazione, valutazione e gestione di sistemi elettronici complessi integrando l'apporto di altre discipline ingegneristiche e di altri settori. L'utilizzo di tecniche elettroniche innovative è indispensabile per i sistemi con elevate richieste in termini di prestazioni (sistemi di ricezione, trattamento del segnale e trasmissione ad altissima frequenza, in sistemi wireless, ponti radio, cellulari e smartphone, radar), di affidabilità (sistemi di controllo dell'automobile, avionica), di miniaturizzazione, consumo energetico e sicurezza (sistemi biomedicali, cardiostimolatori, neurostimolatori, pacemaker) di efficienza energetica (sistemi di conversione dell'energia per impianti eolici, fotovoltaici, gestione di smartgrids, driver per illuminazione a LED).

La laurea magistrale è l'unico titolo che dà accesso alle divisioni di ricerca e sviluppo industriali, ai laboratori di ricerca, ai corsi di dottorato di ricerca, in Italia e all'estero.

La richiesta di ingegneri elettronici da parte delle aziende nei prossimi anni è sicuramente destinata ad aumentare. Questa previsione è immediata conseguenza della pervasività dell'elettronica in tutti i settori in forte sviluppo. Nell'ambito automotive, in primis, se da un lato le automobili convenzionali richiedono un numero crescente di sistemi elettronici, lo sviluppo di nuove tecnologie e circuiti elettronici, sensori e sistemi diventerà essenziale per i veicoli elettrici e i veicoli a guida autonoma. Anche nelle telecomunicazioni, l'affermarsi dei sistemi di comunicazione di quinta generazione richiede la progettazione e lo sviluppo di dispositivi, circuiti e sistemi a radiofrequenza. Nel campo delle energie rinnovabili, delle smart grid e dei sistemi ecosostenibili saranno necessari sistemi di elettronica di potenza e di conversione dell'energia sempre più efficienti ed affidabili. In ambito digitale, tutte le tecnologie emergenti, Intelligenza Artificiale, realtà aumentata ed estesa, blockchain, Internet Of Things, richiedono nuove tecnologie elettroniche più efficienti e a minor consumo, e lo sviluppo di Systems-on-Chip con un sempre maggiore coinvolgimento di competenze di progettazione elettronica a tutti i livelli: industria dei semiconduttori, sviluppatori di sistemi hardware-software, ingegneri di prodotto. Nell'ambito delle aziende dei semiconduttori, elettroniche ed optoelettroniche, la figura dell'ingegnere elettronico contribuisce all'ideazione e allo sviluppo di nuovi dispositivi e sensori (transistor, LED, laser, rivelatori, celle solari) e delle relative tecnologie; progetta circuiti integrati analogici e digitali e sistemi elettronici di potenza per i vari campi di applicazione.

Come ingegnere/ricercatore inserito nella divisione ricerca e sviluppo di un'azienda, l'ingegnere elettronico partecipa e gestisce l'ideazione di nuovi prodotti, in collaborazione con esperti di altre discipline, fornendo la propria esperienza relativa ai materiali, alle tecnologie microelettroniche e nanoelettroniche, alle applicazioni elettroniche industriali alla progettazione elettronica a vari livelli. Effettua esperimenti e prove per verificare nuove soluzioni progettuali, effettua simulazioni al computer per valutare gli effetti delle nuove soluzioni su dispositivi, circuiti e sistemi, partecipa alla definizione di funzioni e prototipi e alla loro fabbricazione. Le competenze dell'ingegnere elettronico sono essenziali per lo sviluppo di moltissimi prodotti ad alta tecnologia in diversi settori industriali.

Come ingegnere/manager della produzione e gestione di apparati e sistemi elettronici, l'ingegnere elettronico partecipa all'ideazione, alla definizione dei processi di fabbricazione e alla produzione dei prodotti che contengono sistemi elettronici. Definisce le procedure di fabbricazione di circuiti, apparati e sistemi; segue le varie fasi di processo, definisce ed attua i metodi di controllo di processo in accordo con l'ingegnere della qualità e definisce le procedure di collaudo ed eventualmente assume la responsabilità della produzione. Tiene i contatti con i fornitori per quanto riguarda i problemi di produzione legati alla disponibilità e qualità di materiali e sottocomponenti.

Come progettista elettronico, l'ingegnere elettronico effettua o coordina la progettazione e la fabbricazione di hardware elettronico. Le sue funzioni includono: la definizione delle specifiche a vari livelli di astrazione (eventualmente in collaborazione con altri componenti del team di progettazione); la scelta delle tecnologie più idonee per la realizzazione fisica del progetto (circuiti integrati o discreti, componenti a catalogo o programmabili, ecc.) individuando il compromesso ottimale tra prestazione, costi e volumi di produzione; la progettazione a livello di schematico e di layout di circuiti integrati, sia con approccio fullcustom (nel caso di circuiti analogici o di circuiti digitali ad alte prestazioni) sia utilizzando strumenti CAD per la sintesi automatica; la progettazione a livello di schematico e di layout di schede elettroniche, includendo il dimensionamento e la programmazione di tutti i componenti discreti utilizzati, inclusi gli aspetti di compatibilità elettromagnetica; la programmazione e il controllo di strumenti CAD-CAM per l'assemblaggio automatico delle schede; la definizione di opportune procedure di collaudo per verificare la funzionalità e le prestazioni dei circuiti progettati e fabbricati; l'ingegnerizzazione finale del prodotto.

Come tecnico / manager della qualità e affidabilità e come specialista di prodotto l'ingegnere elettronico definisce gli obiettivi di qualità e di vita media di circuiti, apparati e sistemi. Definisce e applica le procedure di acquisto e accettazione di materiali, componenti e sottosistemi nonché i metodi di controllo qualità. Progetta e fa effettuare prove e misure su componenti e sistemi elettronici al fine di valutarne la qualità e la rispondenza a specifiche. Identifica eventuali motivi di degradazione della qualità e mette in atto misure correttive. Progetta e mette in atto procedure volte a valutare o calcolare l'affidabilità attesa di componenti e sistemi elettronici e l'influenza sulla vita media dei prodotti. Tiene i contatti con i fornitori relativamente ai problemi di qualità di materiali e componenti necessari per la produzione. Mantiene i contatti con i clienti relativamente ai problemi di qualità e affidabilità dei prodotti. Mantiene il know-how della azienda sulla normativa rilevante per la qualità e affidabilità in elettronica; contribuisce a compilare il manuale di qualità dell'azienda ed eventualmente diventa il gestore della qualità della stessa.

Lo specialista di prodotto di dispositivi, apparati e sistemi elettronici associa funzioni tecniche (definizione di specifiche, struttura e funzionamento, manualistica, collaudo e manutenzione) a funzioni di promozione e marketing. E' in grado quindi sia di dare assistenza tecnica ai clienti, sia di presentare i prodotti conoscendo prestazioni e limiti degli stessi. Conosce in dettaglio il mercato nel quale opera l'azienda ed è in grado di valutare lo stato dell'arte nel settore corrispondente.

**competenze associate alla funzione:**

Il laureato magistrale in Ingegneria Elettronica acquisisce durante il percorso di studi una significativa preparazione in matematica, fisica, teoria delle reti elettriche e dei sistemi elettronici, nonché una preparazione di base in tutte le discipline tipiche dell'ingegneria dell'informazione (bioingegneria, automazione, informatica e telecomunicazioni). A questo si associa una formazione approfondita relativa ai materiali e alle tecnologie utilizzate in microelettronica, una conoscenza approfondita dei dispositivi elettronici discreti analogici (transistor, amplificatori operazionali, stabilizzatori di tensione, ecc.) e digitali (circuiti logici fondamentali, logiche programmabili, FPGA, ecc) e di dispositivi passivi in microstriscia (splitter, accoppiatori direzionali, circolatori ecc.); la conoscenza delle metodologie progettuali e delle soluzioni circuitali per l'applicazione dell'elettronica all'automazione industriale e alla gestione dell'energia (dispositivi fotovoltaici, conversione dell'energia, smart-grids, driver per sistemi di illuminazione a LED); la conoscenza delle metodologie progettuali di circuiti integrati analogici e digitali per la trasmissione e l'elaborazione dei segnali (filtri, convertitori A/D, ricetrasmittitori a RF); la conoscenza delle tecniche di valutazione di dispositivi e circuiti elettronici (resistenza alle radiazioni ionizzanti, compatibilità elettromagnetica), la conoscenza delle tecniche di misura di grandezze elettriche per la caratterizzazione e il collaudo di sistemi elettronici, le nanotecnologie e l'elettronica organica e molecolare.

L'ingegnere elettronico della laurea magistrale è inoltre in grado di usare strumenti CAD e linguaggi e metodologie di programmazione per simulare sistemi complessi, progettare e analizzare dispositivi e circuiti elettronici attivi e passivi. Data la natura interdisciplinare della sua formazione, l'ingegnere elettronico magistrale è in grado di collaborare con esperti di diverse discipline e acquisisce capacità di gestione e coordinamento, capacità di identificare, formulare e risolvere problemi mediante metodi, tecniche e strumenti innovativi, capacità di ideare, pianificare, progettare e gestire sistemi, processi e servizi complessi e/o innovativi, capacità di progettare e gestire esperimenti di elevata complessità, capacità di comprendere l'impatto della tecnologia e delle soluzioni tecniche anche nel contesto sociale e ambientale.

**sbocchi occupazionali:**

La laurea magistrale in Ingegneria Elettronica apre opportunità occupazionali sia nelle piccole e medie imprese, che operano nei diversi settori delle tecnologie dell'informazione, elettromeccanico, biomedico, dell'intrattenimento, sia nelle grandi imprese dei settori microelettronico, telecomunicazioni, automobilistico, avionico. Il corso di studi offre una formazione multidisciplinare, compatibile con la flessibilità richiesta dalla globalizzazione dei mercati e dalla continua evoluzione di tecnologie e prodotti.

Gli sbocchi occupazionali tipici dei laureati in Ingegneria Elettronica sono pertinenti soprattutto ai settori operativi aziendali, in particolare di:

industria microelettronica e dei semiconduttori

imprese di progettazione, sviluppo, ingegnerizzazione e produzione di componenti, apparati e sistemi elettronici;

imprese che sviluppano sistemi e apparati in diversi settori per i quali l'elettronica rappresenta elemento essenziale: automobilistico, biomedicale, delle telecomunicazioni, avionico, spaziale, dell'illuminazione a stato solido, della gestione e conversione dell'energia

imprese di progettazione, sviluppo, ingegnerizzazione, produzione ed esercizio di apparati, sistemi e infrastrutture per l'acquisizione e la trasmissione delle informazioni e la loro utilizzazione in applicazioni telematiche;

imprese manifatturiere, aziende agro-alimentari, aziende operanti in ambito civile, settori di amministrazioni pubbliche e imprese di servizi in cui sono utilizzati sistemi e infrastrutture per l'acquisizione, il trattamento, l'elaborazione e la trasmissione dell'informazione (dati, voce e immagini);

industrie per l'automazione e la robotica, aziende manifatturiere che utilizzano sistemi e impianti per l'automazione di processo;

aziende di settori diversi, che necessitano di competenze per lo sviluppo e l'utilizzo di sistemi elettronici e servizi di telecomunicazione a supporto dell'organizzazione interna, della produzione e della commercializzazione;

imprese pubbliche e private di servizi di telecomunicazione e telerilevamento terrestri o spaziali.

I laureati magistrali in Ingegneria Elettronica possono inoltre svolgere attività professionale relativa alla verifica di standard e collaborare con laboratori di certificazione.

**Il corso prepara alla professione di (codifiche ISTAT)**

- Ingegneri elettronici - (2.2.1.4.1)
- Ingegneri progettisti di calcolatori e loro periferiche - (2.2.1.4.2)
- Ingegneri in telecomunicazioni - (2.2.1.4.3)

**Il corso consente di conseguire l'abilitazione alle seguenti professioni regolamentate:**

- ingegnere dell'informazione

**Il rettore dichiara che nella stesura dei regolamenti didattici dei corsi di studio il presente corso ed i suoi eventuali curricula differiranno di almeno 30 crediti dagli altri corsi e curriculum della medesima classe, ai sensi del DM 16/3/2007, art. 1 §2.**

### Attività caratterizzanti

ambito disciplinare	settore	CFU		minimo da D.M. per l'ambito
		min	max	
Ingegneria elettronica	ING-INF/01 Elettronica ING-INF/02 Campi elettromagnetici ING-INF/07 Misure elettriche e elettroniche	54	72	-
<b>Minimo di crediti riservati dall'ateneo minimo da D.M. 45:</b>		54		

<b>Totale Attività Caratterizzanti</b>	54 - 72
--	---------

### Attività affini

ambito: Attività formative affini o integrative		CFU	
intervallo di crediti da assegnarsi complessivamente all'attività <b>(minimo da D.M. 12)</b>		12	24
<b>A11</b>	ING-INF/03 - Telecomunicazioni ING-INF/04 - Automatica ING-INF/05 - Sistemi di elaborazione delle informazioni ING-INF/06 - Bioingegneria elettronica e informatica	0	24
<b>A12</b>	ING-IND/22 - Scienza e tecnologia dei materiali ING-IND/31 - Elettrotecnica ING-IND/32 - Convertitori, macchine e azionamenti elettrici ING-IND/35 - Ingegneria economico-gestionale	0	21
<b>A13</b>	CHIM/07 - Fondamenti chimici delle tecnologie FIS/01 - Fisica sperimentale FIS/03 - Fisica della materia	0	18

<b>Totale Attività Affini</b>	12 - 24
-------------------------------	---------

### Altre attività

ambito disciplinare	CFU min	CFU max	
A scelta dello studente	9	15	
Per la prova finale	18	18	
Ulteriori attività formative (art. 10, comma 5, lettera d)	Ulteriori conoscenze linguistiche	3	6
	Abilità informatiche e telematiche	0	3
	Tirocini formativi e di orientamento	0	9
	Altre conoscenze utili per l'inserimento nel mondo del lavoro	0	3
Minimo di crediti riservati dall'ateneo alle Attività art. 10, comma 5 lett. d		3	
Per stages e tirocini presso imprese, enti pubblici o privati, ordini professionali	-	-	

<b>Totale Altre Attività</b>	30 - 54
------------------------------	---------

### Riepilogo CFU

<b>CFU totali per il conseguimento del titolo</b>	<b>120</b>
<b>Range CFU totali del corso</b>	96 - 150

### Motivazioni dell'inserimento nelle attività affini di settori previsti dalla classe o Note attività affini

Gli insegnamenti nell'ambito affine sono funzionali a raggiungere l'obiettivo formativo di creare una figura professionale in grado di interagire agevolmente con altri settori

dell'Ingegneria e di operare in tutti gli ambiti applicativi dell'elettronica. Considerata la vastità delle possibili applicazioni dell'ingegneria elettronica, si individuano tre macro-gruppi di SSD di tipo affine.

Gruppo A11: include tutti i SSD dell'area di ingegneria dell'informazione che non sono caratterizzanti per la classe di laurea magistrale (ING-INF/03, ING-INF/04, ING-INF/05, ING-INF/06): questo risponde all'obiettivo formativo del corso di laurea di preparare laureati magistrali in grado di lavorare in gruppi multidisciplinari, soprattutto nell'area dell'ingegneria dell'informazione.

Gruppo A12: include alcuni SSD del settore dell'ingegneria industriale (ING-IND/22, ING-IND/31, ING-IND/32, ING-IND/35) che coinvolgono tematiche al confine tra le competenze degli ingegneri elettronici e degli ingegneri elettrici e/o dell'energia. Questo gruppo contribuisce ad aggiornare i citati obiettivi formativi nell'ambito dell'elettronica industriale, per impieghi civili e per sistemi avionico-spaziali e nell'ambito del controllo dei flussi di energia elettrica e dei processi che la utilizzano.

Gruppo A13: include alcuni SSD nell'ambito delle discipline fisiche e chimiche (FIS/01, FIS/03, CHIM/07). Questi SSD sono funzionali ad acquisire conoscenze e abilità approfondite rispetto al funzionamento fisico delle tecnologie elettroniche e di accumulo dell'energia.

**Note relative alle altre attività**

**Note relative alle attività caratterizzanti**

RAD chiuso il 29/04/2019