



# UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PALERMO

## SCUOLA POLITECNICA

2018/2019

### PIANO DI STUDI DEL CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN INGEGNERIA ELETTRONICA

#### CURRICULUM MECCATRONICA

##### Obiettivi del Corso di Studi

Il corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Elettronica è caratterizzato da una impostazione ad ampio spettro, offrendo dunque una formazione completa nei diversi settori di interesse specifico dell'elettronica, integrata da approfondimenti nell'ambito delle misure, dei campi elettromagnetici e delle telecomunicazioni. Infatti, il percorso formativo del corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Elettronica è articolato in curricula e opzioni consigliate, per permettere allo studente di scegliere il profilo più adatto alle proprie inclinazioni e più rispondente al contesto lavorativo e al mercato.

Per conseguire tale risultato, il percorso formativo è caratterizzato da alcuni insegnamenti comuni obbligatori che permettono di fornire allo studente conoscenze nei tre settori complementari dell'Elettronica, dei Campi e delle Telecomunicazioni, atte a coprire la pluralità di opportunità di impieghi, sia per ambiti puramente elettronici, che per l'integrazione del mondo di Internet e delle tecnologie di trasporto ed elaborazione dell'informazione con i moderni sistemi e tecnologie elettroniche. Particolare enfasi viene posta all'elettronica applicata, allo studio dell'optoelettronica e delle misure per le telecomunicazioni e l'automazione, approfondendo infine gli aspetti legati all'implementazione di sistemi elettronici basati su processori ed interfacce elettroniche ad alta velocità.

Dopo tale percorso comune, il corso si articola in diversi curriculum, ciascuno dei quali permette allo studente di approfondire gli aspetti dell'Elettronica, delle Telecomunicazioni o della Meccatronica.

Il corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Elettronica curriculum "Elettronica Moderna" si propone di formare studenti con un elevato livello di conoscenza nel campo dei micro/nano sistemi elettronici, dell'Elettronica e dei sistemi a RF e microonde e dell'Elettronica per l'automotive, l'industria e l'energia.

In dettaglio, gli studenti approfondiranno la conoscenza dei micro/nano sistemi elettronici mediante lo studio della struttura dei materiali semiconduttori d'interesse per l'elettronica e la fotonica e lo studio dei dispositivi a stato solido che sfruttano le proprietà fisiche sia classiche che quantistiche, come i dispositivi a eterostruttura e nanoelettronici e relative applicazioni. L'approfondimento delle conoscenze dell'Elettronica a RF e microonde riguarderà lo studio di circuiti e sistemi che sfruttano la propagazione delle onde elettromagnetiche nei campi di frequenza che vanno dalla radiofrequenza alle microonde, incluse le frequenze in cui la trasmissione delle informazioni è affidata ai fotoni. Lo studio dell'Elettronica per l'industria, l'energia e l'automobile verterà principalmente su contenuti relativi all'Elettronica per la robotica industriale, ai dispositivi e sistemi fotovoltaici.

Inoltre, il curriculum "Telecomunicazioni" si propone di formare esperti di sistemi di Telecomunicazioni e infrastrutture digitali, con particolare riferimento agli scenari emergenti di sistemi di Internet delle cose e accesso a larga banda in mobilità. Il corso fornirà una solida preparazione sulla modellizzazione e sulle tecniche di interfacciamento al mezzo trasmissivo elettromagnetico, sulle principali tecniche di modulazione e codifica per la protezione dell'informazione dai disturbi e dalle interferenze, sulle tecniche di accesso al mezzo impiegate nei sistemi di comunicazione radio, sulle moderne architetture di rete di trasmissione, con particolare attenzione agli aspetti di sicurezza e confidenzialità delle informazioni, e sulla progettazione e gestione di servizi su internet delle cose.

Infine, il curriculum "Meccatronica" si propone di formare una figura professionale trasversale rispetto a quelle ingegneristiche tradizionali che sia in grado di procedere all'analisi di sistemi di varia natura fisica, alla pianificazione degli obiettivi da conseguire, alla formulazione matematica di un problema di controllo che tenga conto dei succitati obiettivi, alla soluzione di tale problema utilizzando anche gli strumenti software disponibili e, infine, alla sua realizzazione pratica.

##### Sbocchi occupazionali

Profilo:

Progettista Elettronico

Funzioni:

La Laurea magistrale in Ingegneria Elettronica consente di formare professionisti in grado di ricoprire una grande varietà di

Legenda: Per. = periodo o semestre, Val. = Valutazione (V=voto, G=giudizio), TAF= Tipologia Attività Formativa (A=base, B=caratterizzante, C=Affine, S=stages, D=a scelta, F=altre)

ruoli in diversi contesti lavorativi, grazie alla preparazione teorica ricevuta durante il corso, coadiuvata anche da conoscenze piu' generali e interdisciplinari e da esperienze di laboratorio.

Il laureato magistrale sapra' proficuamente applicare le specifiche competenze acquisite non soltanto in ambito strettamente elettronico, ma anche legate agli aspetti metodologico-operativi delle scienze di base e dell'Ingegneria, in vari settori che spaziano dalla micro/nano elettronica alla progettazione elettronica anche a radiofrequenza, sino all'elettronica per l'industria, l'energia e l'automobile, fino ancora all'ICT in genere.

Andando piu' nello specifico, il profilo formativo consente al laureato magistrale in Ingegneria Elettronica di operare, oltre che in ambiti tecnico-organizzativi, anche in contesti lavorativi di tipo progettuale e di ricerca. In dettaglio, il laureato conosce i metodi e le tecniche per il progetto di dispositivi, componenti, apparati sistemi elettronici, dei laser, dei sistemi di comunicazione, dei circuiti integrati submicrometrici e dei relativi processi di fabbricazione e applicazioni. Pertanto, potra' essere impiegato nei settori della progettazione, sviluppo, ingegnerizzazione, produzione, esercizio e manutenzione dei sistemi elettronici, ma anche in ambito ICT, nonche' in settori che utilizzano attivamente l'elettronica, quali l'industria, l'automotive, l'energia, la bioelettronica.

Grazie alle succitate competenze, il laureato magistrale in Ingegneria elettronica potra' inoltre assumere incarichi di responsabilita' in ambiti scientifici e industriali di alta tecnologia, e potra' anche proseguire gli studi in un contesto di elevata specializzazione e ricerca (master, dottorato).

La Laurea Magistrale in Ingegneria Elettronica, infine, consente l'accesso - previo il superamento di un esame di Stato - alla Sezione A dell'Albo degli Ingegneri - settore dell'informazione.

Competenze:

Le competenze di un laureato magistrale in Ingegneria elettronica sono ad ampio spettro e spaziano dalla fisica dei semiconduttori e dei materiali utilizzati nella microelettronica, alle tecnologie di fabbricazione di dispositivi e circuiti integrati, alle tecniche di progettazione degli stessi, fino ancora alle metodologie di caratterizzazione per mezzo di strumentazione elettronica di misura e collaudo.

In dettaglio, il profilo formativo della Laurea Magistrale in Ingegneria Elettronica consente di maturare competenze ad alto contenuto tecnologico in tutti i campi tipici dell'elettronica, ed in particolare nella:

- Progettazione e produzione di dispositivi micro e nanoelettronici, di sensori e attuatori;
- progettazione e produzione di circuiti analogici, digitali o misti (A/D), anche per applicazioni a radiofrequenza;
- progettazione di circuiti e sistemi integrati (system on chip): questa attivita' comprende il progetto della scheda e il suo layout, l'organizzazione della produzione, e il collaudo finale;
- progettazione e produzione di componenti, sottosistemi e sistemi elettronici;
- progettazione, gestione e manutenzione di sistemi elettronici per applicazioni in campi diversificati, come l'automotive, l'energia, l'ambiente, la bioingegneria e nel campo medico (diagnostica per immagini, diagnostica genetica e medicina molecolare)
- valutazione ed installazione di apparati e componenti elettronici per reti di comunicazioni;
- controllo elettronico di apparati, macchine, catene di produzione in ambito industriale;
- gestione di sistemi di misura, di laboratori e di linee di produzione.

Sbocchi:

Gli ambiti occupazionali tipici del laureato magistrale in Ingegneria elettronica sono numerosi, ad esempio:

- industrie per la progettazione o sviluppo di semiconduttori, di circuiti integrati, di componenti, apparati e sistemi elettronici, di strumentazione elettronica per applicazioni in ambito consumer (come audio, video, telefonia, informatica) oppure per ambito biomedico, industrie di automazione e robotica, di telecomunicazioni, trasporti, aeronautica, energia;
- aziende di produzione, commercializzazione e distribuzione di prodotti ed apparati elettronici, informatici, biomedicali;
- imprese manifatturiere e di servizi che utilizzano tecnologie e infrastrutture elettroniche per l'automazione e il controllo;
- realta' produttive e operative che impiegano tecnologie e infrastrutture elettroniche per il trattamento di segnali in ambito civile, industriale e dell'informazione;
- amministrazioni pubbliche;
- societa' di consulenza per la progettazione elettronica;
- enti di ricerca scientifica e tecnologica nazionali ed internazionali;
- laboratori di ricerca e sviluppo;
- enti normativi e di controllo;
- attivita' di libero professionista per progettazione e realizzazione di sistemi elettronici.

Va precisato, infine, che il laureato magistrale, grazie alla preparazione molto piu' approfondita, e' in grado di accedere a posizioni e incarichi di maggiore responsabilita' rispetto al laureato di primo livello, e quindi procede in maniera piu' spedita verso una carriera di alto profilo tecnico-direttivo.

Profilo:

Progettista delle Telecomunicazioni

Funzioni:

Il profilo formativo del Laureato Magistrale in Ingegneria Elettronica curriculum Telecomunicazioni consente di operare, anche autonomamente, nei settori della progettazione, ingegnerizzazione, produzione, esercizio e manutenzione dei sistemi di telecomunicazione, nonche' in settori adiacenti dell'Ingegneria dell'informazione. Il laureato magistrale approfondisce inoltre lo studio di sistemi di telecomunicazione e codifica dell'informazione. La preparazione e' completata e integrata da esperienze di laboratorio ed elementi di cultura interdisciplinare che spaziano dal settore delle Telecomunicazioni e dell'Automotive a quello dell'Energia e dell'Optoelettronica.

Gli ambiti professionali tipici per i Laureati sono le imprese pubbliche e private, non solo quelle del settore della

Legenda: Per. = periodo o semestre, Val. = Valutazione (V=voto, G=giudizio), TAF= Tipologia Attività Formativa (A=base, B=caratterizzante, C=Affine, S=stages, D=a scelta, F=altre)

Information and Communications Technology, ma anche del manifatturiero, dei servizi e tecnico-commerciale.

Competenze:

E' opportuno sottolineare che l'organizzazione del percorso formativo e i singoli moduli didattici sono stati concepiti per fornire al laureato magistrale adeguata ed aggiornata preparazione nei diversi ambiti delle telecomunicazioni: sistemi di comunicazione a larga banda, tecniche avanzate di modulazione, elaborazione dei segnali, tecnologie di networking e inter-networking, gestione dei sistemi.

La formazione acquisita fornisce, infine, gli strumenti e le competenze per svolgere anche attività professionali di "supporto" tecnico e di gestione di strutture di rete in tutti quei settori (per esempio: aeroporti, enti per il controllo del traffico aereo, gruppi bancari o assicurativi, aziende di distribuzione, pubblica amministrazione) la cui produttività è ormai fortemente connessa alla capacità e all'efficienza delle reti di telecomunicazione.

Le competenze fornite dal corso includono:

- progettazione di infrastruttura, sistemi e servizi ICT;
- gestione di infrastrutture, sistemi e servizi ICT;
- progettazione di tecnologie e piattaforme di acquisizione, trasporto, distribuzione e analisi dei dati e segnali;
- analisi e dimensionamento di apparati, sistemi o reti di telecomunicazioni;
- capacità di sperimentazione e sviluppo di nuove tecnologie in materia di telecomunicazioni;
- capacità di studio ed aggiornamento su apparati, sistemi o reti di telecomunicazioni;
- capacità di creare, modificare o verificare software e altri applicativi legati alla gestione ed operazione delle reti di telecomunicazioni;
- capacità di redigere rapporti o documenti tecnici.

Conseguita l'abilitazione all'esercizio della professione di Ingegnere, il laureato potrà anche occuparsi di aspetti di Normativa, Sicurezza e Collaudo di opere nel campo dell'ICT.

Sbocchi:

I principali sbocchi occupazionali dei laureati in Ingegneria Elettronica curriculum Telecomunicazioni comprendono:

- Imprese di progettazione, produzione ed esercizio di apparati, sistemi e infrastrutture riguardanti l'acquisizione, l'elaborazione e il trasporto dell'informazione (dati, voce e immagini) su reti fisse e mobili, l'osservazione e la sorveglianza a distanza, il monitoraggio delle prestazioni delle reti di telecomunicazione ed, in particolare, della qualità del servizio;
- Aziende sanitarie, per la gestione della strumentazione biomedica e la progettazione, realizzazione e gestione di servizi innovativi per la sanità;
- Aziende manifatturiere operanti nei settori della telematica e della multimedialità in rete, quali ad esempio commercio ed editoria elettronica, servizi Internet, telemedicina e telesorveglianza;
- Aziende pubbliche e private fornitrici di servizi di telecomunicazione terrestri o spaziali;
- Aziende pubbliche e private fornitrici di servizi di aggregazione e di distribuzione di contenuti mono e multimediali sia a scopo informativo che di intrattenimento, anche personalizzati;
- Aziende fornitrici di servizi telematici;
- Enti normativi ed Enti di controllo pubblico con compiti, ad esempio, di regolamentazione del mercato o di controllo dei traffici aereo, terrestre e navale;
- Enti pubblici interessati al monitoraggio e alla protezione ambientale;
- Aziende pubbliche e private di settori diversi, che necessitano di competenze per lo sviluppo e l'utilizzo di sistemi e servizi di telecomunicazioni negli ambiti dell'organizzazione interna, della produzione e della commercializzazione, come liberi professionisti nei campi dell'analisi, progettazione e gestione di sistemi per le telecomunicazioni, la sanità, la sicurezza delle telecomunicazioni;
- Imprese appositamente costituite destinate alla realizzazione di reti wireless per colmare il 'Digital Divide'.

Il naturale sbocco professionale del laureato magistrale in Ingegneria Elettronica curriculum Telecomunicazioni è presso le aziende che progettano e/o producono sistemi ed apparati per le telecomunicazioni e presso operatori di rete che gestiscono complessi sistemi di telecomunicazioni, presso aziende ed enti, pubblici e privati, che forniscono servizi di telecomunicazione, telerilevamento e controllo del traffico. Tale impostazione corrisponde infatti all'obiettivo di fornire al laureato le più ampie prospettive occupazionali sul territorio nazionale e della UE.

Profilo:

Progettista Meccatronica

Funzioni:

Il Laureato in Ingegneria Elettronica, indirizzo Meccatronica ha un profilo culturale e professionale focalizzato su conoscenze scientifiche e tecnologiche dell'ingegneria Meccatronica ed è capace di identificare, formulare e risolvere, anche in modo innovativo, problemi complessi o che richiedono un approccio interdisciplinare. Con le competenze acquisite, si pone come elemento catalizzatore nel management e nella logistica di grandi sistemi produttivi ed è in grado di ideare, pianificare, progettare e gestire sistemi, processi e servizi complessi e/o innovativi, sfruttando le conoscenze di contesto e capacità trasversali delle quali è dotato.

Egli possiede conoscenze approfondite delle metodologie di analisi e di progettazione proprie dell'Automatica, che gli

Legenda: Per. = periodo o semestre, Val. = Valutazione (V=voto, G=giudizio), TAF= Tipologia Attività Formativa (A=base, B=caratterizzante, C=Affine, S=stages, D=a scelta, F=altre)

consentono di introdurre all'interno di un sistema complesso "l'intelligenza" necessaria per gestire il suo funzionamento senza l'intervento dell'uomo (controllo automatico), ottimizzando in qualche senso il suo funzionamento e dominando l'interazione sia fra i vari componenti del sistema che quella fra il sistema e l'ambiente circostante.

Il Laureato in Ingegneria Elettronica, indirizzo Meccatronica è altresì in grado di affrontare problemi complessi in contesti intrinsecamente multidisciplinari ed è perciò capace di interfacciarsi con gli specialisti dei processi e dei sistemi da automatizzare, per suggerire soluzioni operative e di progetto più efficaci in termini tecnici ed economici.

L'ingegnere elettronico, indirizzo Meccatronica è dotato quindi di specifiche capacità che gli consentono di inserirsi prontamente in ambiti lavorativi anche molto differenziati, operando in qualità di sistemista e/o progettista e/o tecnico in ogni contesto applicativo in cui le tecnologie e i principi dell'automazione rivestono un ruolo di rilievo.

Le funzioni svolte dall'Ingegnere Elettronico, indirizzo Meccatronica in un contesto di lavoro possono sintetizzarsi come segue:

- 1) analista di processi e sistemi;
- 2) progettista di sistemi di controllo;
- 3) tecnico per la pianificazione, programmazione, monitoraggio, gestione, manutenzione e automazione di processi e sistemi complessi.

Competenze:

Le competenze fornite dal corso di Laurea in Ingegneria Elettronica curriculum Meccatronica includono:

- identificazione di modelli descrittivi di processi e sistemi reali;
- studio delle proprietà dei modelli finalizzate allo studio del comportamento dei processi e sistemi reali (limiti di funzionamento e potenzialità);
- individuazione di metodologie di controllo a partire dai modelli;
- definizione delle specifiche di progetto per il controllo di processi e sistemi;
- progettazione e valutazione di leggi e strategie di controllo, basate sul modello del processo o sistema reale, in accordo con le specifiche di progetto;
- simulazione di processi e sistemi, per la loro analisi e la validazione delle relative leggi e strategie di controllo;
- implementazione su sistemi digitali di prototipazione rapida e capacità di condurre esperimenti su tali sistemi;
- sviluppo teorico e sperimentale di metodologie e strategie di controllo di tipo innovativo;
- progettazione, gestione e realizzazione di sistemi automatici di acquisizione ed elaborazione dati, misura e controllo in tempo reale, tipici dei sistemi di controllo digitale;
- monitoraggio, gestione, manutenzione e automazione di processi e sistemi complessi.

Sbocchi:

I principali sbocchi occupazionali dei laureati in indirizzo Meccatronica comprendono:

- aziende elettroniche, meccaniche, automobilistiche, elettromeccaniche, aerospaziali, chimiche e di robotica industriale, mobile e sottomarina;
- aziende produttrici di servizi (impianti di depurazione, trasporti, energia, automazione civile e industriale);
- centri e laboratori di ricerca e sviluppo per il settore dell'automazione;
- pubblica amministrazione;
- libera professione.

### Caratteristiche della prova finale

La Prova Finale del Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Elettronica consiste nella discussione di una relazione scritta (Tesi di Laurea), elaborata dallo studente sotto la guida di un relatore accademico. La tesi, il cui argomento è approvato preventivamente dal Consiglio di Corso di Laurea, approfondisce tematiche di rilevante contenuto scientifico ed affronta preferibilmente studi e realizzazioni che pongano l'accento su aspetti innovativi dei settori di ricerca tipici dell'Elettronica.

Insegnamenti 1 ° anno	CFU	Per	V\W	SSD	TAF
19846 - ELETTRONICA APPLICATA ED INDUSTRIALE C.I.	15	Ann.	V \ 1		
- ELETTRONICA APPLICATA CON LABORATORIO Lullo(PA)	9	1		ING-INF/01	B
- ELETTRONICA INDUSTRIALE CON LABORATORIO Vitale(PC)	6	2		ING-INF/01	B
05034 - METODI DI ELABORAZIONE DEI SEGNALI Garbo(PO)	6	1	V \ 1	ING-INF/03	C
09078 - OPTOELETTRONICA Busacca(PO)	6	1	V \ 1	ING-INF/01	B
19220 - CYBERSECURITY Gallo(RU)	6	2	V \ 1	ING-INF/03	C
19229 - SISTEMI ELETTRONICI PROGRAMMABILI Giaconia(PA)	9	2	V \ 1	ING-INF/01	B
19226 - STRUMENTAZ. E MISURE ELETTRONICHE PER AUTOMAZ. E TELECOMUNICAZ. Cataliotti(PO)	9	2	V \ 1	ING-INF/07	B

Legenda: Per. = periodo o semestre, Val. = Valutazione (V=voto, G=giudizio), TAF= Tipologia Attività Formativa (A=base, B=caratterizzante, C=Affine, S=stages, D=a scelta, F=altre)

Insegnamenti 1 ° anno	CFU	Per	V\W	SSD	TAF
Gruppo di attiv. form. opzionali	6				C
Attiv. form. a scelta dello studente (consigliate)	9				D
	<b>66</b>				
Insegnamenti 2 ° anno	CFU	Per	V\W	SSD	TAF
06295 - ROBOTICA INDUSTRIALE <i>D'Ippolito(RU)</i>	6	1	V \ 1	ING-INF/ 04	C
19364 - SISTEMI DI CONTROLLO PER L'AUTOMOTIVE <i>Sferlazza(RD)</i>	6	1	V \ 1	ING-INF/ 04	C
19847 - MEASUREMENT SYSTEMS FOR SMART-GRID AND AUTOMATION <i>Cosentino(PA)</i>	6	2	V \ 1	ING-INF/ 07	B
05917 - PROVA FINALE	24	2	G \ 0		E
Gruppo di attiv. form. opzionali II	6				C
Stage, Tirocini, Altro	6				F
	<b>54</b>				

## GRUPPI DI ATTIVITA' FORMATIVE OPZIONALI

Stage, Tirocini, Altro	CFU	Per	V\W	SSD	TAF
11034 - ALTRE ATTIVITA' FORMATIVE 1 CFU	1	1	G \ 0		F
11035 - ALTRE ATTIVITA' FORMATIVE 2 CFU	2	1	G \ 0		F
11036 - ALTRE ATTIVITA' FORMATIVE 3 CFU	3	1	G \ 0		F
11037 - ALTRE ATTIVITA' FORMATIVE 4 CFU	4	1	G \ 0		F
11038 - ALTRE ATTIVITA' FORMATIVE 5 CFU	5	1	G \ 0		F
11039 - ALTRE ATTIVITA' FORMATIVE 6 CFU	6	1	G \ 0		F
11033 - STAGE 3 CFU	3	1	G \ 0		F
15458 - STAGE 4 CFU	4	1	G \ 0		F
11351 - STAGE 5 CFU	5	1	G \ 0		F
11028 - STAGE 6 CFU	6	1	G \ 0		F
Gruppo di attiv. form. opzionali	CFU	Per	V\W	SSD	TAF
19695 - MOBILE AND COOPERATING ROBOTIC SYSTEMS <i>Fagiolini(RU)</i>	6	1	V \ 1	ING-INF/ 04	C
19641 - PHOTOVOLTAIC DEVICES AND TECHNOLOGIES <i>Crupi(PA)</i>	6	1	V \ 1	ING-INF/ 01	C
Gruppo di attiv. form. opzionali II	CFU	Per	V\W	SSD	TAF
13513 - DISPOSITIVI OPTOELETTRONICI <i>Mosca(PA)</i>	6	1	V \ 1	ING-INF/ 01	C
19694 - WIRELESS NETWORKS <i>Tinnirello(PA)</i>	6	1	V \ 1	ING-INF/ 03	C
Attiv. form. a scelta dello studente (consigliate)	CFU	Per	V\W	SSD	TAF
12056 - SISTEMI DI ELABORAZIONE ED ARCHIVIAZIONE DELLE IMMAGINI <i>Vitabile(PA)</i>	3	1	V \ 1	ING-INF/ 05	D

Legenda: Per. = periodo o semestre, Val. = Valutazione (V=voto, G=giudizio), TAF= Tipologia Attività Formativa (A=base, B=caratterizzante, C=Affine, S=stages, D=a scelta, F=altre)