



**UNICUSANO**

Università degli Studi Niccolò Cusano - Telematica Roma

## Quadro B1

Descrizione del percorso di formazione e  
dei metodi di accertamento

Corso di Laurea Magistrale  
in Ingegneria Elettronica

LM-29

## Sommario

|  |    |
|--|----|
| Sommario.....  | 2  |
| 1. Profilo del laureato magistrale in Ingegneria Elettronica (LM29).....       | 3  |
| 2. Attività Formative attuate a livello di Area Ingegneristica.....            | 5  |
| 2.1. Importanza dell'interazione didattica.....                                | 5  |
| 2.2. Formazione tramite Didattica Erogativa.....                               | 6  |
| 2.3. Formazione tramite Didattica Interattiva.....                             | 7  |
| 2.4. Apprendimento in Situazione.....  | 8  |
| 2.5. Accertamento e Valutazione.....   | 8  |
| 2.6. Tutoring.....   | 9  |
| 3. Organizzazione e specificità dei singoli Insegnamenti.....                  | 10 |
| 3.1. Apprendimento in Autoformazione.....                                      | 10 |
| 3.2. Apprendimento Attivo.....   | 10 |
| 3.3. Apprendimento collaborativo.....  | 11 |
| 4. Organizzazione del Corso di Studi Magistrale in Ingegneria Elettronica..... | 12 |
| 4.1. Piano degli Studi.....  | 12 |
| 4.2. Attività Formative Interattive.....                                       | 13 |
| 4.3. Tirocinio curricolare e tesi di Laurea.....                               | 1  |

## 1. PROFILO DEL LAUREATO MAGISTRALE IN INGEGNERIA ELETTRONICA (LM29)

Per il conseguimento del titolo di Laurea Magistrale in Ingegneria Elettronica è richiesta l'acquisizione di 120 CFU (Crediti Formativi Universitari). I 120 Crediti sono acquisiti con le seguenti attività formative:

- Caratterizzanti (63 CFU);
- Affini/integrative (27 CFU);
- A scelta dello studente (12 CFU);
- Tirocinio (6 CFU);
- Preparazione della Tesi di Laurea Magistrale e prova finale (12 CFU).

Le due attività caratterizzanti e affini/integrative sono rispettivamente distribuite con i seguenti settori scientifici disciplinari (SSD):

- Elettronica (ING-INF/01); Campi Elettromagnetici (ING-INF/02); Misure Elettriche ed Elettroniche (ING-INF/07);
- Telecomunicazioni (ING-INF/03); Elettronica Biomedica (ING-INF/06); Misure Meccaniche e Termiche (ING-IND/12).

Accanto agli insegnamenti ritenuti fondamentali per la preparazione professionale del futuro laureato magistrale in Ingegneria Elettronica, lo studente inserisce ulteriori due insegnamenti (6 CFU ciascuno) scelti in base alle proprie propensioni e interessi. Nel Piano di Studio è presente un elenco di insegnamenti "a scelta" mutuati da altri Corsi di Studio e considerati coerenti con il percorso formativo della Laurea Magistrale in Ingegneria Elettronica.

La struttura del percorso di studi vuole delineare una preparazione che approfondisca le conoscenze in settori dell'elettronica moderna che presentano uno sviluppo tecnologico e scientifico ampio e adeguato al mercato del lavoro. In particolare, il Corso di Studio è finalizzato alla formazione di una figura professionale in grado di svolgere attività volte ad:

- assicurare una adeguata padronanza di metodi e contenuti scientifici generali e di base, con particolare riferimento alla capacità di utilizzare tale conoscenza per interpretare e descrivere i problemi nell'ambito dell'Ingegneria Elettronica;
- assicurare specifiche conoscenze professionali preordinate all'inserimento dei laureati nel mondo del lavoro.

Il profilo professionale è quello di un Ingegnere Elettronico che sia in grado di operare in collaborazione con altri professionisti alla progettazione di sistemi elettronici utilizzati in vari ambiti: dall'elettronica di consumo, alle telecomunicazioni, dalla strumentazione di misura, agli apparati usati in ambito biomedico, dalla progettazione di componenti e sistemi a microonde, al dimensionamento di un sistema di radiocomunicazione.

Allo scopo, il percorso formativo del CdS in Ingegneria Elettronica mira ad assicurare una conoscenza di metodi, tecniche e strumenti aggiornati, che consentano di:

- progettare sistemi elettronici 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.

Il laureato magistrale in Ingegneria Elettronica formato dal CdS viene quindi preparato a integrare gli strumenti e le conoscenze di base e ingegneristiche acquisite nel corso degli studi precedenti con le conoscenze specialistiche del corso di Laurea Magistrale, al fine di formare una figura tecnica ad alta specializzazione in grado di condurre attività di progettazione e gestione di sistemi elettronici, sia in completa autonomia (esercizio della professione come consulente esperto), sia all'interno di gruppi di lavoro in aziende o centri di ricerca del settore. Il laureato magistrale avrà anche acquisito la capacità di comprendere e comunicare, attraverso il gergo tecnico specifico proprio del suo ambito di specializzazione, le problematiche ed esigenze esposte sia da altri esperti che da utenti professionalmente distanti dalla propria formazione. Il Laureato Magistrale in Ingegneria Elettronica avrà anche acquisito la capacità di presentare soluzioni tecniche e idee attraverso modelli grafici e fisici idonei a illustrare concetti complessi legati propriamente ai settori dell'Ingegneria Elettronica. L'autonomia di giudizio del laureato sarà adeguata al livello magistrale, per cui è prevista l'acquisizione della capacità di apprendere in modo pienamente autonomo e di mantenere aggiornata la propria formazione.

## 2. ATTIVITÀ FORMATIVE ATTUATE A LIVELLO DI AREA INGEGNERISTICA

Il Corso di Studio in Ingegneria Elettronica è erogato in modalità prevalentemente a distanza. Il raggiungimento di specifici obiettivi formativi da parte degli studenti è ottenuto attraverso una diversificazione delle attività svolte distinguibili in Attività Didattiche Erogative (DE) e Attività Didattiche Interattive (DI), a cui si aggiunge la necessaria parte di studio in autoapprendimento da parte dello studente.

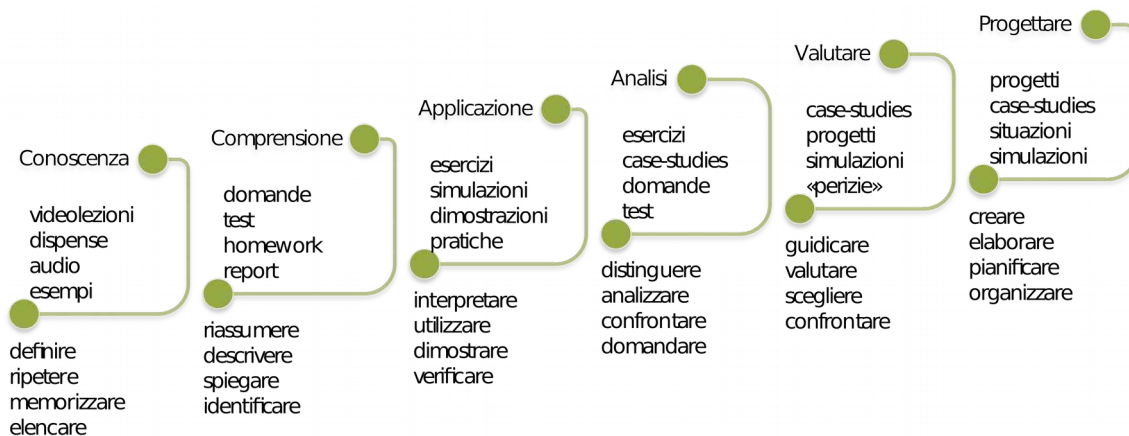
Il presente documento, che descrive il percorso formativo implementato nel Corso di Studio in Ingegneria Elettronica Magistrale, concerne, in particolare, la struttura, la qualità e la quantità di attività *Didattiche Disciplinari* classificabili come *Didattica Erogativa* e *Didattica Interattiva*. Tali attività sono progettate e gestite parallelamente alle attività in *Autoapprendimento*, in modo tale che il *Carico di Studio* per lo studente sia proporzionato ai crediti formativi richiesti da ciascun Insegnamento. È prevista anche l'erogazione di ulteriori servizi per lo studente, quali la *Didattica Orientativa* e la *Didattica di Supporto e Tutoring*, che realizzino per lo studente opportunità formative personalizzate a complemento della *Didattica Disciplinare*.

### 2.1. IMPORTANZA DELL'INTERAZIONE DIDATTICA

L'approccio utilizzato nella progettazione dell'organizzazione didattica del CdS è centrato sullo studente (*student-centered*) ed è basato sull'allineamento degli *Obiettivi* e i *Risultati di Apprendimento*, con le *Metodologie Didattiche* e la *Metodologia di Valutazione*. I *Risultati di Apprendimento* sono definiti, per gli Insegnamenti, a livello non solo globale, ma generalmente anche a livello di singolo Modulo, oltre che per le attività di tirocinio e tesi, sempre in modo coerente con i Risultati di Apprendimento del Corso di Studio.

Nel caso della classica lezione frontale, il docente "adatta naturalmente" le lezioni, a seconda della reazione degli studenti che viene percepita dal docente stesso, effettuando più o meno lezioni di esercitazione, introducendo dei richiami ad argomenti propri di discipline differenti dalla propria, o anche modificando in itinere il programma. La didattica a distanza presenta delle peculiarità che la differenziano fortemente dalla didattica erogata in presenza. Pertanto, il percorso di formazione introduce strumenti adeguati perché tale "adattamento" sia ancora possibile. A tale scopo, oltre all'erogazione di lezioni sincrone, o asincrone, su piattaforma e-learning, sono previste opportune attività didattiche interattive tra docente e studenti in itinere. Invero, tali attività interattive non sono solo utili a compensare l'assenza della presenza fisica degli studenti in didattica telematica, rispetto alla didattica frontale, ma, in generale, esse sono fondamentali per consentire il raggiungimento di Risultati di Apprendimento di livello elevato, superiore a quello della conoscenza e comprensione. Ad esempio, è chiaro che la sola videolezione o dispensa difficilmente può essere sufficiente per il livello di *Applicazione della Conoscenza*. Così come è chiaro che se si richiede allo studente la *Capacità di Progettare*, è necessario proporgli lo studio di casi specifici, l'applicazione di simulazioni o di altre tipologie da far rientrare nella cosiddetta *Didattica in Situazione*.

Le metodologie didattiche adottate devono essere in grado, quindi, di rispondere a quanto riassunto nella seguente figura in cui sono indicati i livelli di apprendimento attesi per le diverse metodologie didattiche affrontate.



### Metodologie didattiche correlate ai livelli di apprendimento (Risultati di Apprendimento).

Infine, è importante sottolineare che Il Corso di Studio in Ingegneria Elettronica, mirando a formare una figura in grado di analizzare, progettare o gestire componenti e sistemi elettronici, necessita di una crescente presenza di attività di carattere interattivo lungo il percorso di formazione. Anche se l'apice della formazione di carattere applicativo è raggiunto e verificato attraverso le attività di tirocinio e di tesi di laurea magistrale (con la redazione di relazioni e del documento di tesi di laurea), le attività interattive sono proposte agli studenti già attraverso i singoli insegnamenti, sottoponendo i discenti a case-study, laboratori virtuali e remoti, utili a mettere in pratica la simulazione di concetti già noti o anche nuovi, per rispondere al meglio alla realizzazione di attività sostitutive del vero e proprio *Apprendimento in Situazione* (vedi più avanti).

## 2.2. FORMAZIONE TRAMITE DIDATTICA EROGATIVA

La formazione attraverso la Didattica Erogativa prevede i seguenti Strumenti Didattici:

1. videolezioni asincrone (generalmente presentate in formato SCORM con elementi di multimedialità e interattività);
2. videolezioni sincrone (sia videoconferenze, sia lezioni frontali);
3. materiale multimediale assimilabile a lezioni frontali (e.g. SCORM) con commenti audio o video, animazioni, etc.

Per ogni Insegnamento, il numero totale di lezioni erogative risulta dalla somma delle Videolezioni asincrone e di quelle sincrone. Il *Modello Didattico* disegnato per Ingegneria, inoltre, considera gli Strumenti Didattici propri della Didattica Erogativa classificabili come:

- i. *Lezioni di Teoria:* sono illustrati gli aspetti teorici della disciplina e sono svolte le eventuali dimostrazioni analitiche mediante formulazioni simboliche;
- ii. *Lezioni di Esercitazione:* sono applicate le nozioni della teoria per la soluzione di esercizi teorici e/o pratici.

Nella strutturazione dei singoli Insegnamenti, a seconda della disciplina, viene garantito un bilanciamento adeguato tra i tipi di contenuti erogativi (i e ii), tenendo anche conto che il carico didattico in autonomia da parte dello studente ammonta convenzionalmente a 2.5 h per ciascuna ora di videolezione nel caso di contenuti teorici (i), mentre scende a 1.5 h nel caso delle esercitazioni (ii).

### 2.3. FORMAZIONE TRAMITE DIDATTICA INTERATTIVA

Gli Insegnamenti utilizzano i seguenti strumenti di interazione:

1. interazione con studenti su forum, interventi del docente con esercizi svolti e discussi sul forum;
2. discussioni sincrone in web-conference;
3. attività collaborative o individuali asincrone: e-tivity, progetti, laboratori virtuali o remoti;
4. test di autovalutazione;
5. test in itinere di verifica dell'apprendimento.

Nel seguito tutte le attività interattive, che non si riducano a test automatici in piattaforma E-learning, sono denominate E-tivity.

In generale, per ogni Insegnamento, le conoscenze tecniche necessarie sono ottenute dallo studente principalmente durante le attività di Didattica Erogativa condotta attraverso videolezioni interattive (in formato SCORM) prodotte dal docente della disciplina, mentre le capacità di applicare le conoscenze sono fornite principalmente attraverso le attività di Didattica Interattiva svolta nelle classi virtuali attraverso la soluzione di esercitazioni mirate all'applicazione delle conoscenze teoriche fornite nelle lezioni.

Le attività di Didattica Interattiva svolgono, per il corso di Studio in Ingegneria Elettronica Magistrale, la necessaria attività di tipo situazionale, costituendo una base per un "learning-by-doing" ovvero un apprendimento che avviene contestualmente alla soluzione di un problema sottoposto allo studente. Anche per questo motivo, le attività classificabili come interattive non sono tutte equivalenti. A parità di Carico di Studio, ovvero di CFU, il livello dei Risultati di Apprendimento ottenibili può essere molto variabile e l'efficacia stessa dello strumento didattico impiegato è accuratamente valutata. Le attività didattiche interattive sono organizzate in modo da istituire un dialogo tra studente e docente e tra studenti, non concentrato esclusivamente al momento della valutazione: esercizi, simulazioni, progetti hanno carattere non solo valutativo, ma anche formativo.

Allo studente, pertanto, sono somministrate, per ogni Insegnamento, una o più E-tivity, aventi carattere sia formativo che valutativo. Ogni E-tivity è descritta brevemente già nella scheda di trasparenza, in termini sia di contenuto generale, di Risultati di Apprendimento, di metodologia di valutazione, di utilizzo della valutazione ai fini della determinazione del voto finale. È anche presentata allo studente una scheda informativa denominata scheda E-tivity, che consenta di far capire esattamente quali attività sono richieste, le tempistiche, cosa produrre, etc.

Infine, poiché l'efficacia della didattica a distanza è legata in modo indissolubile all'implementazione di adeguate attività interattive, la formazione disciplinare per un Insegnamento del Corso di Studio Magistrale di Ingegneria Elettronica prevede non solo un Carico di Studio di Didattica Interattiva minimo di 6 h/CFU, ma anche, e soprattutto, una tipologia di attività adatte ai Risultati di Apprendimento che si intende ottenere.

### 2.4. APPRENDIMENTO IN SITUAZIONE

Nell'organizzazione della didattica assistita del Corso di Studio Magistrale in Ingegneria Elettronica si considera anche:

- la forma esperienziale (o situazionale) espressa sia dal tirocinio, sia dalla didattica interattiva tramite le E-Tivity, nella quale fare esperienza di apprendimento così da mutuarlo nella pratica professionale in forme riflessive e personalizzate;
- la forma di lavoro in gruppi (didattica collaborativa), dove l'apprendimento è mediato dalla dimensione collaborativa e dall'alto come risorsa con la quale simulare il lavoro reale;
- la forma di project based learning (didattica per e-tivity), attraverso il quale sperimentare pratiche di progettazione, l'utilizzo di software di simulazione numerica e di supporto alla progettazione.

Queste forme permettono di applicare i saperi acquisiti negli insegnamenti elaborando materiali specifici e utili alla formazione professionale, costruendo strumenti, sviluppando capacità riflessiva, critica e collaborativa, necessaria all'apprendimento permanente.

## 2.5. ACCERTAMENTO E VALUTAZIONE

L'accertamento delle conoscenze, la comprensione delle stesse e della capacità di applicarle avviene sia attraverso gli esami scritti, sia attraverso il tracciamento e la valutazione delle attività svolte dallo studente durante le E-tivity proposte (simulazioni, progetti, esercitazioni, analisi e studio di casi specifici).

Si vuole precisare che gran parte dei Risultati di Apprendimento richiesti per gli Insegnamenti del Corso di Studio Magistrale in Ingegneria Elettronica non sono accertabili nella sola sede di esame finale e sono pertanto conseguiti e verificati mediante l'implementazione di una Didattica Interattiva più articolata, ovvero con E-tivity dotate di caratteristiche formative adeguate. Per tale motivo, il contributo alla valutazione dell'esame di profitto, limitatamente alle attività di apprendimento in Interazione (E-tivity), può consistere di (i) semplice idoneità per l'accesso a quest'ultimo, (ii) riduzioni di domande, (iii) punti da aggiungere alla votazione finale. La modalità adottata è funzione anche del peso che gli obiettivi formativi delegati all'interazione hanno rispetto ai contenuti dell'intero insegnamento.

Le E-tivity considerate in sede di valutazione dell'esame finale, sono somministrate e strutturate secondo una metodologia ben sperimentata dal Corso di Studio in Ingegneria Elettronica, seguendo alcune regole fondamentali:

- richiedendo prodotti, in cui la soluzione dell'eventuale *case-study* non sia univoca e il contributo di *problem solving* individuale sia prevalente;
- proponendo attività collaborative, in cui sia esplicitamente richiesto di realizzare eventuali documenti di gruppo (*group homework*);
- richiedendo di pubblicare sul forum di classe virtuale lo stato di "avanzamento dei lavori" durante lo svolgimento dell'E-tivity;
- inserendo domande nel testo d'esame in merito all'E-tivity svolta;
- personalizzando le E-tivity e/o cambiandone spesso il testo;
- effettuando *web-conference* sincrone per la discussione dell'E-tivity.

Oltre alla valutazione in itinere svolta dal docente o dal tutor attraverso le E-tivity e le altre attività di Didattica Interattiva, il conseguimento dei risultati di apprendimento attesi è verificato attraverso un esame finale condotto in forma scritta. In generale, l'esame prevede parti in grado di verificare indipendentemente:

1. le conoscenze teoriche richieste e la loro comprensione;



2. la capacità di applicare le conoscenze teoriche alla soluzione di problemi;
3. la capacità di comunicare i risultati anche attraverso l'uso di grafici, schemi, equazioni e altra simbologia propria per l'insegnamento.

Le *Schede di Trasparenza* degli Insegnamenti disponibili sul sito dell'Ateneo e in piattaforma all'interno del materiale didattico, riportano in dettaglio gli strumenti e le modalità di valutazione dei singoli risultati di apprendimento attesi declinati tenendo conto del livello cognitivo raggiunto.

## 2.6. TUTORING

La formazione universitaria on-line è un processo sinergico di integrazione fra materiali didattici e servizi forniti agli studenti. Premettendo che le attività di helpdesk, per le problematiche di accesso alle piattaforme, ai contenuti e alle attività formative in modalità telematica sono svolte a livello di Ateneo, le attività di tutoring implementate per il supporto agli studenti del CdS Magistrale in Ingegneria Elettronica sono sostanzialmente di due tipologie:

1. **Disciplinare**, in cui il tutor, esperto della materia, affianca il docente titolare dell'insegnamento per:
  - a. didattica orientativa realizzata per fornire un adeguato supporto agli studenti durante il periodo didattico in funzione della loro preparazione individuale;
  - b. didattica interattiva, in modo da mantenere un rapporto tra docenti e studenti coerente con la numerosità di riferimento prevista per la classe;
  - c. assistenza ai laureandi durante lo svolgimento della tesi Magistrale (attività generalmente svolta da laureati dichiarati cultori della materia);
2. **Di Sistema**, in cui personale tecnico amministrativo svolge attività di supporto alla conduzione del Corso di Studio provvedendo:
  - a. all'organizzazione delle classi virtuali;
  - b. al monitoraggio generale dell'andamento della coorte di studenti del CdS, anche in supporto ai processi di Assicurazione della Qualità (AQ) del CdS;
  - c. come facilitatori tecnologici per l'accesso da remoto ai laboratori della sede di Roma, provvedendo: (i) al supporto del docente durante attività di didattica interattiva sincrona condotta nei laboratori; (ii) a preparare e documentare i dati ottenuti in laboratorio a seguito di prove sperimentali, onde permettere una attività di analisi dei dati da remoto agli studenti online; (iii) a supporto del docente durante l'attività di didattica interattiva asincrona incentrata su attività sperimentali condotte in laboratorio;

Il coordinamento delle attività di tutoraggio disciplinare avviene attraverso periodici incontri con il docente titolare dell'insegnamento per l'organizzazione del lavoro da condurre e per definire le modalità di valutazione in itinere della didattica interattiva.

Le attività di monitoraggio di sistema, invece, sono connesse con le attività di riesame del CdS e supervisionati dal coordinatore del CdS.

### 3. ORGANIZZAZIONE E SPECIFICITÀ DEI SINGOLI INSEGNAMENTI

Le attività didattiche degli Insegnamenti sono concepite in funzione dei Risultati di Apprendimento attesi enunciati nel precedente paragrafo. A seconda dei Risultati di Apprendimento che si ritengono necessari per i vari Insegnamenti del Corso di Studio, sono proposte dai docenti opportune (i) attività didattiche, erogative e interattive, (ii) attività di apprendimento, ed (iii) efficaci modalità di verifica dell'apprendimento. L'allineamento tra (i)-(iii) tiene ovviamente conto del carico didattico complessivo, ovvero ai crediti formativi previsti. L'equilibrio tra Didattica Erogativa e Interattiva è la chiave per il raggiungimento di Risultati di Apprendimento di diverso livello cognitivo. Sinteticamente, ogni insegnamento è organizzato, a livello di singolo modulo, secondo tre metodologie:

- (1) Apprendimento Erogativo (*Erogative Learning*),
- (2) Apprendimento Attivo (*Active Learning*), e
- (3) Apprendimento Collaborativo (*Collaborative Learning*).

Nel seguito sono dettagliate le tre modalità, si rileva qui che la prima metodologia descrive una attività formativa di tipo erogativo con una piccola quota dedicata all'interazione, La seconda e la terza modalità sono caratterizzate da una quota rilevante di didattica interattiva e necessita, a parità di numerosità di studenti iscritti all'insegnamento, di un supporto di tutoring maggiore.

#### 3.1. APPRENDIMENTO IN AUTOFORMAZIONE

È la tipologia adottata per il raggiungimento degli obiettivi formativi in termini di conoscenza e comprensione degli aspetti teorici delle discipline del corso ed è quindi la modalità in cui si sviluppano i moduli teorici dell'insegnamento o la parte degli stessi legati alla conoscenza e alla comprensione della disciplina. L'erogazione dei contenuti è asincrona, ed il supporto da parte del docente/tutor avviene attraverso il forum dedicato alla classe virtuale. Il materiale didattico è suddiviso in unità didattiche strutturate in moduli generalmente autoconsistenti. L'apprendimento consiste, in questo caso, in una "trasmissione di informazioni" (Didattica Erogativa) attraverso oggetti didattici interattivi (generalmente SCORM1.2). La verifica dell'apprendimento in itinere da parte dello studente è ottenuta tramite test di autovalutazione (Didattica Interattiva) con relativo feedback formativo allo studente. L'apprendimento Erogativo è applicato in tutti gli insegnamenti del Corso di Studio per coprire gli aspetti di carattere teorico delle discipline.

#### 3.2. APPRENDIMENTO ATTIVO

Il modello prevede un livello di interazione tra discente e docente elevato. Attraverso questa metodologia sono sviluppate attività di apprendimento con studenti singoli o con gruppi mediante simulazioni, *case-study* e Didattica in Situazione. L'interazione docente-studente che è la base per lo sviluppo delle competenze applicate, delle competenze tecnico-professionali dei *soft-skill*, avviene:

1. *in modalità asincrona, attraverso il forum delle classi virtuali*
2. *In modalità sincrona, attraverso la piattaforma di videoconferenza integrata nel sistema LMS di Ateneo*

nei quali il docente o il tutor presentano l'attività (E-tivity), forniscono un supporto visibile all'intera classe alle difficoltà del singolo studente ed effettuano la valutazione formativa del lavoro del singolo studente attraverso la revisione o correzione dell'attività svolta. In particolare, il docente o il tutor esprime un giudizio e assegna un valore di scala alla specifica prova svolta dallo studente.

In generale, viene anche richiesto allo studente una parte didattica di tipo erogativo o l'utilizzo di materiale didattico di supporto all'attività interattiva.

### 3.3. APPRENDIMENTO COLLABORATIVO

L'attività didattica di apprendimento collaborativo prevede di attivare una serie di attività collaborative *peer*, da effettuarsi prevalentemente tra gruppi di discenti (es. progetti), in cui il docente è un «facilitatore», che pianifica solo la struttura dell'attività didattica, mentre l'apprendimento risulta essere quasi "incidentale", apparentemente non intenzionale. Ciò significa che le attività non sono necessariamente legate al materiale didattico, e che gran parte dell'apprendimento avviene in via autonoma, mediante l'interazione tra studenti nelle fasi analitiche o progettuali previste, ad esempio, in un *case-study*, somministrato dal docente.

Anche le attività di tipo collaborativo sono svolte:

- *in modalità asincrona attraverso il forum delle classi virtuali*
- *in modalità sincrona attraverso la piattaforma di videoconferenza integrata nel sistema LMS di Ateneo.*

## 4. ORGANIZZAZIONE DEL CORSO DI STUDI MAGISTRALE IN INGEGNERIA ELETTRONICA

Lo sviluppo delle moderne tecnologie microelettroniche rappresenta l'elemento fondamentale dell'evoluzione dei sistemi elettronici che ormai occupano diversi ambiti dell'industria, nonché della vita quotidiana. I sistemi elettronici rappresentano la componente fondamentale in diversi settori industriali e tecnologici, quali le telecomunicazioni, i trasporti, l'avionica, il biomedicale, etc. Il valore aggiunto e innovativo che i sistemi e i componenti elettronici conferiscono ai settori in cui trovano applicazione rendono fondamentale una preparazione non eccessivamente specialistica ma che offra invece una visione relativamente ampia degli ambiti in cui l'elettronica viene impiegata. In questa ottica, per operare in modo adeguato alle esigenze professionali richieste nel settore, il percorso didattico della Laurea Magistrale in Ingegneria Elettronica offre una serie di insegnamenti, distribuiti nei due anni, i cui contenuti formativi ampliano la visione di alcuni campi fondamentali in cui operano l'elettronica e le telecomunicazioni.

### 4.1. PIANO DEGLI STUDI

Il CdS per la Laurea Magistrale in Ingegneria Elettronica prevede un unico percorso di studi. La tabella seguente riporta l'elenco degli insegnamenti e l'indicazione dell'anno di corso. Nel CdS della LM-29, il carico didattico è strutturato con una media di 20 h/CFU per la Didattica Erogativa e 5 h/CFU per la Didattica Interattiva. Inoltre, la Didattica Interattiva è organizzata per un numero medio di 2 E-tivity per insegnamento. Il dettaglio sul carico didattico per lo studente è riportato nella relativa scheda di trasparenza di ciascun insegnamento.

| DENOMINAZIONE INSEGNAMENTO            | CFU | SSD        | ANNO |
|---------------------------------------|-----|------------|------|
| Microelettronica                      | 9   | ING-INF/01 | 1    |
| Elettronica dei Sistemi Programmabili | 6   | ING-INF/01 | 1    |
| Misure Elettriche ed Elettroniche     | 9   | ING-INF/07 | 1    |
| Microonde                             | 6   | ING-INF/02 | 1    |
| Elettronica Biomedica                 | 9   | ING-INF/06 | 1    |
| Sensori e Trasduttori                 | 9   | ING-IND/12 | 1    |
| Elettronica dello Stato Solido        | 9   | ING-INF/16 | 2    |
| Costruzioni Elettroniche              | 9   | ING-INF/06 | 2    |
| Antenne                               | 9   | ING-INF/06 | 2    |
| Telecomunicazioni                     | 9   | ING-INF/03 | 2    |
| Sistemi e Componenti a Microonde      | 6   | ING-INF/02 | 2    |

Come indicato nella tabella, il Piano degli Studi per la Laurea Magistrale in Ingegneria Elettronica offre, al primo anno, una solida preparazione destinata a fornire gli elementi cognitivi necessari a conoscere e comprendere gli aspetti metodologico-operativi nella analisi e nella sintesi di circuiti elettronici analogici e digitali. Le attività formative caratterizzanti sono quindi selezionate e dimensionate in modo da acquisire tali capacità nelle scienze fondanti l'ingegneria elettronica: Microelettronica e Sistemi Elettronici Programmabili, Microonde, Misure Elettriche ed Elettroniche ed Elettronica Biomedica. L'offerta formativa è altresì completata con

l'insegnamento di Sensori e Trasduttori, fornendo così un'ampia e solida panoramica sui sistemi di acquisizione e controllo soprattutto nei riguardi del condizionamento ed elaborazione dei segnali. Tali contenuti sono poi completati, nel secondo anno, con insegnamenti dal contenuto più specifico, indirizzato allo sviluppo professionale dell'ingegnere elettronico: dalla fisica dei dispositivi a semiconduttore per la micro- e nano-elettronica (Elettronica dello Stato Solido), alla metodologia di progettazione di apparati elettronici (Costruzioni Elettroniche), dalle tecniche per le telecomunicazioni (Telecomunicazioni) e i componenti per le microonde (Sistemi e Componenti per le Microonde), al progetto di antenne e radiocollegamenti (Antenne).

I contenuti delle attività a scelta dello studente (2 insegnamenti da 6 CFU ciascuno) sono finalizzati all'arricchimento e al completamento della preparazione dell'ingegnere elettronico mediante l'insegnamento di argomenti che coinvolgono aree scientifico-disciplinari proprie della scienza e tecnologia dei materiali, delle misure, delle tecnologie energetiche, dei metodi di osservazione ed elaborazione dei dati e di ingegneria del software.

#### 4.2. Attività Formative Interattive

Come già anticipato in precedenza, particolare attenzione, inoltre, è riservata allo sviluppo di capacità di gestione di situazioni nuove e impreviste e alla risoluzione di problemi non convenzionali. A titolo di esempio, vengono indicate le possibilità offerte da alcuni insegnamenti in questo ambito. Gli esempi riportati non possono considerarsi esaustivi, soprattutto nell'ottica del continuo aggiornamento che gli insegnamenti possono (e devono) subire, anche in dipendenza delle possibilità di soluzioni disponibili in futuro nei settori dell'elettronica e delle telecomunicazioni. Tuttavia, gli esempi vogliono indicare l'azione con cui è possibile superare le difficoltà legate alla mancanza, tipica di una Università telematica, di una interazione in presenza o di carattere situazionale. Per la progettazione di sistemi digitali, gli insegnamenti di Microelettronica e Sistemi Elettronici Programmabili stabiliranno attività basate su software libero che lo studente può installare sul proprio computer per risolvere un problema specifico che il docente richiede. Nel primo si richiede la progettazione di un semplice dispositivo integrato CMOS a livello di layout che soddisfi certi requisiti e risponda ai design-rules della particolare tecnologia adottata (Magic VLSI). Nel secondo, lo studente potrà verificare il funzionamento di un semplice sistema embedded a microcontrollore mediante l'uso di un simulatore on-line (Mbed simulator, installabile anche sul proprio computer). In entrambe i casi, lo studente dovrà produrre una relazione tecnica dell'attività svolta, affinando così anche le proprie capacità comunicative, avvalendosi degli strumenti informatici in suo possesso. Nei riguardi dei sistemi analogici, l'insegnamento di Costruzioni Elettroniche prevede l'impiego del software di simulazione LTSpice per la verifica del funzionamento di circuiti di base integrati (come le sezioni band-gap per i riferimenti di tensione o quelle per la protezione termica o il sovraccarico), la progettazione di filtri attivi, la valutazione delle variazioni indotte dalla temperatura sul funzionamento di particolari sezioni di un circuito, etc. Negli insegnamenti afferenti al settore disciplinare di Campi Elettromagnetici (Microonde, Antenne, Sistemi e componenti a microonde), sono previste delle e-tivity che richiedono il progetto analitico di un componente per un'applicazione specifica, l'esecuzione di simulazioni elettromagnetiche full-wave per verificarne il funzionamento e per ottimizzarne le prestazioni e la stesura di una relazione tecnica. Le attività proposte allo studente riguardano il progetto di dispositivi guidanti a microonde, sistemi per l'elaborazione dei segnali elettromagnetici e sistemi radianti per collegamento radio.

Nello sviluppare le attività in autonomia, il discente è fortemente incoraggiato a confrontarsi con altri studenti all'interno di classi virtuali in cui il docente svolge il ruolo di facilitatore. Il processo necessario per portare a termine tali attività hanno come obiettivo quello di

consentire allo studente di migliorare il livello di apprendimento, grazie agli strumenti di visualizzazione, anche tridimensionale avanzato, di cui sono dati i moderni simulatori e, allo stesso tempo, di familiarizzare con i workflow tipici del mondo della progettazione elettronica ed elettromagnetica in ambiente professionale.

#### 4.3. TIROCINIO CURRICOLARE E TESI DI LAUREA

La formazione del laureato Magistrale in Ingegneria Elettronica si completa attraverso un'attività di tirocinio curricolare (6 CFU) e si conclude con la redazione di una tesi di Laurea originale (12 CFU) supervisionata da un docente del CdS, eventualmente coadiuvato da un co-relatore (anche esterno all'Università se il lavoro è svolto in un'azienda o un centro di ricerca).

Il tirocinio legato al Corso di Studio Magistrale in Ingegneria Elettronica rappresenta un'attività in presenza e di tipo fortemente situazionale, è previsto durante il secondo anno di corso, e preferibilmente verso la conclusione del percorso di studio per realizzare un'attività formativa in cui mettere in pratica le conoscenze acquisite. Il monte ore previsto per il tirocinio è pari a 25 ore per CFU pari quindi a 150h. Il tirocinio è un'esperienza formativa prevista nel piano didattico del Corso di Studio per il completamento della formazione universitaria, caratterizzata dalla realizzazione di esperienze pratiche in strutture interne o esterne all'Ateneo che permettono l'acquisizione di competenze tecniche coerenti con il percorso di studio seguito. Il tirocinio svolge, infine, per lo studente una funzione di orientamento al mondo del lavoro ed un'opportunità di visibilità delle competenze da lui acquisite durante il percorso di studio magistrale.

Durante l'attività di tirocinio, lo studente è supervisionato da un tutor accademico, generalmente un docente, e da un tutor aziendale per la conduzione delle attività presso la struttura ospitante. L'Ateneo è attivo attraverso un suo apposito ufficio per selezionare le strutture ospitanti e i progetti, oltre a gestire le convenzioni con enti eventualmente proposti dallo studente. Inoltre, gli studenti del Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Elettronica hanno la possibilità di svolgere attività sperimentale nei momenti di tirocinio e/o tesi di laurea presso i laboratori presenti nell'area di ingegneria della sede dell'Università a Roma. In questo caso, sarà presente il solo tutor accademico e le attività saranno di tipo numerico, sperimentale o progettuale e, dove possibile, non legate direttamente all'attività di ricerca dei docenti ma alle attività di trasferimento tecnologico attive al momento del tirocinio, con l'intento di permettere allo studente di entrare in contatto con la realtà industriale del paese.

L'attività sperimentale o progettuale svolta durante i momenti di tirocinio e/o tesi di laurea ha lo scopo di integrare le conoscenze acquisite negli insegnamenti consentendo allo studente di applicarle alla risoluzione di problemi specifici nell'ambito elettronico. Per la natura telematica dell'Ateneo, le attività sperimentali sono anche concepite per essere svolte "da remoto" attraverso lo svolgimento di un lavoro di progettazione e/o di analisi assistito al computer. In questo ambito, il lavoro potrà riguardare: lo sviluppo di algoritmi avanzati per l'elaborazione dei segnali nell'ambito delle telecomunicazioni; lo studio avanzato di materiali elettromagnetici artificiali e metamateriali elettromagnetici con particolare riferimento alle loro applicazioni alla miniaturizzazione dei componenti a microonde e al miglioramento delle prestazioni degli array di antenne; lo studio e/o il progetto di eterostrutture o dispositivi quantici dedicati all'emissione di luce. Non da ultimo, gli studenti del CdS in Ingegneria Elettronica hanno accesso a tutte le strutture dell'Ateneo: sale studio; biblioteca; mensa; struttura sportiva.

La prova finale per il conseguimento del titolo consta di una tesi di laurea magistrale, della sua esposizione e discussione di un argomento che richiede un'importante e impegnativa attività

svolta nell'ambito di uno degli insegnamenti previsti o di altre attività formative. L'elaborato dovrà dimostrare la padronanza della tematica trattata, la capacità di operare in modo autonomo, nonché un buon livello di capacità di comunicazione. Le possibili tipologie di lavoro di tesi possono essere: **compilativo**, in cui allo studente viene chiesto di svolgere un'analisi bibliografica su un argomento sintetizzando fonti di elevato profilo scientifico e analizzando in modo critico lo stato dell'arte tecnico, scientifico e brevettuale di un particolare argomento; **sperimentale**, svolta presso i laboratori di Ingegneria della sede di Roma o presso un'azienda convenzionata. Una tesi viene considerata sperimentale quando lo studente progetta, esegue o supervisiona un particolare circuito, oppure organizza campagne di misurazioni in modo diretto, anche volte al collaudo di un particolare sistema elettronico, ne acquisisce i risultati e li analizza e li discute nell'elaborato finale; **numerico**, svolta presso i laboratori di Ingegneria della sede di Roma, presso una azienda convenzionata o in autonomia dallo studente, sviluppando in prima persona codici numerici per la soluzione di un problema tecnico-scientifico, o conduce con consapevolezza campagne di simulazione su modelli preesistenti e analizza criticamente i risultati ottenuti e li discute nell'elaborato finale; **progettuale**, svolta presso i laboratori di Ingegneria della sede di Roma, presso una azienda convenzionata o in autonomia dallo studente, sviluppando in prima persona o partecipando in modo attivo e preminente, al progetto, a una modifica progettuale o a un'ottimizzazione di un impianto o di un sistema, anche adottando strumenti di progettazione o calcolo avanzati.

L'attività di tesi serve a sviluppare e valutare la maturità ottenuta dallo studente durante tutto il percorso di formazione e vengono valutati, oltre alle capacità tecniche e le conoscenze acquisite, anche i *soft-skill* quali la capacità di svolgere attività in autonomia, la capacità di acquisire autonomamente informazioni e ulteriori conoscenze, la capacità di giudizio e le capacità comunicative sia in forma scritta sia orale, nonché la capacità di utilizzare strumenti (presentazioni, grafici, oggetti multimediali, etc.) per supportare la presentazione degli argomenti e sostenere le tesi avanzate nell'elaborato finale.