

<b>Università</b>	Politecnico di BARI
<b>Classe</b>	LM-28 - Ingegneria elettrica
<b>Nome del corso in italiano</b>	Ingegneria Elettrica <i>modifica di: Ingegneria Elettrica (1417048)</i>
<b>Nome del corso in inglese</b>	Electrical Engineering
<b>Lingua in cui si tiene il corso</b>	italiano
<b>Codice interno all'ateneo del corso</b>	LM05^2022^PDS0-2022^1005
<b>Data di approvazione della struttura didattica</b>	25/11/2024
<b>Data di approvazione del senato accademico/consiglio di amministrazione</b>	27/11/2024
<b>Data della consultazione con le organizzazioni rappresentative a livello locale della produzione, servizi, professioni</b>	29/01/2009 -
<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="https://poliba.esse3.cineca.it/Guide/PaginaCorso.do?corso_id=10017">https://poliba.esse3.cineca.it/Guide/PaginaCorso.do?corso_id=10017</a>
<b>Dipartimento di riferimento ai fini amministrativi</b>	Dipartimento di Ingegneria Elettrica e dell'Informazione
<b>EX facoltà di riferimento ai fini amministrativi</b>	
<b>Massimo numero di crediti riconoscibili</b>	24 - max 24 CFU, da DM 931 del 4 luglio 2024

### **Obiettivi formativi qualificanti della classe: LM-28 Ingegneria elettrica**

#### a) Obiettivi culturali della classe

I corsi di studio della classe hanno l'obiettivo di formare laureate e laureati specialisti in ingegneria elettrica che siano in grado di ideare, progettare e gestire componenti, dispositivi e sistemi che generano, accumulano, trasportano e utilizzano energia elettrica, operando in contesti multidisciplinari e nei settori industriali e dei servizi altamente competitivi. In particolare, le laureate e i laureati magistrali nei corsi della classe devono: - conoscere aspetti teorico-applicativi della matematica e delle altre scienze di base, conoscere approfonditamente gli aspetti teorico-scientifici dell'ingegneria, sia in generale sia in modo specifico le tematiche dell'ingegneria elettrica, ed essere capaci di utilizzare tali conoscenze per identificare, formulare e risolvere problemi complessi che richiedono un approccio interdisciplinare; - conoscere in modo approfondito gli aspetti teorico-scientifici dell'ingegneria elettrica, con particolare riferimento alle tecnologie per la generazione, l'accumulo, la trasmissione, la conversione, la distribuzione e il controllo dell'energia elettrica; - essere capaci di ideare, progettare e gestire sistemi e processi complessi e innovativi, in tutti i contesti in cui l'energia elettrica gioca un ruolo rilevante, al fine di promuovere uno sviluppo sostenibile attraverso l'utilizzo intensivo ed estensivo dell'energia elettrica con riferimento alla generazione da fonti rinnovabili, all'elettrificazione dei sistemi per la mobilità, all'ottimizzazione energetica degli impianti e dei processi industriali; - essere in grado di ideare, realizzare e utilizzare modelli fisico-matematici, anche numerici, per la simulazione di processi di generazione, accumulo, trasporto, conversione e controllo dell'energia elettrica, sapendone interpretare criticamente i risultati; - conoscere le problematiche della sicurezza elettrica e della protezione della salute in contesti industriali e civili; - avere padronanza del metodo scientifico di indagine e delle strumentazioni di laboratorio ed essere capaci di progettare e gestire esperimenti di elevata complessità; - avere conoscenze nel campo dell'organizzazione aziendale e dell'etica professionale.

#### b) Contenuti disciplinari indispensabili per tutti i corsi della classe

I percorsi formativi dei corsi della classe comprendono in ogni caso attività finalizzate all'acquisizione di conoscenze avanzate nei campi: - delle metodologie di modellistica, identificazione, simulazione, progettazione e controllo di componenti, dispositivi e sistemi che utilizzano o generano energia elettrica; - delle tecnologie per la generazione, l'accumulo, il trasporto, la conversione e il controllo dell'energia elettrica nell'ambito degli impianti e dei processi industriali, della generazione da fonti rinnovabili, delle reti intelligenti, dell'elettrificazione dei sistemi per la mobilità; - dell'integrazione e dello sviluppo di tecnologie abilitanti in tutti i contesti in cui l'energia elettrica gioca un ruolo rilevante.

#### c) Competenze trasversali non disciplinari indispensabili per tutti i corsi della classe

Le laureate e i laureati magistrali nei corsi della classe devono essere in grado di: - comunicare efficacemente, in forma scritta e orale, con particolare riferimento al lessico proprio delle discipline scientifiche e ingegneristiche; - interagire con gruppi di lavoro interdisciplinari mediante la conoscenza dei diversi linguaggi tecnico-scientifici e dei metodi della comunicazione; - operare in contesti aziendali e professionali; - mantenersi aggiornati sugli sviluppi delle scienze e tecnologie; - prevedere e gestire le implicazioni delle proprie attività in termini di sostenibilità ambientale; - essere in grado di promuovere e gestire la digitalizzazione dei processi, sia nell'ambito industriale sia in quello dei servizi.

#### d) Possibili sbocchi occupazionali e professionali dei corsi della classe

I principali sbocchi occupazionali previsti per le laureate e i laureati magistrali nella classe sono quelli dell'innovazione e dello sviluppo della produzione, della progettazione avanzata, della pianificazione e della gestione di sistemi e processi, in tutti i contesti in cui l'energia elettrica gioca un ruolo rilevante. In particolare essi potranno trovare occupazione presso: aziende di progettazione e produzione di componenti, dispositivi e sistemi elettrici; aziende di produzione, trasmissione e distribuzione dell'energia elettrica; attività industriali e di servizio come: industrie produttrici di beni di largo consumo; aziende automobilistiche, aeronautiche, aerospaziali e dei trasporti; industrie produttrici di macchine e sistemi per l'automazione industriale; industrie di processo; società operanti nel campo della consulenza e delle tecnologie dell'informazione per l'utilizzo efficiente e efficace dell'energia.

#### e) Livello di conoscenza di lingue straniere in uscita dai corsi della classe

Oltre l'italiano, le laureate e i laureati nei corsi della classe devono essere in grado di utilizzare fluentemente almeno una lingua straniera, in forma scritta e orale, con riferimento anche ai lessici disciplinari.

#### f) Conoscenze e competenze richieste per l'accesso a tutti i corsi della classe

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

#### g) Caratteristiche della prova finale per tutti i corsi della classe

I corsi della classe devono prevedere una prova finale che comprenda la discussione di una tesi, redatta a valle di una importante attività di progettazione o di ricerca, che dimostri la padronanza degli argomenti sul piano teorico e applicativo, la capacità di operare in modo autonomo e capacità di comunicazione.

#### h) Attività pratiche e/o laboratoriali previste per tutti i corsi della classe

Le conoscenze sono trasmesse anche tramite esercitazioni di laboratorio e/o attività progettuali autonome o in gruppo al fine di avvicinare lo studente alla dimensione progettuale e ai contesti applicativi dell'ingegneria elettrica.

#### i) Tirocini previsti per tutti i corsi della classe

I corsi della classe possono prevedere tirocini formativi, in Italia o all'estero, presso enti o istituti di ricerca, università, laboratori, aziende e/o amministrazioni pubbliche, anche nel quadro di accordi internazionali.

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

Il corso di laurea magistrale in Ingegneria Elettrica deriva dalla trasformazione dell'omonimo corso di laurea specialistica. Rispetto al precedente corso di laurea specialistica sono state privilegiate le discipline caratterizzanti, mentre le discipline di base sono state assunte quale prerequisito ereditato dai corsi

di laurea di provenienza. I requisiti di docenza risultano ampiamente rispettati in quanto sono presenti ben 15 docenti di ruolo a fronte del minimo necessario pari a 8 determinato in base alla numerosità del corso. Anche la copertura delle discipline caratterizzanti risulta ampiamente soddisfatta. Per quanto concerne le strutture, sebbene esse risultino invariate rispetto all'ordinamento pregresso, la riduzione significativa del numero dei corsi di laurea e dei corsi di laurea magistrale ne assicura una migliore fruizione e un maggiore livello di soddisfazione.

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

L'ordinamento attuale del CdS della LM in ingegneria Elettrica del Politecnico di Bari trae origine dalle proposte e verifiche avvenute nel 2008, culminate con la consultazione del 29 gennaio 2009 con le organizzazioni rappresentative a livello locale della produzione, servizi, professioni. Tale impostazione peraltro ha trovato sostanziale conferma negli anni successivi, con successive consultazioni con le parti interessate.

Nell'ultimo anno il CdS, recependo le suggestioni dell'evoluzione tecnologica ha predisposto, con la collaborazione del Presidio della Qualità dell'Ateneo, una serie di iniziative di Ascolto delle Parti Interessate per raccogliere contributi utili all'adeguamento degli obiettivi formativi e dei contenuti dei diversi insegnamenti.

A livello di CdS, il Coordinatore e il suo vice, previa consultazione del Collegio dei Docenti di CdS, ha individuato le Parti Interessate di riferimento. In data 3 gennaio 2022 è stata avviata la consultazione degli stakeholder aziendali tramite invio di una e-mail contenente il link ad un questionario online predisposto dal Coordinatore del CdS con richiesta di manifestazione di parere sia rispetto all'effettiva utilità dell'attuale figura professionale in uscita dal CdS sia per proporre eventuali esigenze formative che possano rispondere alle richieste dell'attuale mercato del lavoro nel contesto nazionale. Nella stessa e-mail di invito il Direttore del Dipartimento di Ingegneria Elettrica e dell'Informazione e il Coordinatore del CdS hanno indicato la data del 20 gennaio 2022 alle ore 17.00, per un evento, in modalità mista (presenza - distanza), finalizzato a descrivere i presupposti e le direzioni verso le quali il CdS sta indirizzando le proprie attenzioni per la revisione del progetto formativo e i rispettivi pareri degli stakeholder. L'incontro è stato organizzato dal Coordinatore del CdS con il supporto del GdG e promosso da tutti i docenti del CdS.

All'incontro hanno partecipato le seguenti figure: il Delegato dal DISTRETTO PRODUTTIVO DELLA NUOVA ENERGIA, il presidente della Sezione Meccanica Elettrica ed Elettronica di CONFINDUSTRIA BARI BAT, il presidente dell'ASSOCIAZIONE ENERGY MANAGERS e Chair del CT58 dell'UNI "Sustainable Cities, Communities and Infrastructures", il responsabile Efficienza e Sostenibilità dei Piani di TERNA spa, un Quadro Responsabile del settore energia di RFI spa, il responsabile della centrale termoelettrica di Modugno di Sorigenia Puglia spa, l'energy manager della Bridgestone Italia Manufacturing Spa, il direttore del settore sostenibilità e sorgenti di energia di RSE Spa, un dirigente di ENIPower, il responsabile area Infrastructure & Services per la parte di sviluppi soluzioni software di SIEMENS, un OEM Sales Manager di SCHNEIDER ELECTRIC, il Responsabile Bidding & Dispatching di SORGENIA, il Global Product Manager di ENEL X, un Engineering Project Leader di ISOTTA FRASCHINI MOTORI SpA, un Power Electronics Engineer (Advanced Technologies) di MARELLI VEHICLE ELECTRIFICATION, il Responsabile sede di Valenzano del Centro Ricerche FIAT, in responsabile dello Sviluppo Progetti Finanziati di E-DISTRIBUZIONE, un ricercatore del Centro di Ricerche Europeo di Tecnologie, Design e Materiali, il responsabile del Laboratorio R&D di INGEL srl, il Responsabile Sviluppo Software e Collaudi, ENERGIFERA S.r.l., il CEO di A.U. TERA SRL, un Senior Staff Engineer presso AVIO AERO, il Direttore divisione di Business di LINKS Management and Technology SpA, il global head of sales offshore drilling, offshore wind and data centers di SIEMENS ENERGY, il HR Development Director, ELES Semiconductor Equipment, l'R&D Manager di ICAM S.r.l., il Technical Manager di LINEARBEAM srl, l'Head of Business Development & Market Analysis di EP PRODUZIONE, il Responsabile Settore ENERGIA di SERVECO S.r.l., il COING scarl, il responsabile di laboratorio R&D di INGEL srl, il Managing Director di FREE ENERGY SAVING S.r.l., il fondatore della NEXT-TAPE srl, il Presidente del Consiglio di Amministrazione presso TEKNA AUTOMAZIONE E CONTROLLO, il rappresentante legale della COOL PROJECTS S.R.L., un socio fondatore dello STUDIO TECNICO BFP, un Impiegato tecnico presso Elettromeccanica Ciaurri Srl, il Responsabile automazione/robotica della NITEKO srl.

Oltre gli stakeholder aziendali, all'evento sono stati invitati: il coordinatore della LT in Ingegneria Elettrica del Politecnico di Bari, i coordinatori dei due corsi di dottorato afferenti al DEI e il Delegato al Placement per il Politecnico di Bari.

In generale, gli stakeholder hanno espresso valutazione ampiamente positiva sulla coerenza del CdS con i fabbisogni formativi e gli sbocchi professionali attuali, evidenziando come il Corso di Laurea Magistrale identifichi figure professionali rispondenti alle esigenze del mercato del lavoro a livello nazionale e internazionale, tuttavia hanno auspicato un aggiornamento dei programmi degli insegnamenti per preparare gli studenti alle sfide e agli investimenti che coinvolgeranno il mercato del lavoro nei prossimi anni.

Occorre, tuttavia, precisare che l'attività di consultazione riportata rappresenta soltanto uno dei molti momenti di confronto costante con il territorio, che si è realizzato in diverse occasioni di incontro (seminari, convegni, interlocuzioni con le aziende che ospitano tirocinanti e tesisti, ecc.).

L'attività di revisione del CdS ha anche tenuto conto di studi e analisi di settore sul tema della transizione energetica e digitale sostenibile che hanno consentito di indirizzare opportunamente i contenuti degli insegnamenti. A solo titolo di esempio possono essere citati: Le Missioni 1 e 2 del Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza approvato il 13 luglio 2021 con Decisione di esecuzione del Consiglio Europeo (M2C2 – Energia Rinnovabile, Idrogeno, Rete e Mobilità Sostenibile/M1C2 – Digitalizzazione, Innovazione e competitività nel sistema produttivo), i contenuti del Piano Transizione 4.0 (2019-2020) del MISE, il Piano Nazionale Integrato per l'Energia e il Clima inviato il 21 gennaio 2020 alla Commissione Europea, i contenuti del piano strategico "Verso PoliBA 2023" e le tendenze del cambiamento del mercato del lavoro estratte dal report "RE-START GENERATION – Le prospettive occupazionali per donne e giovani alla luce del PNRR e le nuove competenze, tra sfide green e rivoluzione digitale" di ADECCO GROUP dell'aprile 2021.

Il Coordinatore del CdS con la collaborazione del GdG ha previsto dunque un aggiornamento dei contenuti degli insegnamenti per includere nuove tematiche legate a: transizione energetica, mobilità elettrica e sostenibilità, digitalizzazione. Uno degli spunti di riflessione emerso dalla consultazione è quello di sperimentare una maggiore interazione tra Politecnico di Bari e aziende nella erogazione della didattica che sia maggiormente professionalizzante per gli studenti. Occorre infine rendere più attrattivo il CdS poiché la domanda di lavoro supera di gran lunga la richiesta di ingegneri elettrici.

Tutto il gruppo di lavoro con il supporto del Presidio della Qualità dell'Ateneo continuerà a svolgere con frequenza annuale, incontri e consultazioni con gli stakeholder per monitorare e valutare l'efficacia del CdS e delle variazioni introdotte.

## **Vedi allegato**

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

Il Corso di Studi in Ingegneria Elettrica si propone di formare figure professionali con competenze specifiche che coprono gli ambiti della produzione, trasmissione e distribuzione dell'energia elettrica e della sua utilizzazione nei settori industriale, civile, trasporti. Questo obiettivo formativo si realizza grazie allo studio delle più moderne tecnologie di gestione e pianificazione delle reti elettriche, della conversione dell'energia, delle misure e dell'automazione.

In particolare, il Corso integra nel suo percorso formativo conoscenze e competenze relative ai sistemi energetici complessi, elettrificazione dei servizi e della mobilità con una particolare attenzione alle tematiche ambientali e della transizione energetica, alle tecnologie digitali e della automazione anche per applicazioni industriali nell'ottica di Industria 4.0.

Il laureato possederà le basi per la formazione avanzata nell'ambito dottorale e di alta formazione professionale/industriale e sarà in grado di gestire ed elaborare informazioni a fini strategici affiancando le imprese a rispondere alle sfide del mercato.

Il corso di studi prevede una didattica caratterizzata da una forte integrazione con le imprese ed enti, prevedendo attività di laboratorio, tirocini e project work e attività di inserimento nel mondo del lavoro in cui lo studente interagisce con le imprese che, sul territorio, operano in contesti di mercati innovativi al fine di rendere la didattica più rispondente alle esigenze del mercato del lavoro e migliorare il placement dei laureati in uscita.

La struttura del Corso prevede un percorso comune sviluppato prevalentemente nel I anno ma con un completamento nel II anno. Gli insegnamenti comuni sono mirati a costruire conoscenze approfondite relative alle reti elettriche, alle tecniche di misura per la caratterizzazione sperimentale dei sistemi elettrici, ai fondamenti dei sistemi elettrici di potenza e degli azionamenti elettrici. Nella restante parte del I anno e in gran parte nel II anno, il percorso formativo prevede un paniere di insegnamenti mirati a ulteriori approfondimenti nelle aree disciplinari caratterizzanti dell'ingegneria elettrica e in diversi settori complementari dell'ingegneria onde favorire la trasversalità della figura professionale dell'ingegnere elettrico. Per garantire un percorso organico e armonioso ed orientare gli studenti nella scelta, le attività formative sono suddivise nei seguenti ambiti disciplinari:

Progettazione avanzata e sostenibile dei sistemi elettrici

Si intende fornire conoscenze e sviluppare capacità di progettazione degli impianti e della integrazione dei sistemi elettrici con altri impianti sulla base delle normative di settore e dei sistemi di misura e controllo per l'automazione secondo i diversi standard internazionali. Le competenze sviluppate spaziano dai moderni metodi di dimensionamento e di progettazione assistita, ecodesign, verifica ed efficientamento energetico, alla capacità di scegliere e progettare il sistema di alimentazione più adatto ad ogni applicazione con le relative tecniche di controllo, alla conoscenza operativa dei sistemi di comunicazione, automazione e supervisione e controllo, alla qualità del servizio elettrico e nei diversi ambiti della domotica, dei servizi e dell'industria, con particolare riguardo agli standard industriali noti come Industria 4.0. La preparazione si completa con le conoscenze degli aspetti autorizzativi nella pianificazione e realizzazione di impianti complessi.

**Infrastrutture per la trasmissione e distribuzione dell'energia elettrica e Smart Grid**

Le competenze che si sviluppano nei settori della produzione, trasmissione, distribuzione e utilizzazione dell'energia elettrica sono inquadrare nelle nuove prospettive della liberalizzazione del mercato elettrico. Le attività formative avranno l'obiettivo di preparare alla gestione dei sistemi elettrici e alla integrazione di generazione centralizzata e distribuita da fonti rinnovabili nelle reti di trasmissione e distribuzione secondo i paradigmi delle Smart Grid. Sono inoltre presentati gli aspetti di pianificazione delle reti con particolare riferimento agli aspetti regolatori ed all'approccio cosiddetto output-based per i sistemi di trasmissione e distribuzione dell'energia elettrica. Quanto all'utilizzazione, si propongono competenze e tematiche legate ai nuovi assetti regolatori sulla flessibilità della domanda, alla digitalizzazione delle infrastrutture, ai protocolli di comunicazione per un uso più efficiente dei sistemi elettrici, e alle conoscenze dei sistemi di accumulo.

**Transizione energetica e mobilità elettrica**

Vengono approfondite le tematiche associate alla mobilità elettrica, all'elettrificazione dei servizi con riferimento al ruolo strategico dell'energia elettrica nel processo di decarbonizzazione e della cosiddetta Clean Electrification. Le attività formative forniranno conoscenze e competenze nei vari ambiti coinvolti dall'elettrificazione del sistema energetico quali il settore dei trasporti, l'edilizia e l'efficientamento energetico degli edifici, l'utilizzo delle fonti rinnovabili e relativa integrazione negli usi finali e flessibilità della domanda elettrica anche tramite local energy community, economia e management della transizione energetica, gestione e uso combinato di vettori energetici diversi da quello elettrico (calore, gas, idrogeno, etc), sector coupling, energy hub.

Il percorso formativo si completa con insegnamenti a scelta libera e ulteriori attività formative e di inserimento nel mondo del lavoro che possono includere un tirocinio formativo curriculare.

Il tirocinio curriculare consente allo studente la comprensione dei legami tra teoria e pratica professionale e l'integrazione tra le conoscenze teoriche, acquisite nel Corso e le applicazioni concrete nella prassi professionale; l'apprendimento di procedure e metodologie tipiche della professione di ingegnere; la progressiva acquisizione, sotto la stretta supervisione del tutor, di competenze relative al ruolo professionale, in relazione ai differenti contesti di lavoro in cui operano gli ingegneri nelle diverse specifiche discipline. Il tirocinante potrà realizzare la sua esperienza pratica in diverse strutture (pubbliche o private), compresi i laboratori dell'Ateneo, nelle quali si realizzano attività di progettazione, produzione, implementazione, misure e controlli, diagnostica in ambito civile, industriale, e dell'automazione.

La prova finale fornisce allo studente un'ulteriore opportunità di approfondimento e di verifica delle capacità di analisi ed elaborazione delle competenze maturate e del lavoro svolto mettendo in evidenza le abilità acquisite relative al pensiero critico e alla comunicazione efficace sia scritta che parlata, applicata alle conoscenze tecniche ed alla loro divulgazione e comprensione generale.

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

Le attività nei settori affini ed integrativi assumono un valore particolarmente rilevante nella formazione del futuro ingegnere elettrico che è chiamato ad operare in un contesto in continua evoluzione, che vede l'energia elettrica come driver dello sviluppo tecnologico e sostenibile dei sistemi di produzione di beni e servizi.

I settori affini riguarderanno diversi ambiti:

ambito ingegneria industriale: il laureato potrà acquisire conoscenze e competenze sulla produzione, utilizzo e gestione dei diversi vettori energetici che, tramite i processi di conversione, contribuiscono al soddisfacimento del fabbisogno di energia dei sistemi industrializzati in ottica di eco-compatibilità e sostenibilità; inoltre, integrerà la formazione con le conoscenze relative agli aspetti organizzativi gestionali ed economici con particolare riferimento al mercato dell'energia elettrica;

ambito ingegneria dell'informazione: il laureato magistrale potrà acquisire conoscenze e competenze relative ai metodi di monitoraggio e controllo di sistemi elettrici e all'integrazione con tecnologie digitali e di telecomunicazioni a supporto della gestione efficiente e sicura dell'intera filiera dell'energia elettrica;

ambito ingegneria civile ambientale: l'ingegnere magistrale potrà acquisire conoscenze e competenze sulla progettazione di infrastrutture asservite alle installazioni energetiche e sui relativi processi di valutazione degli impatti ambientali e delle normative nazionali e internazionali di autorizzazione; inoltre, il laureato potrà acquisire conoscenze e competenze relative alla gestione dei trasporti e alle tecnologie a supporto della mobilità sostenibile.

### **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)**

Costituiscono conoscenze trasversali quelle acquisite attraverso l'offerta di panieri di insegnamenti negli ambiti caratterizzanti e affini che integreranno la formazione dello studente nell'ottica della flessibilità e interdisciplinarietà del profilo professionale in uscita. In particolare, le conoscenze trasversali sono quelle relative a:

- Criteri e norme tecniche per la progettazione integrata di impianti complessi
- procedure di autorizzazione e pianificazione
- integrazione di generazione centralizzata e distribuita da fonti rinnovabili nelle reti di trasmissione e distribuzione secondo i paradigmi delle Smart Grid.
- Regolamentazione della produzione, trasmissione ed utilizzazione dell'energia elettrica
- pianificazione delle reti con particolare riferimento agli assetti regolatori sulla flessibilità della domanda,
- digitalizzazione delle infrastrutture e dei protocolli di comunicazione.
- Principi di funzionamento dei sistemi di accumulo.
- Pianificazione ed esercizio di reti elettriche complesse
- Funzionamento di macchine e azionamenti per il settore della mobilità elettrica
- economia e management della transizione energetica
- gestione e uso combinato di vettori energetici diversi da quello elettrico (calore, gas, idrogeno, etc), sector coupling, energy hub.
- Proprietà fisiche dei materiali innovativi per le applicazioni dell'ingegneria elettrica
- Automazione, supervisione e controllo di sistemi elettrici
- elettrificazione dei settori dei trasporti, dell'edilizia ed efficientamento energetico degli edifici,
- utilizzo delle fonti rinnovabili e relativa integrazione negli usi finali e flessibilità della domanda elettrica anche tramite local energy community.

Le conoscenze acquisite permettono allo studente di comprendere la letteratura tecnica e scientifica specialistica dei settori sopra elencati distinguendo aspetti innovativi da soluzioni note sapendo contribuire all'innovazione delle imprese per cui lavorano. Inoltre, consentono di correlare gli aspetti di progettazione e gestione tecnica con le implicazioni, ambientali ed economiche in situazioni complesse.

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

Le attività formative presenti consentono allo studente di utilizzare le tecniche e gli strumenti per la soluzione di problemi sia ordinari che complessi dell'Ingegneria Elettrica. In particolare, il percorso permette di sviluppare capacità di applicare conoscenza e comprensione relativamente a:

- Modellazione matematica di sistemi elettrici mediante domini trasformati
- Analisi di segnali mediante tecniche nel dominio del tempo e della frequenza
- Caratterizzazione sperimentale di componenti/sistemi elettrici ed elaborazione dati
- Valutazione dell'impatto della presenza di sorgenti distribuite (fonti rinnovabili)
- Progettazione di sistemi di produzione da energia rinnovabile, accumulo e di ricarica elettrica
- Progettazione assistita di impianti ed ecodesign
- Progettazione sistemi di automazione, supervisione e controllo
- Efficientamento energetico di edifici
- Diagnostica di problemi tramite procedure e prove ottenendo informazioni affidabili da sensori e strumenti

- Monitoraggio della qualità del servizio elettrico
- Scelta di sistemi di alimentazione e conversione dell'energia
- Utilizzo di sistemi di comunicazione locale e remota e standard industriali
- Seguire un iter autorizzativo in fase di pianificazione e realizzazione di impianti complessi
- Progettazione di macchine, convertitori e azionamenti per la e-mobility
- Pianificazione del revamping di impianti verso la ecosostenibilità
- Gestione degli impianti con la presenza di più fonti energetiche ottimizzandone i flussi.

Il modello formativo adottato permette, sfruttando una didattica multidisciplinare, di sviluppare capacità di lavorare in gruppo, stimola la capacità di elaborazione autonoma e di comunicazione dei risultati del lavoro svolto, traendo vantaggio dalla sistematica interazione tra attività frontali, laboratoriali e seminariali con visiting professor ed esperti del mondo industriale.

La verifica dei risultati di apprendimento attesi avviene mediante, prove scritte, colloqui orali, e relazioni di laboratorio.

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

Lo studente acquisirà la capacità di progettare sistemi che integrino diverse tecnologie, sarà in grado di condurre indagini analitiche utilizzando modelli pertinenti e predisponendo sistemi di monitoraggio e controllo anche complessi. Saprà valutare criticamente i risultati ottenuti ed elaborarli per ottenere indici e informazioni esaustive a supporto delle decisioni, presentare delle conclusioni oggettive e formulare previsioni.

Lo studente avrà la capacità di selezionare nuovi materiali e tecnologie presenti sul mercato per i diversi settori dell'ingegneria elettrica.

Acquisirà inoltre la capacità di integrare le informazioni provenienti sia dal contesto lavorativo che da fonti esterne.

Sarà in grado di pianificare strategie aziendali e formulare giudizi critici su obiettivi da raggiungere.

Le predette competenze sono conseguite tramite attività didattiche caratterizzanti la classe di laurea e affini che prevedono il costante coinvolgimento dello studente attraverso project work, attività laboratoriali, seminari, approfondimenti individuali e di gruppo che stimolano lo spirito critico e la propensione a sviluppare percorsi di approfondimento.

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

Lo studente saprà comunicare in maniera efficace risultati, ipotesi, problemi e soluzioni scegliendo gli strumenti più idonei. Avrà la Capacità di comunicare, comprendere e redigere testi e relazioni in italiano e inglese con linguaggio tecnico appropriato.

Il Corso favorisce lo sviluppo di competenze comunicative e di gestione delle informazioni, grazie a specifiche attività: esercitazioni, lavori di gruppo, presentazione e discussione collettiva di casi di studio con supporti multimediali e di software specialistici.

Il metodo didattico degli insegnamenti dedica particolare attenzione alle modalità di restituzione di conoscenze e competenze che, unitamente allo sviluppo delle abilità informatiche e digitali, facilitano il processo di comunicazione efficace e il trasferimento delle informazioni.

I lavori di gruppo e le attività laboratoriali mirano a fornire anche competenze di concertazione stimolando atteggiamenti collaborativi e logiche di rete al fine di favorire dialogo all'interno delle organizzazioni di cui faranno parte.

I laureati sono in grado di interloquire con i portatori di interesse coinvolti nelle attività connesse alla filiera dell'ingegneria elettrica interagendo con professionisti in discipline diverse e con differente livello di preparazione.

Il bagaglio di competenze comunicative è necessariamente arricchito dalla capacità di esprimersi correttamente in lingua inglese oltre che in italiano per poter affrontare attività lavorative con partner internazionali.

Le abilità nella comunicazione sono incoraggiate dalla modalità di valutazione adottata in molti insegnamenti e nella prova finale che prevedono presentazioni e dissertazioni scritte, orali e multimediali.

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

Il corso è finalizzato a fornire al laureato magistrale in ingegneria elettrica una capacità di apprendimento che gli consenta di affrontare in modo efficace le mutevoli problematiche lavorative connesse con l'innovazione tecnologica (con riferimento alla transizione energetica e alla digitalizzazione dell'industria e dei servizi) e con i mutamenti del sistema economico e produttivo legati ai concetti di sostenibilità e sicurezza. Lo studente sarà in grado di utilizzare in maniera adeguata, strumenti, fonti di informazione e metodi (elaborazione, validazione e digitalizzazione delle informazioni) appresi nei diversi insegnamenti.

In tal modo, lo studente avrà la capacità di adattare di volta in volta, le competenze acquisite, al diverso contesto applicativo in cui si troverà ad operare.

Il percorso formativo è tale da incoraggiare costantemente l'atteggiamento proattivo dello studente che rafforza e struttura la capacità di apprendere attraverso il problem-solving e l'apprendimento cooperativo. Gli strumenti di acquisizione ed elaborazione delle informazioni, le abilità conseguite nella gestione delle fonti e dei dati, la capacità di verificarne l'attendibilità e il valore, rappresentano gli strumenti che il laureato ha a disposizione per aggiornare costantemente i propri saperi e potenziare le proprie abilità.

### **Conoscenze richieste per l'accesso (DM 270/04, art 6, comma 1 e 2)**

Possono accedere al corso di laurea Magistrale in Ingegneria Elettrica tutti coloro che hanno conseguito: una Laurea di I livello in Ingegneria nella Classi di Laurea L-7 (Ingegneria Civile e Ambientale), L-8 (Ingegneria dell'Informazione), L-9 (Ingegneria Industriale); ovvero una laurea di I livello nelle classi di laurea equipollenti a quelle elencate sopra ex DM 509/99; ovvero un titolo di studio conseguito all'estero riconosciuto idoneo.

Possono accedere senza alcuna integrazione i laureati della classe L-9 purchè abbiano acquisito almeno 6 CFU di materie caratterizzanti (ING-IND/31, ING-IND/32, ING-IND/33, ING-INF/07).

I laureati nelle altre classi sopra elencate devono essere in possesso dei seguenti requisiti curriculari minimi:

- 36 CFU tra le attività formative di base, i cui insiemi di SSD saranno specificati nel Regolamento Didattico.

- 18 CFU tra attività formative caratterizzanti (ING-IND/31, ING-IND/32, ING-IND/33, ING-INF/07) e affini, i cui insiemi di SSD saranno specificati nel Regolamento Didattico, di cui almeno 6 CFU caratterizzanti;

- della conoscenza certificata della lingua inglese almeno di livello B2, come definito dal Quadro comune europeo di riferimento per la conoscenza delle lingue (QCER).

Qualora non siano soddisfatti i requisiti curriculari, il candidato potrà immatricolarsi alla Laurea Magistrale dopo avere dimostrato il conseguimento delle integrazioni curriculari prescritte, che potranno essere soddisfatte anche attraverso l'iscrizione a corsi singoli.

Il Regolamento didattico del corso di Laurea Magistrale in ingegneria Elettrica indica le modalità di verifica del possesso dei requisiti curriculari e della adeguatezza della personale preparazione, anche con riferimento alla conoscenza della lingua inglese.

### **Caratteristiche della prova finale (DM 270/04, art 11, comma 3-d)**

Stesura e discussione di un elaborato originale di natura teorica, sperimentale o progettuale, atto ad evidenziare la sicura conoscenza della materia trattata, la capacità comunicativa e l'autonomo contributo del candidato.

L'elaborato viene svolto sotto la guida di un relatore, eventualmente a seguito di un periodo di tirocinio.

**Sbocchi occupazionali e professionali previsti per i laureati****Ingegnere Elettrico Magistrale (Ingegneri elettrotecnici e dell'automazione industriale - (2.2.1.3.0))****funzione in un contesto di lavoro:**

L'Ingegnere Elettrico Magistrale possiede un bagaglio di conoscenze ad ampio spettro, necessario ad affrontare le sfide sempre più impegnative del mondo del lavoro e della ricerca, non solo negli ambiti classici della progettazione di sistemi di produzione, trasmissione e distribuzione dell'energia elettrica, ma anche in gestione di applicazioni ad alto contenuto tecnologico in ambito: industriale, domestico e dei servizi, padroneggiando anche le tecniche di misura e di diagnostica su componenti e sistemi nonché di progettazione di azionamenti elettrici e sistemi elettronici di potenza, per l'automazione nell'industria 4.0. I nuovi paradigmi della trasformazione digitale, la decarbonizzazione e la resilienza delle reti stanno rimodellando le infrastrutture nonché i settori produttivi, dei servizi e regolatori; dunque le competenze digitali acquisite trasversalmente a quelle caratterizzanti permetteranno ai laureati di rispondere a queste sfide in ottica di sostenibilità. Le figure in uscita saranno in grado di affiancare team leader o project manager nella progettazione, gestione e manutenzione di realtà complesse e innovative riuscendo ad acquisire velocemente autonomia decisionale.

**competenze associate alla funzione:**

L'ingegnere elettrico magistrale deve saper:

- svolgere e gestire attività di progettazione anche complesse;
- promuovere, sviluppare e gestire sistemi innovativi o ad alto contenuto tecnologico;
- progettare e verificare: struttura, controllo e protezioni delle reti di distribuzione e trasmissione;
- integrare e gestire fonti energetiche rinnovabili e sistemi di accumulo di energia elettrica;
- migliorare l'efficienza dei sistemi elettrici;
- progettare sistemi di produzione e di conversione dell'energia elettrica tenendo conto degli aspetti infrastrutturali, energetici, elettromeccanici e sicurezza;
- progettare, gestire e collaudare infrastrutture elettriche a supporto della E-Mobility
- dimensionare e verificare i componenti elettrici;
- scegliere e progettare il sistema di azionamento e di alimentazione più adatto ad ogni applicazione, con le relative tecniche di controllo;
- applicare i più avanzati sistemi di misura, automazione e supervisione, nei diversi ambiti dell'industria, della generazione distribuita, della domotica e dei servizi.
- applicare modelli di acquisizione elaborazione e gestione dei dati e informazioni provenienti da sensori e strumenti e prendere decisioni diagnostiche e prognostiche in contesti diversi.

**sbocchi occupazionali:**

L'attività lavorativa di un Ingegnere Elettrico si svolge principalmente in uno (o più) dei seguenti ambiti:

- industrie per la produzione di apparecchiature, macchinari elettrici e sistemi elettronici di potenza;
- industrie per l'automazione industriale e la robotica;
- imprese ed enti per la produzione, trasmissione e distribuzione dell'energia elettrica (pianificazione ed esercizio);
- imprese ed enti per la progettazione, la realizzazione e l'esercizio dei sistemi elettrici di trasporto;
- imprese per la produzione e gestione di beni e servizi automatizzati;
- società e consorzi per la compravendita dell'energia elettrica
- organismi di regolazione del settore elettrico a livello nazionale e internazionale;
- laboratori metrologici, di prova o di R&D presso aziende, istituti di ricerca o organismi notificati e di certificazione di prodotto.
- uffici pubblica amministrazione previo superamento di concorso.
- studi professionali, previo superamento dell'Esame di Stato e iscrizione alla Sezione A dell'Albo Professionale dell'Ordine degli Ingegneri della provincia di residenza.
- corso di Dottorato di Ricerca presso Università o Enti di Ricerca previo superamento del relativo concorso di ammissione.

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

- Ingegneri elettrotecnici e dell'automazione industriale - (2.2.1.3.0)

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

- ingegnere industriale (previo superamento dell'esame di abilitazione alla professione di ingegnere)

**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 c.2.**

**Attività caratterizzanti**

ambito disciplinare	settore	CFU		minimo da D.M. per l'ambito
		min	max	
Ingegneria elettrica	ING-IND/31 Elettrotecnica ING-IND/32 Convertitori, macchine e azionamenti elettrici ING-IND/33 Sistemi elettrici per l'energia ING-INF/07 Misure elettriche e elettroniche	60	72	-
<b>Minimo di crediti riservati dall'ateneo minimo da D.M. 45:</b>		60		

<b>Totale Attività Caratterizzanti</b>	60 - 72
--	---------

**Attività affini**

ambito disciplinare	CFU		minimo da D.M. per l'ambito
	min	max	
Attività formative affini o integrative	18	30	12

<b>Totale Attività Affini</b>	18 - 30
-------------------------------	---------

**Altre attività**

ambito disciplinare	CFU min	CFU max	
A scelta dello studente	12	15	
Per la prova finale	12	24	
Ulteriori attività formative (art. 10, comma 5, lettera d)	Ulteriori conoscenze linguistiche	0	3
	Abilità informatiche e telematiche	0	6
	Tirocini formativi e di orientamento	0	6
	Altre conoscenze utili per l'inserimento nel mondo del lavoro	0	6
Minimo di crediti riservati dall'ateneo alle Attività art. 10, comma 5 lett. d		6	
Per stages e tirocini presso imprese, enti pubblici o privati, ordini professionali	0	6	

<b>Totale Altre Attività</b>	30 - 66
------------------------------	---------

**Riepilogo CFU**

<b>CFU totali per il conseguimento del titolo</b>	<b>120</b>
<b>Range CFU totali del corso</b>	108 - 168

**Note attività affini (o Motivazioni dell'inserimento nelle attività affini di settori previsti dalla classe)**

**Note relative alle altre attività**

**Note relative alle attività caratterizzanti**