

## **RAD LM Electrical Engineering (ex Ingegneria dell'Energia Elettrica)**

<b>Università</b>	Università degli Studi di PADOVA
<b>Classe</b>	LM-28 - Ingegneria elettrica
<b>Nome del corso in italiano</b>	Ingegneria Elettrica (ex Ingegneria dell'energia elettrica)
<b>Nome del corso in inglese</b>	Electrical Engineering (ex Electrical energy Engineering)
<b>Lingua in cui si tiene il corso</b>	Inglese
<b>Codice interno all'ateneo del corso</b>	IN1979
<b>Data del DM di approvazione dell'ordinamento didattico</b>	13/03/2014
<b>Data del DR di emanazione dell'ordinamento didattico</b>	27/03/2014
<b>Data di approvazione della struttura didattica</b>	11/12/2013
<b>Data di approvazione del senato accademico/consiglio di amministrazione</b>	03/02/2014
<b>Data della consultazione con le organizzazioni rappresentative a livello locale della produzione, servizi, professioni</b>	26/11/2007
<b>Data del parere favorevole del Comitato regionale di Coordinamento</b>	
<b>Modalità di svolgimento</b>	a. Corso di studio convenzionale
<b>Eventuale indirizzo internet del corso di laurea</b>	<a href="http://didattica.unipd.it/offerta/2013/IN/IN1979/2013">http://didattica.unipd.it/offerta/2013/IN/IN1979/2013</a>
<b>Dipartimento di riferimento ai fini amministrativi</b>	INGEGNERIA INDUSTRIALE - DII
<b>EX facoltà di riferimento ai fini amministrativi</b>	
<b>Massimo numero di crediti riconoscibili</b>	0 DM 16/3/2007 Art 4 Nota 1063 del 29/04/2011

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

I laureati nei corsi di laurea magistrale della classe devono:

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

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

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

I principali sbocchi occupazionali previsti dai corsi di laurea magistrale della classe sono quelli dell'innovazione e dello sviluppo della produzione, della progettazione avanzata, della pianificazione e della programmazione, della gestione di sistemi complessi, sia nella libera professione sia nelle imprese manifatturiere o di servizi che nelle amministrazioni pubbliche. I laureati magistrali potranno trovare occupazione presso industrie per la produzione di apparecchiature e macchinari elettrici e sistemi elettronici di potenza, per l'automazione industriale e la robotica; imprese ed enti per la produzione, trasmissione e distribuzione dell'energia elettrica; imprese ed enti per la progettazione, la pianificazione, l'esercizio e il controllo di sistemi elettrici per l'energia e di impianti e reti per i sistemi elettrici di trasporto e per la produzione e gestione di beni e servizi automatizzati.

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

### **Criteri seguiti nella trasformazione del corso da ordinamento 509 a 270 (DM 31 ottobre 2007, n.544, allegato C)**

Il corso di studio proposto in Ingegneria elettrica è la trasformazione dell'attuale corso specialistico di Ingegneria Elettrotecnica e completa la formazione nell'area disciplinare, attivata con la Laurea di primo livello in Ingegneria dell'energia.

Oltre al cambio di nome (che trova una corrispondenza in diverse altre sedi universitarie italiane) il passaggio dall'ordinamento previsto dal D.M.509 a quello previsto dal D.M. 270 ha dato la possibilità di ritoccare la struttura del corso conferendo una maggiore articolazione delle materie specialistiche e la diversificazione del percorso formativo su tre orientamenti che meglio esprimono le competenze scientifico-professionali che vengono fornite.

Tenendo presente che la richiesta di ingegneri elettrici da parte delle imprese italiane è notevolmente superiore al numero di laureati disponibili si è cercato di migliorare la comprensione delle finalità di questo corso e quindi di consentire una maggiore attrattività nei

confronti degli studenti che al momento della scelta non vedono chiaramente il collegamento tra il percorso formativo e lo sbocco professionale.

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

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

La riprogettazione si è basata su un'attenta analisi del pregresso ed è stata finalizzata a completare il percorso formativo di quanti hanno conseguito la Laurea in "Ingegneria dell'Energia" e vogliono conseguire la preparazione nei settori specialistici tradizionalmente di competenza dell'ingegnere elettrotecnico, per i quali in Facoltà esiste una lunga ed affermata tradizione. Poiché con l'attuale articolazione metodi e tecniche di base sono concentrate al primo livello, nella Laurea Magistrale allo studente vengono offerte maggiori possibilità di approfondimenti specialistici in settori rilevanti dal punto di vista applicativo (elettromeccanico, impiantistico, economico-energetico, tecnologico, degli azionamenti elettrici).

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

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

Sono stati avviati incontri con i Presidenti degli Ordini degli Ingegneri del Veneto.

Nell'incontro del 26 Novembre 2007 sono stati illustrati, brevemente, i criteri e le linee guida che la Facoltà ha seguito nel (ri-)progettare e nel proporre i nuovi corsi di laurea e di laurea magistrale ex DM 270/04. Nel presentare tutta l'offerta formativa l'attenzione si è focalizzata principalmente nei corsi di laurea dell'area industriale. L'Ordine richiede alla Facoltà una maggiore attenzione nella formazione dell'ingegnere agli aspetti gestionali e manageriali.

#### **Quadro A2.a – Profilo professionale e sbocchi occupazionali e professionali previsti per i laureati**

Ingegnere Elettrico

#### **Funzione in un contesto di lavoro**

Obiettivo principale del Corso di Studi è formare un ingegnere capace di operare con funzioni direttive o di ricerca e sviluppo nell'ambito di tutte le attività produttive e di servizi connesse alla generazione, trasmissione ed utilizzo dell'energia elettrica e in quello vastissimo industriale/professionale relativo a tutte le applicazioni in cui sono richieste specifiche competenze per poter veicolare ed utilizzare l'energia elettrica in modo sicuro, efficace ed efficiente.

Si vuole formare un tecnico di alta qualifica nel settore elettrico in grado di occuparsi, ad esempio, di:

- progettazione e supervisione alla realizzazione di macchine elettriche (trasformatori, generatori o motori) ed azionamenti elettrici (componenti elettromeccanica, elettronica di potenza, sensoristica, e controllo)
- progettazione e supervisione alla realizzazione di impianti (o di parti di impianto) per la distribuzione di energia elettrica in ambito industriale, civile o nel settore dei trasporti
- progettazione e supervisione alla realizzazione e gestione operativa di sistemi di generazione, accumulo e conversione dell'energia elettrica sia da fonti convenzionali che da fonti rinnovabili (centrali elettriche, parchi fotovoltaici ed eolici, ecc.) e di sistemi di trasmissione dell'energia elettrica (stazioni, linee aeree e in cavo, sistemi di protezione, dispositivi di misura).
- progettazione e supervisione alla produzione della componente elettromeccanica, elettronica, sensoristica e di controllo di veicoli elettrici e di sistemi per il trasporto ferroviario e/o metropolitano
- analisi tecnico/economica ed ottimizzazione dal punto di vista energetico e nella gestione di processi industriali e di servizi di alimentazione di utenze elettriche e più in generale per la fornitura di energia in varie forme
- ricerca e sviluppo in centri di ricerca specializzati su tematiche legate a fonti energetiche innovative (e.g., componenti e sistemi elettrici per la fusione termonucleare, processi per la produzione di celle fotovoltaiche, micro e nanodispositivi elettromagnetici), alla compatibilità elettromagnetica, alla tecnica delle alte tensioni ed ai dispositivi di illuminazione

\*\*\*

The master's degree trains professionals capable of operating with functions of management or research and development in the context of all production and service activities related to the generation, transmission, and use of electrical energy and in the very broad industrial/professional context related to all applications which require specific skills to be able to convey and use electrical energy safely, effectively, and efficiently.

The aim is to train a high-skilled technician in the electrical sector who can, for example, deal with:

- design and construction supervision of electrical machines (transformers, generators, or motors) and electrical drives (electromechanical components, power electronics, sensors, and control)
- design and supervision to the realization of plants (or plant parts) for the distribution of electric power in industrial, civil, or transportation sectors
- design and supervision to implementation and operational management of systems for the generation, storage, and conversion of electrical energy from both conventional and renewable sources (power plants, photovoltaic and wind farms, etc.) and electrical power transmission systems (stations, overhead and cable lines, protection systems, measurement devices)
- design and production supervision of the electromechanical, electronic, sensor and control component of electric vehicles and systems for rail and/or metro transport

- technical/economic analysis and optimization from the point of view of energy and in the management of industrial processes and power utilities and more generally for the supply of energy in various forms
- research and development in specialized research centers on topics related to innovative energy sources (e.g., electrical components and systems for thermonuclear fusion, processes for the production of photovoltaic cells, electromagnetic micro- and nanodevices), electromagnetic compatibility, high-voltage technology, and lighting devices

### **Competenze associate alla funzione:**

Per svolgere efficacemente le funzioni sopraelencate l'ingegnere elettrico deve:

- avere nozioni di base di matematica, fisica, chimica, materiali, controllo e automazione
- conoscere metodologie e strumenti per la progettazione e la produzione di componenti e sistemi elettrici complessi
- conoscere i contesti aziendali e la cultura d'impresa nei suoi aspetti economici, gestionali e organizzativi
- essere capace di reperire, analizzare ed integrare i dati relativi a vari aspetti di un problema, non solo di natura elettrica ma più in generale di tipo fisico/chimico, ambientale, economico, normativo, ecc.
- essere capace di definire modelli e/o procedure di calcolo con l'ausilio di vari strumenti informatici per lo studio di singoli elementi come pure di sistemi complessi
- essere capace di elaborare soluzioni progettuali ovvero strumenti gestionali applicabili a vari aspetti del suo ambito professionale
- sovrintendere all'esecuzione di progetti ed alla gestione di sistemi e processi industriali nel settore energetico
- avere capacità relazionali e decisionali, in particolare saper lavorare in gruppo
- essere capace di comunicare efficacemente, in forma scritta e orale, anche in lingua inglese
- possedere gli strumenti cognitivi di base per l'aggiornamento continuo delle proprie conoscenze

\*\*\*

To effectively perform the functions listed above, the electrical engineer must:

- have basic knowledge of mathematics, physics, chemistry, materials, control and automation
- know methodologies and tools for the design and production of complex electrical components, and systems
- know business contexts and business culture in its economic, managerial, and organizational aspects
- be able to retrieve, analyze and integrate data related to various aspects of a problem, not only electrical in nature (e.g., physical, chemical, environmental, economic, regulatory, etc.)
- be able to define models and/or computational procedures with the aid of various computer tools for the study of individual elements as well as complex systems, and to develop design solutions or management tools applicable to various aspects of her/his professional field
- oversee the execution of projects and management of industrial systems and processes in the energy sector
- have interpersonal and decision-making skills, particularly being able to work in a team
- be able to communicate effectively, in written and oral form, including in English
- possess the basic cognitive tools for continuous updating of their knowledge

### **Sbocchi occupazionali:**

I principali sbocchi occupazionali sono quelli nel campo della progettazione e supervisione alla realizzazione di componenti e sistemi elettrici, della gestione operativa di impianti e sistemi elettrici complessi, sia nella libera professione, che nelle imprese manifatturiere o di servizi, nelle amministrazioni pubbliche, ed enti di ricerca.

I laureati magistrali potranno trovare occupazione presso:

- Industrie del settore elettromeccanico, della componentistica elettrica, delle applicazioni di elettronica di potenza e di automazione industriale
- Industrie manifatturiere non elettriche in cui sono presenti processi connessi all'utilizzo dell'energia elettrica anche con l'integrazione di generazione da fonti rinnovabili, di sistemi di cogenerazione e di sistemi di accumulo energetico
- Enti pubblici e privati per la gestione dei sistemi, delle reti e dei dispositivi di generazione elettrica sia convenzionali che innovativi, a livello locale, regionale, nazionale, e internazionale
- Società di engineering, consulenza e studi professionali per la progettazione e la gestione di sistemi e processi nel settore dell'energia, dell'automazione e della comunicazione
- Università ed enti di ricerca del settore elettrico ed energetico a livello nazionale ed internazionale

\*\*\*

The main employment opportunities are in the field of design and supervision to the realization of electrical systems and components, management of complex electrical plants and systems, both in consulting firms, and in manufacturing or service companies, in public administrations, and research institutions.

Master's graduates will be able to find employment in industries in the following sectors:

- Electromechanical, electrical components, power electronics applications and industrial automation
- Manufacturing industries in non-electrical sectors in which there are processes related to the use of electrical energy, including the integration of generation from renewable sources, cogeneration systems and energy storage systems
- Public and private entities for the management of electrical generation systems, networks and devices, both conventional and innovative, at local, regional, national, and international level
- Engineering, consulting and professional firms for the design and management of systems and processes in the field of energy, automation, and communication
- Universities and research institutions in the electrical and energy sector at national and international levels

## **Quadro A2.b – Il corso prepara alla professione di (codifiche ISTAT)**

Ingegneri elettrotecnici e dell'automazione industriale - (2.2.1.3.0)

## **Quadro A3.a – Conoscenze richieste per l'accesso**

Le conoscenze richieste per l'accesso sono indicate nel regolamento didattico del corso di studio (allegato n. 4 "Syllabus delle conoscenze, competenze e abilità richieste per l'accesso al corso di laurea magistrale").

I requisiti minimi di accesso e le modalità di verifica della personale preparazione sono indicati nell'Art. 2 del regolamento didattico del corso di studio. In particolare, sono richiesti:

1. il possesso della laurea o del diploma universitario di durata triennale o di altro titolo di studio conseguito in Italia o all'estero e riconosciuto idoneo in base alla normativa vigente.
2. adeguate conoscenze nelle discipline scientifiche di base e nelle discipline dell'ingegneria, propedeutiche a quelle caratterizzanti previste per la classe di Laurea Magistrale LM-28; in particolare è necessario aver conseguito CFU nei seguenti due gruppi di SSD:
  - o Gruppo 1: MAT/02, MAT/03, MAT/05, MAT/08, FIS/01, ING-INF/04, ING-INF/05, INF/01
  - o Gruppo 2: ING-IND/31, ING-IND/32, ING-IND/33, ING-INF/07
3. un'adeguata conoscenza della lingua inglese equivalente almeno a "Upper Intermediate Independent User" (livello B2) del quadro di riferimento CEFR.

Il regolamento didattico fissa un voto di laurea minimo come primo criterio per la verifica della preparazione dello studente.

\*\*\*

The academic regulations define the minimum requirements to access the master's degree in electrical engineering (Attachment n. 4 "Syllabus of knowledge, skills and abilities required for accessing the master's degree").

The minimum entry requirements and the way to assess personal preparation are indicated in Art. 2 of the Didactic Regulations of the course. They include:

1. Possession of a three-year university degree or diploma or other qualification obtained in Italy or abroad and recognized as suitable under current legislation.
1. Adequate knowledge in the basic scientific disciplines and in the engineering disciplines, preparatory to the characterizing ones foreseen for the LM-28 master's degree class; it is necessary to have earned CFU in the following two SSD groups:
  - o Group 1: MAT/02, MAT/03, MAT/05, MAT/08, FIS/01, ING-INF/04, ING-INF/05, INF/01
  - o Group 2: ING-IND/31, ING-IND/32, ING-IND/33, ING-INF/07
2. Adequate knowledge of the English language equivalent at least to "Upper Intermediate Independent User" (level B2) of the CEFR reference framework.

The academic regulations establish a minimum grade in the first cycle degree as a first criterion to verify the student's preparation.

## **Quadro A4.a – Obiettivi formativi specifici del corso e descrizione del percorso formativo**

### **Obiettivi formativi specifici del corso**

Il Corso di Laurea Magistrale in Electrical Engineering ha lo scopo di formare una figura professionale in grado di operare con elevato livello di progettualità e di responsabilità nei moderni processi di produzione, distribuzione e utilizzazione dell'energia elettrica (anche con riferimento alle problematiche della sua conversione e del suo controllo), nelle imprese del settore elettrico che producono apparecchiature e sistemi elettrici o elettronici e in tutte quelle attività industriali e di servizio, anche non strettamente elettriche, nelle quali l'energia elettrica rappresenta comunque un prodotto o un mezzo di valore rilevante. Lo sbocco naturale della sua attività è certamente nella progettazione e nella gestione dei sistemi elettrici e nelle operazioni tecnico-commerciali dei nuovi mercati competitivi dell'energia elettrica, ma la sua preparazione ad ampio spettro permette peraltro l'impiego anche in altri settori del mondo del lavoro, quali quelli a sostegno dell'innovazione tecnologica, del monitoraggio e della bonifica ambientali, nei centri di ricerca pubblici e privati, negli uffici commerciali e di brevetto, negli uffici tecnici delle pubbliche amministrazioni.

Relativamente agli obiettivi formativi, i laureati magistrali in Electrical Engineering acquisiranno:

- conoscenze fondamentali sugli apparati di elaborazione / trasformazione di energia primaria
- conoscenza dei principi dimensionali su cui si fonda la progettazione di componenti e sistemi elettrici
- conoscenza dei principi, delle tecniche e degli strumenti per la modellizzazione di fenomeni fisici inerenti al funzionamento di apparecchiature e sistemi elettrici
- conoscenza del funzionamento e delle procedure di gestione economica delle moderne strutture dei mercati energetici competitivi

L'internazionalizzazione del corso di studio permetterà agli studenti e alle studentesse di migliorare le relazioni interpersonali e le capacità di comunicazione e di team-working con pari grado provenienti da diverse parti del mondo, rispondendo anche alle esigenze del settore produttivo e professionale, sempre più immerso in un contesto globale.

\*\*\*

The Master's Degree Course in Electrical Engineering aims to train a professional figure capable of operating with a high level of planning and responsibility in the modern processes of production, distribution and utilization of electrical energy (also with reference to the problems of its conversion and control), in companies in the electrical sector that produce electrical or electronic equipment and systems, and in all those industrial and service activities, including those not strictly electrical, in which electrical energy nevertheless represents a product or means of significant value. The natural outlet of his or her activity is certainly in the design and management of electrical systems and in the technical and commercial operations of the new competitive electricity markets, but his or her wide-ranging preparation also allows employment in other sectors of the world of work, such as those supporting

technological innovation, environmental monitoring and remediation, in public and private research centers, in commercial and patent offices, and in the technical offices of public administrations.

In terms of educational objectives, master's degree graduates in Electrical Engineering will acquire:

- fundamental knowledge of primary energy processing/transformation equipment
- knowledge of the dimensional principles underlying the design of electrical components and systems
- knowledge of the principles, techniques, and tools for modeling physical phenomena inherent in the operation of electrical equipment and systems
- knowledge of the operation and economic management procedures of modern competitive energy market structures

The internationalization of the Degree program will allow the students to improve their interpersonal, communication and team-working skills by interaction with peers potentially coming from all over the world. This also responds to a specific professional need, as a result of the increasingly global context within which the chemical and process industries make their business.

### **Descrizione del percorso formativo**

Il Corso di Studio è stato progettato al fine di garantire la congruenza e la realizzabilità degli obiettivi formativi, impartendo prevalentemente nel primo anno gli insegnamenti dedicati ai metodi generali di approccio alle problematiche del settore dell'Ingegneria Elettrica, e offrendo poi la possibilità di personalizzare il proprio percorso formativo mediante la scelta di insegnamenti negli ambiti individuati dai seguenti percorsi formativi:

- **Green Technologies & Energy Infrastructures (GTEI)**: in questo percorso viene dato particolare rilievo a problematiche legate all'identificazione delle tecniche e degli apparati per la generazione da fonti convenzionali e rinnovabili, alla scelta e alla progettazione dell'impiantistica elettrica, alla progettazione e alla gestione dei sistemi di trasmissione, distribuzione ed accumulo dell'energia elettrica, ed in particolare in un contesto fortemente integrato a livello locale con gli utilizzatori (smart-grids)
- **Machines & Drives for Industry and Mobility (MDIM)**: in questo percorso rientrano l'automazione e gli azionamenti per applicazioni industriali, civili e nei trasporti, i processi e le applicazioni ad avanzato contenuto tecnologico, le tecniche di analisi e progettazione delle macchine elettriche e dei relativi apparati di controllo e dei dispositivi elettrici e magnetici per particolari applicazioni industriali e scientifiche

\*\*\*

The degree has been designed in such a way as to ensure congruence and feasibility of the educational objectives, mainly imparting in the first year the teachings dedicated to general methods of approaching the problems of the field of Electrical Engineering, and then offering the opportunity to customize one's educational path through the choice of teachings in the areas identified by the following educational pathways:

- **"Green Technologies & Energy Infrastructures (GTEI)"**: in this track emphasis is given to issues related to the identification of techniques and equipment for generation from conventional and renewable sources, the selection and design of electrical plant engineering, the design and management of electrical energy transmission, distribution and storage systems, and particularly in a highly integrated context at the local level with users (smart-grids)
- **"Machines & Drives for Industry and Mobility (MDIM)"**: this track includes automation and drives for industrial, civil and transportation applications, advanced technology processes and applications, techniques for analysis and design of electrical machines and related control equipment, and electrical and magnetic devices for particular industrial and scientific applications

### **A4.b1**

#### **Conoscenza e comprensione**

I laureati magistrali, per poter affrontare problemi complessi, dovranno acquisire un opportuno bagaglio culturale, che comprenda la conoscenza dei principi fisici, degli aspetti matematici e dei vincoli (tecnologici, normativi, ambientali, socio-economici) relativi ai sistemi e agli impianti che convertono, accumulano o utilizzano l'energia elettrica.

Dovranno, inoltre, acquisire una conoscenza e una comprensione approfondite dei fondamenti dell'ingegneria elettrica:

- conoscere le metodologie e gli strumenti più avanzati per la progettazione e la produzione di componenti e sistemi elettrici complessi (macchine elettriche, azionamenti elettrici, impianti elettrici)
- conoscere l'articolazione e l'interazione delle diverse componenti dei sistemi elettrici e dei processi operativi ad essi collegati: la produzione (nelle centrali e, più in generale, nei siti di generazione), la trasmissione e la distribuzione (con le linee e gli impianti elettrici), l'utilizzazione (negli impianti civili e industriali, nell'automazione, nei sistemi di trasporto)
- conoscere i fondamenti relativi all'analisi e alla misura delle grandezze elettriche, con particolare riferimento alle applicazioni nelle macchine e negli impianti.
- conoscere le implicazioni che l'energia elettrica e non solo ha nel contesto socio-economico nazionale e mondiale

Per fare in modo che gli allievi sviluppino queste capacità, si ricorrerà sia a lezioni teoriche, nelle quali gli studenti avranno un ruolo prevalentemente passivo, sia ad esercitazioni e seminari, durante i quali essi svolgeranno un ruolo attivo, lavorando in gruppo, analizzando i problemi e proponendone le soluzioni. In tal modo, l'integrazione tra le conoscenze teoriche e pratiche consentirà loro di formarsi un'approfondita cultura tecnico-scientifica.

Oltre alla frequenza dei corsi istituzionali, un momento importante per acquisire una consapevolezza critica degli ultimi sviluppi nel settore è costituito dalla elaborazione della tesi finale, nel corso della quale viene richiesto di sviluppare un elaborato di natura teorica o sperimentale o progettuale attinente alla materia trattata. Questo lavoro, che potrà essere svolto anche presso enti di ricerca, laboratori od aziende, consentirà di verificare se l'allievo abbia raggiunto un'adeguata capacità di approfondire ed applicare le sue conoscenze, nonché una sufficiente autonomia di giudizio.

\*\*\*

Master's graduates, will have to acquire an appropriate cultural background to deal with complex problems, including knowledge of physical principles, mathematical aspects, and constraints (technological, regulatory, environmental, socio-economic) related to systems and plants that convert, store, or use electric energy.

Moreover, they should acquire a thorough knowledge and understanding of the fundamentals of electrical engineering:

- know methodologies and the most advanced tools for the design and production of complex electrical components and systems (electrical machines, electrical drives, electrical power systems)
- know the articulation and interaction of the different components of electrical systems and related operational processes: production (in power plants and, more generally, at generation sites), transmission and distribution (with electrical lines and installations), utilization (in civil and industrial installations, automation, transport systems)
- know the fundamentals related to the analysis and measurement of electrical quantities, with reference to applications in machines and plants.
- know the implications that electrical energy and beyond has in the national and global socio-economic context

For students to develop these skills, theoretical lessons will be provided, in which students will play a predominantly passive role, as well as exercises and seminars, during which they will play an active role, working in groups, analyzing problems, and proposing solutions. In this way, the integration between theoretical and practical knowledge ("hands on") will enable them to build an in-depth technical-scientific culture.

In addition to attending institutional courses, a moment of great importance for the preparation will be the final thesis, during which a personal critical work will be required on an innovative subject, having technical and scientific relevance or important applicative characteristics. The final thesis, which can also be carried out at research institutions, laboratories, or companies, will allow to verify whether the student has achieved an adequate ability to deepen and apply his knowledge, as well as sufficient autonomy of judgment.

### **Capacità di applicare Conoscenza e comprensione**

I laureati magistrali devono avere la capacità risolvere problemi dell'ingegneria elettrica anche di elevata complessità, definiti in modo incompleto o che possono presentare specifiche contrastanti.

Saranno analizzare e risolvere problemi in aree nuove ed emergenti della loro specializzazione quali ad esempio la conversione elettrica di fonti rinnovabili, l'economia dei mercati elettrici, l'aspetto ambientale e quello normativo, utilizzando anche nuovi approcci all'analisi degli impatti (per esempio Life Cycle Assessment).

Saranno in grado di applicare una varietà di metodi numerici, analitici, di modellazione computazionale di sistemi dinamici complessi ovvero utilizzare strumentazione e metodi sperimentali acquisiti nei diversi laboratori previsti nel curriculum del corso di studio.

Saranno in grado di risolvere i problemi di ingegneria elettrica che possano comportare approcci e metodi al di fuori del proprio campo di specializzazione, tenendo in conto di vincoli e implicazioni non tecniche (economiche, di sicurezza, ambientali) quali richiesti ad esempio nella scelta dei processi di produzione elettrica.

Infine, i laureati dovranno avere la capacità di integrare le conoscenze provenienti da diversi settori e possedere una profonda comprensione delle tecniche applicabili e delle loro limitazioni.

\*\*\*

Graduates in electrical engineering must have the ability to solve problems that are also highly complex, defined incompletely or that may present conflicting specifications.

They will be able to analyze and solve problems in new and emerging areas of their specialization, such as the environmental and regulatory aspects, using also new approaches to analyze possible impacts (for instance Life Cycle Assessment).

They will be able to apply a variety of numerical, analytical, and computational methods to model complex dynamical systems or use instrumentation and experimental methods acquired in the various laboratories provided in the curriculum of the course of study.

They will be able to solve electrical engineering problems that may involve approaches and methods outside their field of specialization, considering non-technical (economic, safety, environmental) constraints and implications as required, for example, in the choice of electrical production processes.

### **Quadro A4.c**

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

I laureati magistrali avranno la capacità di progettare e condurre indagini analitiche, attraverso l'uso di modelli e sperimentazioni anche complesse, sapendo valutare criticamente i dati ottenuti e trarre conclusioni. I laureati magistrali devono inoltre avere la capacità di indagare l'applicazione di nuove tecnologie nel settore dell'ingegneria elettrica.

L'impostazione didattica prevede che la formazione teorica sia accompagnata da esempi, applicazioni, lavori individuali e di gruppo e verifiche che sollecitano la partecipazione attiva, l'attitudine propositiva e la capacità di elaborazione autonoma.

\*\*\*

Graduates in electrical engineering will have the ability to design and conduct analytical studies, through the use of even complex models and experiments, knowing how to critically assess the data obtained and draw the necessary conclusions. Master's graduates will also have the ability to investigate the application of new technologies in the field of energy engineering.

The educational approach requires that theoretical training be accompanied by examples, applications, individual and group work and checks that solicit active participation, proactive attitude and autonomous processing skills.

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

I laureati magistrali sapranno operare efficacemente come leader di un progetto e di un gruppo che può essere composto da persone competenti in diverse discipline e di differenti livelli. Inoltre, sapranno lavorare e comunicare efficacemente in contesti più ampi sia nazionali che internazionali.

L'impostazione didattica prevede, in alcuni corsi caratterizzanti che coinvolgono attività progettuali e nel lavoro di tesi, applicazioni e verifiche che sollecitano la partecipazione attiva, l'attitudine propositiva e la capacità di comunicazione dei risultati del lavoro svolto.

\*\*\*

Graduates in electrical engineering will be able to work effectively as a project leader or leader of a team which can be composed of competent professionals in different disciplines and at different levels. They will also be able to work and communicate effectively in broader contexts, both national and international.

The teaching approach includes, in some characterizing courses and in the final thesis work, applications and checks that urge active participation, proactive attitude and the ability to communicate the results of the work done.

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

Il laureato magistrale avrà una capacità di apprendimento che gli consentirà di affrontare in modo efficace le mutevoli problematiche lavorative connesse con l'innovazione tecnologica (in particolare nel campo dell'energia e dell'informazione) e con i mutamenti del sistema economico e produttivo. Inoltre deve avere consapevolezza, nella gestione dei progetti e delle pratiche commerciali, delle problematiche quali la gestione del rischio e del cambiamento. Infine deve saper riconoscere la necessità dell'apprendimento autonomo durante tutto l'arco della vita e avere la capacità di impegnarsi. Gli insegnamenti della laurea magistrale utilizzano metodologie didattiche quali l'analisi e risoluzione di problemi differenti e complessi, l'integrazione delle varie discipline e la discussione in gruppo; tali metodologie favoriscono l'acquisizione di competenze inerenti l'apprendimento e l'adattamento. Altri strumenti utili al conseguimento di queste abilità sono la tesi di laurea, che prevede che lo studente si misuri e comprenda informazioni nuove, e l'eventuale tirocinio svolto in laboratorio o in un contesto produttivo industriale.

\*\*\*

The Electrical Engineering graduate will be able to effectively address work problems, associated with technological innovation (particularly in the field of energy and information technology) and with changes in the economic and productive system. The Energy engineering graduate must also be aware, in the management of projects and business practices, of issues such as risk and change management. Finally, they should be able to recognize the need for autonomous learning throughout life and to possess engagement ability. The courses of the present master's degree use educational methodologies such as the analysis and solving of different and complex problems, the integration of the various disciplines and the discussion in groups; these methodologies facilitate the acquisition of learning and adaptation skills. Other useful tools for achieving these skills are the final thesis work, during which the student has to face and understand new problems, and the possible internship carried out in a laboratory or in an industrial production context.

### **Quadro A5.a**

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

La prova finale consiste nella discussione, di fronte ad apposita commissione, di un lavoro di approfondimento di problematiche teoriche o applicative ovvero dello sviluppo o dell'analisi critica di un progetto, eventualmente a seguito di un periodo di tirocinio; tale lavoro di approfondimento prevede una relazione scritta (tesi) redatta in lingua inglese. Il tema della prova finale viene assegnato da un docente che farà parte della commissione di valutazione.

\*\*\*

The final exam consists in the discussion, in front of a specific committee, of an in-depth study of theoretical or applicative issues or of the development or critical analysis of a project, possibly following a period of internship; this in-depth work includes a written report (thesis) written in English. The theme of the final exam is assigned by a faculty member who will be part of the evaluation committee.

### 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	54	75	-
<b>Minimo di crediti riservati dall'ateneo minimo da D.M. 45:</b>		<b>45</b>		

<b>Totale Attività Caratterizzanti:</b>	<b>54-75</b>
---	--------------

### Attività affini

ambito disciplinare	Descrizione	CFU		minimo da D.M. per l'ambito
		min	max	
Attività formative affini o integrative	Sono state inserite attività riconducibili alle tematiche della transizione ecologica e dalla transizione digitale a supporto delle infrastrutture che ben si integrano nei due percorsi formativi che sono proposti per aiutare la scelta dello studente (Machines & Drives for Industry and Mobility e Green Technologies & Energy Infrastructures). Inoltre, sono state inserite attività trasversali che consentono agli studenti di affrontare il mondo del lavoro avendo acquisito competenze specifiche sulle strategie e modelli di business delle aziende manifatturiere, capacità di valutare e progettare sistemi di gestione delle prestazioni aziendali e attitudini/competenze per l'innovazione e l'imprenditorialità.	12	27	12

<b>Totale Attività Affini:</b>	<b>12-27</b>
--------------------------------	--------------

### Altre Attività

ambito disciplinare		CFU min	CFU max
A scelta dello studente		9	15
Per la prova finale		15	21
Ulteriori attività formative (art. 10, comma 5, lettera d)	Ulteriori conoscenze linguistiche	0	6
	Abilità informatiche e telematiche	-	-
	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		1	
Per stages e tirocini presso imprese, enti pubblici o privati, ordini professionali		-	-

<b>Totale Altre Attività</b>	<b>25-54</b>
------------------------------	--------------

### Riepilogo CFU

<b>CFU totali per il conseguimento del titolo</b>	<b>120</b>
<b>Range CFU totali del corso</b>	<b>91-156</b>

### Note

Per le ulteriori attività formative (art. 10, comma 5, lettera d) sono state previste forchette ampie per consentire adeguata flessibilità nella proposta di manifesto nei prossimi anni accademici, ma non si intende andare ad utilizzare il massimo dei CFU per ciascuna delle sottocategorie.