

<b>Università</b>	Università degli Studi di CAGLIARI
<b>Classe</b>	LM-28 - Ingegneria elettrica
<b>Nome del corso</b>	Ingegneria Elettrica <i>adeguamento di: Ingegneria Elettrica (1232100)</i>
<b>Nome inglese</b>	Electrical Engineering
<b>Lingua in cui si tiene il corso</b>	italiano
<b>Codice interno all'ateneo del corso</b>	
<b>Il corso é</b>	trasformazione ai sensi del DM 16 marzo 2007, art 1 • Ingegneria elettrica (CAGLIARI cod 56284)
<b>Data del DM di approvazione dell'ordinamento didattico</b>	19/04/2010
<b>Data del DR di emanazione dell'ordinamento didattico</b>	06/05/2010
<b>Data di approvazione del consiglio di facoltà</b>	18/03/2010
<b>Data di approvazione del senato accademico</b>	22/03/2010
<b>Data della relazione tecnica del nucleo di valutazione</b>	14/01/2010
<b>Data della consultazione con le organizzazioni rappresentative a livello locale della produzione, servizi, professioni</b>	27/11/2009 -
<b>Modalità di svolgimento</b>	convenzionale
<b>Eventuale indirizzo internet del corso di laurea</b>	<a href="http://www.diee.unica.it/it/csie/index.php">http://www.diee.unica.it/it/csie/index.php</a>
<b>Facoltà di riferimento ai fini amministrativi</b>	INGEGNERIA
<b>Massimo numero di crediti riconoscibili</b>	30

#### **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)**

La trasformazione dell'ordinamento del Corso di Laurea Specialistica in Ingegneria Elettrica basato sul DM 509/1999, in quello della Laurea Magistrale basato sul DM 270/2004 è motivata dal nuovo quadro normativo. Allo stesso tempo si vuole cogliere l'opportunità di una revisione critica del percorso formativo con la riprogettazione dei contenuti nuovi corsi e l'analisi dei risultati in termini di numero di studenti laureati in corso. La trasformazione della Laurea Magistrale sarà avviata a partire dall'A.A. 2010 - 2011.

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

I criteri seguiti nella trasformazione del corso di studio sono motivati in modo estremamente succinto e generico. Le esigenze formative alla base della riprogettazione del corso sono state individuate anche attraverso la consultazione, a livello di facoltà, di un'ampia e qualificata rappresentanza delle organizzazioni rappresentative della

produzione, servizi e professioni.

La denominazione del corso di studio è chiara e inequivocabile, sia rispetto alla riconoscibilità del titolo che alla possibilità di mobilità degli studenti a livello nazionale e internazionale.

Il percorso formativo è coerente con la denominazione del corso, con gli obiettivi formativi specifici e con i risultati di apprendimento attesi; si potrebbe ritenere inopportuno, per il corso in oggetto, il riconoscimento di crediti per abilità informatiche e telematiche.

La valenza del percorso formativo sul piano occupazionale, è chiaramente delineata. Vengono indicati i principali settori di interesse professionale con riferimento sia a macrosettori di attività sia alla classificazione ISTAT delle professioni. Gli sbocchi professionali indicati sono anch'essi coerenti con gli obiettivi formativi specifici e con i risultati di apprendimento attesi.

La docenza disponibile, almeno in sede di valutazione preliminare, soddisfa i requisiti necessari; quasi tutto il corpo docente, inoltre, sarà presumibilmente costituito da docenti di ruolo e quasi tutti inquadrati negli SSD previsti dall'ordinamento proposto. Anche le risorse di strutture didattiche, sempre in sede di valutazione preliminare, sono disponibili in misura adeguata.

Il Nucleo prende atto degli adeguamenti effettuati in conformità alle osservazioni indicate dal CUN, adunanza del 24/02/2010.

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

Il CdS mantiene rapporti con le Parti Interessate del mondo del lavoro, ai fini della determinazione delle loro esigenze, con particolare riferimento a quelle di tipo formativo. Le parti interessate con le quali esistono rapporti sono: ENEL Produzione, ENEL Distribuzione, TERNA, Tiscali, CESI, SARAS, Ordine Ingegneri, PMI del settore elettrico, energetico, delle comunicazioni e dell'automazione, settori tecnici della pubblica amministrazione.

I contatti con il mondo industriale, della produzione, dei servizi e della professione sono tenuti dai Docenti del CdS in frequenti occasioni di incontro, in particolare per collaborazioni di ricerca e consulenza, e per la definizione delle attività necessarie allo svolgimento di tesi di laurea e di tirocini. Inoltre sono state siglate delle convenzioni quadro, stipulate tra il CdS e le PI, nell'ambito delle quali è stata formalizzata la possibilità di svolgere stage e tirocini che vengono proposti agli studenti.

Le esigenze espresse da ciascuna delle PI sono analizzate in modo che la conseguente offerta formativa risponda al meglio in media. Le esigenze espresse dalle PI non possono essere tutte soddisfatte, in quanto non sempre concordanti. Pertanto il progetto dell'offerta formativa del Corso di Studi rappresenta un compromesso, compatibilmente con le risorse disponibili.

Le esigenze manifestate dal mondo industriale riguardano la conoscenza degli impianti elettrici e dei processi industriali in termini di progettazione, costruzione, conduzione, gestione, manutenzione, adeguamento normativo e ristrutturazione degli impianti esistenti, nonché dei sistemi di automazione e controllo. Gli impianti in oggetto sono sia di produzione che di utilizzazione dell'energia elettrica, prevalentemente in bassa e in media tensione. Le società di trasmissione dell'energia sono interessate anche agli impianti in alta tensione. Altre esigenze riguardano la conoscenza degli elementi fondamentali dei sistemi di telecomunicazione e l'analisi dei segnali analogici e digitali. Inoltre, viene sempre più richiesta la capacità di gestione e di organizzazione secondo criteri di qualità, associata ad una valutazione economica ed imprenditoriale delle iniziative. Tutte le parti interessate del mondo industriale richiedono la conoscenza delle norme europee su apparecchiature e sistemi. È fondamentale la conoscenza della lingua inglese.

L'incontro tra l'Università e i rappresentanti delle Organizzazioni del mondo del Lavoro, dei Servizi e della Produzione per la presentazione degli ordinamenti didattici delle Lauree Magistrali della Facoltà di Ingegneria dell'Università di Cagliari, ha avuto luogo il 27 novembre 2009, presso l'Aula Magna della Facoltà.

Alla riunione hanno presenziato rappresentanti della Camera di Commercio, degli Ordini degli Ingegneri della Provincia di Cagliari, della federazione degli ordini degli ingegneri della Sardegna, dell'Associazione degli Industriali della provincia di Cagliari, della Confindustria, del CRS4, della SARAS SpA, dell'Akhela Srl, della Axis Srl. Tutti i presenti hanno ritenuto ordinamento didattico proposto dalla Facoltà di Ingegneria rispondente alle esigenze del territorio ed hanno espresso parere favorevole, dando alcuni suggerimenti su possibili attività complementari che potranno essere proposte, anche in collaborazione con alcuni dei soggetti intervenuti.

Peraltro è da rilevare che tutti i Corsi di Laurea, in tutte le fasi dei lavori, hanno consultato i soggetti di loro specifico interesse, confrontandosi sulla costruzione del nuovo ordinamento didattico e sulle osservazioni pervenute, trovando gli interlocutori pienamente consenzienti sulle proposte avanzate.

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

Obiettivi formativi specifici

Il Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Elettrica ha l'obiettivo di fornire agli studenti una conoscenza approfondita degli aspetti scientifici, operativi e gestionali dei sistemi che rientrano nell'ambito dell'Ingegneria Elettrica. Innanzitutto saranno appresi gli elementi che descrivono lo stato dell'arte di tali sistemi con le loro implicazioni tecniche, ambientali ed economiche. Quindi verranno studiate le modalità per identificare, formulare e risolvere problemi correnti o complessi dell'Ingegneria Elettrica, o che richiedono un approccio con altre discipline, o che presentino elementi di innovazione. Viene trasmessa la necessità dell'aggiornamento continuo delle proprie conoscenze.

L'obiettivo della formazione è quello di ottenere un Laureato che opera con elevato livello di competenza nella progettazione e nella gestione dei sistemi elettrici e delle attività connesse ai mercati dell'energia elettrica, nei processi di produzione e distribuzione, di conversione, controllo e utilizzazione dell'energia elettrica. Il Laureato partecipa inoltre alla progettazione e costruzione delle apparecchiature elettriche o dell'elettronica di potenza e all'innovazione tecnologica del settore industriale. Svolge infine attività tecnica nella Pubblica amministrazione o nella libera professione.

Percorso formativo

Il percorso formativo si propone innanzitutto di rafforzare e consolidare le conoscenze di base dei settori caratterizzanti. A queste si aggiungono conoscenze più specifiche: Metodologie di analisi, studio e modellazione dei circuiti e delle reti a comportamento lineare e non lineare. Tecniche di progettazione dei componenti elettrici e magnetici. Modalità di funzionamento e tecniche di costruzione delle macchine e degli azionamenti elettrici. Controllo automatico dell'elettronica di potenza. Compatibilità elettromagnetica.

Studio e progettazione dell'impiantistica elettrica, della gestione dei sistemi di produzione, di trasmissione e distribuzione dell'energia elettrica.

Analisi degli aspetti energetici legati alle fonti rinnovabili e alla generazione distribuita.

Applicazioni delle misure elettriche ed elettroniche ai moderni sistemi elettrici per il monitoraggio della qualità dell'energia e dello stato delle reti.

Queste competenze saranno fornite prevalentemente dai settori caratterizzanti:

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

Il numero massimo di esami della Laurea Magistrale sarà non superiore a 12, compresa la tesi di laurea e le attività a scelta dello studente (valutate come un unico esame).

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

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

Il laureato magistrale in Ingegneria Elettrica conoscerà gli aspetti teorici e applicativi delle scienze elettriche. In particolare conoscerà i diversi componenti dei sistemi elettrici, e il loro funzionamento. Sarà capace di mettere tali conoscenze in relazione tra loro e quindi di interpretare correttamente l'osservazione del mondo reale. Sarà inoltre in grado di comprendere l'impatto delle soluzioni ingegneristiche nel contesto economico, ambientale e sociale.

Il processo di apprendimento avverrà attraverso la frequenza di lezioni teoriche, esercitazioni, seminari. Un momento importante per la formazione è costituito dalla elaborazione della tesi finale, consistente in un elaborato di natura teorica, sperimentale o progettuale.

Per la comprensione e la soluzione dei problemi dell'Ingegneria Elettrica, il laureato magistrale sarà in grado di utilizzare sia le conoscenze già maturate sia altre fonti, quali ulteriore bibliografia, manuali di Costruttori, Norme tecniche e di legge, elaborati di progettazione, esame di casi analoghi.

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

Il laureato magistrale sarà capace di utilizzare le tecniche e gli strumenti per la soluzione di problemi sia ordinari sia complessi dell'Ingegneria Elettrica. Saprà analizzare i problemi in settori nuovi (per es. elettronica di potenza, generazione elettrica di fonti rinnovabili e distribuita). In relazione allo specifico campo di attività, sarà in grado di affrontare in modo professionale la progettazione e la gestione di sistemi e processi. Sarà in grado di applicare metodi innovativi nella soluzione dei problemi, (per es. analisi agli elementi finiti, simulazione dinamica) e di progettare e utilizzare metodi e strumenti moderni di misura e di controllo. I laureati saranno in grado di fondere le conoscenze provenienti da diversi settori, discernere le tecniche applicabili alla soluzione di un problema e le loro implicazioni e limitazioni.

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

Fra gli obiettivi di apprendimento attesi si colloca anche la capacità di prendere iniziative e decisioni, e la consapevolezza dei rischi (riguardo all'ambiente, al compromesso tecnico-economico, alla sicurezza delle installazioni).

La maturità e l'autonomia di giudizio degli studenti, più che verificata attraverso prove specifiche, viene continuamente stimolata e indirizzata dai docenti lungo tutto il percorso formativo. Per favorire il raggiungimento di questi obiettivi, diversi esami sono spesso condotti mediante lo sviluppo di tesine, nelle quali gli studenti, lavorando individualmente o in piccoli gruppi, devono motivare le scelte e le soluzioni adottate. Inoltre viene richiesto di svolgere analisi attraverso modelli più o meno complessi, talora in nuovi settori dell'ingegneria elettrica.

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

Ci si attende che i laureati sappiano comunicare informazioni e idee, discutere problemi e soluzioni con interlocutori specialisti e non specialisti. Inoltre devono saper operare come leader o membri di un gruppo composto da persone con competenze diverse. La verifica delle capacità comunicative acquisite dagli studenti avviene principalmente nel corso degli esami di profitto. Questi sono di tipo sia orale che scritto, consentendo in tal modo agli allievi di sviluppare entrambe le principali forme di espressione e di comprendere le peculiarità che le distinguono. L'esposizione dell'elaborato relativo alla prova finale costituisce la verifica ultima dei risultati raggiunti. L'impostazione didattica prevede in alcuni corsi 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.

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

Il laureato magistrale in Ingegneria Elettrica avrà sviluppato capacità di apprendimento tali da poter affrontare in modo autonomo lo studio delle discipline ingegneristiche, non necessariamente vicine a quelli affrontate durante gli studi, in eventuali percorsi formativi post-lauream.

I laureati avranno inoltre sviluppato le capacità di apprendimento continuo che sono necessarie per mantenere costantemente aggiornata la loro preparazione professionale. Per favorire questi obiettivi il Corso di Studi prevede attività progettuali in cui occorre raccogliere in modo autonomo le informazioni ed elaborarle; inoltre organizza seminari su argomenti di interesse e incontri con il mondo del lavoro.

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

Possono accedere alla Laurea Magistrale in Ingegneria Elettrica gli studenti in possesso di un titolo universitario di primo livello. Il titolo universitario di primo livello può essere stato conseguito nella stessa sede o in altre sedi, anche all'estero. L'accettazione dell'iscrizione è subordinata al possesso di requisiti curricolari e culturali minimi. I requisiti dovranno essere maturati prima dell'iscrizione alla Laurea Magistrale, in quanto la normativa vigente non prevede la possibilità di avere "debiti formativi" da colmare durante la Laurea Magistrale. I requisiti curricolari e culturali minimi saranno specificati nel Regolamento didattico del Corso di Laurea Magistrale. La verifica della preparazione personale dello studente è demandata a una specifica Commissione del Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Elettrica, la quale effettuerà la propria valutazione sulla base di idonea documentazione che provi il precedente percorso formativo.

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

La prova finale per la Laurea Magistrale consiste nella redazione e discussione di una tesi di Laurea. Questa deve riguardare una importante attività di analisi, o di progettazione, o sperimentale, o professionale, che dimostri la padronanza degli argomenti presentati, la capacità di operare in modo autonomo, e un buon livello di capacità di comunicazione del candidato.

### **Sbocchi occupazionali e professionali previsti per i laureati (Decreti sulle Classi, Art. 3, comma 7)**

Gli sbocchi professionali della Laurea Magistrale in Ingegneria Elettrica sono orientati alla soluzione di problemi anche articolati e complessi. Gli sbocchi professionali potranno essere: le industrie per la produzione, trasmissione e distribuzione dell'energia elettrica, le industrie che producono e/o utilizzano apparecchiature elettriche ed elettroniche, macchinari elettrici, sistemi elettrici di trasporto, ed elettronica di potenza; le industrie che utilizzano processi di produzione automatizzati in cui l'energia elettrica costituisce la fonte energetica primaria nonché l'automazione industriale e la robotica.

Altri impieghi tipici sono possibili nelle imprese ed enti per la progettazione, la pianificazione, l'esercizio ed 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. Infine, chi consegue la Laurea Magistrale in Ingegneria Elettrica trova sbocchi professionali nella libera professione, nelle imprese manifatturiere o di servizi, nelle amministrazioni pubbliche, in attività che riguardano la progettazione avanzata, la ricerca, l'innovazione e lo sviluppo della produzione, la pianificazione e la gestione di sistemi complessi, la certificazione qualità, i laboratori prove e la sicurezza sul lavoro.

### **Il corso prepara alla professione di**

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

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

**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 ed elettroniche	50	75	-
<b>Minimo di crediti riservati dall'ateneo minimo da D.M. 45:</b>		-		

<b>Totale Attività Caratterizzanti</b>	50 - 75
--	---------

**Attività affini**

ambito disciplinare	settore	CFU		minimo da D.M. per l'ambito
		min	max	
Attività formative affini o integrative	ICAR/08 - Scienza delle costruzioni ICAR/09 - Tecnica delle costruzioni ICAR/20 - Tecnica e pianificazione urbanistica ING-IND/08 - Macchine a fluido ING-IND/09 - Sistemi per l'energia e l'ambiente ING-IND/11 - Fisica tecnica ambientale ING-IND/12 - Misure meccaniche e termiche ING-IND/14 - Progettazione meccanica e costruzione di macchine ING-IND/15 - Disegno e metodi dell'ingegneria industriale ING-IND/28 - Ingegneria e sicurezza degli scavi ING-IND/35 - Ingegneria economico-gestionale ING-INF/01 - Elettronica ING-INF/02 - Campi elettromagnetici ING-INF/03 - Telecomunicazioni ING-INF/04 - Automatica ING-INF/05 - Sistemi di elaborazione delle informazioni MAT/08 - Analisi numerica SECS-P/08 - Economia e gestione delle imprese	12	24	12

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

**Altre attività**

ambito disciplinare		CFU min	CFU max
A scelta dello studente		9	18
Per la prova finale		12	15
Ulteriori attività formative (art. 10, comma 5, lettera d)	Ulteriori conoscenze linguistiche	0	4
	Abilità informatiche e telematiche	0	4
	Tirocini formativi e di orientamento	0	6
	Altre conoscenze utili per l'inserimento nel mondo del lavoro	1	4
Minimo di crediti riservati dall'ateneo alle Attività art. 10, comma 5 lett. d			
Per stages e tirocini presso imprese, enti pubblici o privati, ordini professionali		-	-

<b>Totale Altre Attività</b>	22 - 51
------------------------------	---------

**Riepilogo CFU**

<b>CFU totali per il conseguimento del titolo</b>	<b>120</b>
<b>Range CFU totali del corso</b>	84 - 150

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

()

**Note relative alle altre attività**

**Note relative alle attività caratterizzanti**

RAD chiuso il 01/04/2010