



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PALERMO

DIPARTIMENTO	Ingegneria
ANNO ACCADEMICO OFFERTA	2023/2024
ANNO ACCADEMICO EROGAZIONE	2024/2025
CORSO DILAUREA MAGISTRALE	INGEGNERIA ELETTRICA
INSEGNAMENTO	PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTI RINNOVABILI
TIPO DI ATTIVITA'	B
AMBITO	50363-Ingegneria elettrica
CODICE INSEGNAMENTO	16944
SETTORI SCIENTIFICO-DISCIPLINARI	ING-IND/32
DOCENTE RESPONSABILE	DI DIO VINCENZO Professore Associato Univ. di PALERMO
ALTRI DOCENTI	
CFU	6
NUMERO DI ORE RISERVATE ALLO STUDIO PERSONALE	96
NUMERO DI ORE RISERVATE ALLA DIDATTICA ASSISTITA	54
PROPEDEUTICITA'	
MUTUAZIONI	
ANNO DI CORSO	2
PERIODO DELLE LEZIONI	1° semestre
MODALITA' DI FREQUENZA	Facoltativa
TIPO DI VALUTAZIONE	Voto in trentesimi
ORARIO DI RICEVIMENTO DEGLI STUDENTI	DI DIO VINCENZO Martedì 12:00 14:00 Uffici di Sala Macchine - primo piano, DEIM ed. 9 Giovedì 12:00 14:00 Uffici di Sala Macchine - primo piano, DEIM ed. 9

<p>PREREQUISITI</p>	<p>Conoscenze di:</p> <ul style="list-style-type: none"> • impianti elettrici, con particolare riferimento al dimensionamento dei cavi, alle tipologie di guasti, alle correnti di corto circuito, alle protezioni; • macchine elettriche, con particolare riferimento alle caratteristiche costruttive ed ai principi di funzionamento del trasformatore e delle macchine sincrone ed asincrone ed ai relativi guasti; • fisica tecnica, con particolare riferimento ai principali cicli termodinamici ed ai processi di trasmissione del calore.
<p>RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI</p>	<p>Conoscenza e capacita' di comprensione Lo studente al termine del corso avra' acquisito conoscenze e capacita' di comprensione dei vari aspetti legati alla produzione di energia elettrica da fonti fossili rinnovabili (solare, eolica, geotermica e biomasse), nonche' sull'evoluzione del sistema elettrico ormai basato sulla integrazione della produzione centralizzata e della generazione distribuita. Gli aspetti trattati nel corso sono di tipo ingegneristico, prevedendo tuttavia anche considerazioni di tipo economico, ambientale e sociale. Per il raggiungimento di questi obiettivi il corso prevede lezioni frontali e discussione di casi studio.</p> <p>Capacita' di applicare conoscenza e comprensione. Lo studente al termine del corso sara' in grado di applicare le proprie conoscenze e la propria comprensione per identificare le maggiori problematiche legate alla produzione distribuita di energia elettrica, sia sotto il profilo termodinamico che elettrico, individuando connessioni anche con argomenti trattati in altri corsi. Per il raggiungimento di questi obiettivi il corso prevede lezioni frontali e discussione di casi studio.</p> <p>Autonomia di giudizio. Lo studente al termine del corso avra' acquisito la capacita' di raccogliere ed interpretare tutti i dati necessari alla individuazione ed all'analisi delle principali problematiche correlate alla conversione in energia elettrica di altre forme primarie di energia, essendo continuamente stimolato durante il corso alla formazione di un autonomo giudizio sulle sopra menzionate problematiche. Per il raggiungimento di questi obiettivi il corso prevede lezioni frontali e discussione di casi studio.</p> <p>Abilita' comunicative. Lo studente al termine del corso avra' acquisito la capacita' di comunicare con competenza, coerenza e proprieta' di linguaggio sulle diverse tematiche e problematiche relative alla produzione di energia elettrica, sapendo correlarle anche con argomenti trattati in altri corsi; inoltre sara' in grado di interloquire con professionisti di altri settori dell'ingegneria, evidenziando problemi e prospettando soluzioni. Per il raggiungimento di questi obiettivi il corso prevede lezioni frontali e discussione di casi studio, ponendo l'accento in modo particolare sulle modalita' di presentazione ed esposizione degli argomenti trattati.</p> <p>Capacita' d'apprendimento. Lo studente al termine del corso avra' acquisito consapevolezza non solo sugli aspetti legati alle tematiche specifiche di tipo tecnico-ingegneristico relative alla produzione di energia elettrica, ma anche su aspetti di piu' ampia portata quali economici, ambientali e sociali. Avra' acquisito consapevolezza anche e soprattutto sulla necessita' di operare sempre e comunque uno studio continuo ed autonomo, a causa della costante evoluzione normativa e legislativa e del progresso tecnico e tecnologico. Sara' in grado, pertanto, di proseguire gli studi ingegneristici con maggiore autonomia, consapevolezza e discernimento, riconoscendo che l'apprendimento autonomo caratterizzera' comunque tutto l'arco della vita professionale. Per il raggiungimento di questi obiettivi il corso prevede lezioni frontali e discussione di casi studio.</p>
<p>VALUTAZIONE DELL'APPRENDIMENTO</p>	<p>La verifica dell'apprendimento viene eseguita mediante un esame consistente in un'unica prova orale. Tale prova consiste in un colloquio durante il quale lo studente dovra' rispondere ad almeno tre domande a risposta aperta sull'intero programma del corso svolto. La prova e' finalizzata ad accertare:</p> <ul style="list-style-type: none"> • il grado di conoscenza e comprensione dei contenuti dell'insegnamento; • la capacita' di applicare le conoscenze acquisite, con competenza, coerenza, efficacia ed autonomia di giudizio, alla risoluzione di problematiche o ad applicazioni inerenti all'insegnamento e/o ad esso correlate; • la capacita' di rielaborare le conoscenze e le competenze acquisite individuando collegamenti tra esse nell'ambito anche di tematiche interdisciplinari correlate al corso; • la capacita' espositiva con particolare riguardo alla chiarezza ed alla proprieta' di linguaggio. <p>La valutazione, espressa in trentesimi, viene attribuita al termine della prova in funzione dei risultati complessivi raggiunti secondo lo schema sotto riportato:</p>

	<p>Eccellente 30 - 30 e lode: Lo studente mostra ottima conoscenza degli argomenti, ottima proprietà di linguaggio, buona capacità analitica, lo studente è in grado di applicare le conoscenze per risolvere i problemi proposti.</p> <p>Molto buono 26 - 29: Lo studente mostra buona padronanza degli argomenti, piena proprietà di linguaggio, lo studente è in grado di applicare le conoscenze per risolvere i problemi proposti.</p> <p>Buono 24 - 25: Lo studente mostra conoscenza di base dei principali argomenti, discreta proprietà di linguaggio, con limitata capacità di applicare autonomamente le conoscenze alla soluzione dei problemi proposti.</p> <p>Soddisfacente 21 – 23: Lo studente non ha piena padronanza degli argomenti principali dell'insegnamento ma ne possiede le conoscenze, soddisfacente proprietà di linguaggio, scarsa capacità di applicare autonomamente le conoscenze acquisite.</p> <p>Sufficiente 18 – 20: Lo studente possiede minima conoscenza di base degli argomenti principali dell'insegnamento e del linguaggio tecnico, scarsissima o nulla capacità di applicare autonomamente le conoscenze acquisite.</p> <p>Insufficiente inferiore a 18: Lo studente mostra di non aver raggiunto i risultati di apprendimento minimi previsti. Insufficiente conoscenza e padronanza degli argomenti, con molti errori, inesattezze o gravi lacune; insufficiente capacità di analisi e di risoluzione accettabile dei problemi posti, mancanza di autonomia nell'approccio metodologico, incapacità di orientarsi autonomamente o di eseguire collegamenti disciplinari ed interdisciplinari; carenti capacità espositive e di argomentazione, scarsa chiarezza ed inadeguata proprietà di linguaggio.</p>
OBIETTIVI FORMATIVI	<p>L'insegnamento ha l'obiettivo di far acquisire allo studente conoscenze e competenze relative alle modalità di produzione distribuita dell'energia elettrica da fonte rinnovabile (solare, eolica, geotermica, biomasse), nonché quelle necessarie a riconoscere e risolvere le problematiche generali della produzione di energia elettrica, della gestione e della protezione dei relativi impianti.</p> <p>Ulteriore obiettivo è quello di far acquisire la consapevolezza circa la necessità di operare uno studio continuo ed autonomo durante tutto l'arco della futura attività professionale, a causa della costante evoluzione normativa e legislativa e del progresso tecnico e tecnologico.</p>
ORGANIZZAZIONE DELLA DIDATTICA	<p>Il corso prevede lezioni frontali, analisi e discussione di casi studio. Le attività sono sviluppate in modo da agevolare il raggiungimento degli obiettivi formativi e dei risultati di apprendimento attesi.</p> <p>Il corso, caratterizzato oltre che dai necessari contenuti teorici anche dai relativi aspetti applicativi, è svolto in modo da stimolare la partecipazione degli allievi prevedendo lezioni frontali anche dialogate ed interattive, in cui si privilegiano i collegamenti non solo tra gli argomenti dello stesso insegnamento, ma anche quelli interdisciplinari; durante la discussione di casi studio lo studente è stimolato ad analizzare in modo critico le problematiche proposte, sviluppando le proprie capacità di analisi, di autonomia di giudizio, di comunicazione, di argomentazione e di proprietà di linguaggio, essendo chiamato a confrontarsi col docente e con gli altri studenti.</p>
TESTI CONSIGLIATI	<p>A. Scognamiglio, P. Bosisio, V. Di Dio: "Fotovoltaico negli edifici" – Edizioni Ambiente, Milano. ISBN: 9788866270256</p> <p>A. Luque, S. Hegedus: "Handbook of photovoltaic science and engineering" - Wiley. ISBN:9780471491965</p> <p>L. Piazzi, A. Gargini: "Vie del vento 2010" – Franco Muzzio Editore. ISBN: 9788896159286</p> <p>V. Cataliotti: "Impianti elettrici" – Dario Flaccovio Editore, Palermo. ISBN: 8878042579</p> <p>Disposizioni legislative e normative di volta in volta richiamate.</p> <p>Dispense del docente.</p>

PROGRAMMA

ORE	Lezioni
2	Presentazione corso e concetti introduttivi. Fonti energetiche tradizionali non rinnovabili: tipologia e classificazione. Fonti energetiche rinnovabili: tipologia e classificazione.
1	Il fotovoltaico come prospettiva energetica per lo sviluppo sostenibile. Diffusione e penetrazione del fotovoltaico. Mercato e costi del fotovoltaico.
1	La radiazione solare. Calcolo della radiazione incidente con metodi semi-empirici, con uso di norme tecniche e software di calcolo.
2	L'effetto fotovoltaico. Caratteristica tensione-corrente della cella. Parametri caratteristici di una cella fotovoltaica. Condizioni di prova standard. Celle fotovoltaiche: tecnologie tradizionali (silicio cristallino).
2	Celle fotovoltaiche: tecnologie di ultima generazione (film sottile) ed emergenti.
2	Il generatore fotovoltaico (dalla cella al campo fotovoltaico), le strutture di sostegno. Componenti del BOS di un impianto grid-connected.
2	Criteri di progettazione di un impianto fotovoltaico grid-connected.
2	Criteri di esercizio e schemi degli impianti fotovoltaici.

PROGRAMMA

ORE	Lezioni
2	Collaudo degli impianti fotovoltaici.
2	Impianti solari termodinamici a concentrazione: principio di funzionamento e tipologie (concentr. parabolico cilindrico a fuoco lineare, concentr. lineare di Fresnel, torre centrale, concentratore parabolico a fuoco puntiforme).
2	Impianti solari termodinamici a concentrazione:, esempi applicativi, costi, progetti di sviluppo, tariffe incentivanti. Cenni sulle celle DSSC (Dye Sensitized Solar Cell).
3	La fonte geotermica. Sistemi idrotermali (a vapore dominante e ad acqua dominante), sistemi non idrotermali. Cicli geotermici: convenzionali (a contropressione e a condensazione), a ciclo binario.
2	La fonte eolica. Calcolo della potenza di una vena fluida, energia elettrica estraibile da un aerogeneratore,.
4	Componenti di un aerogeneratore, componenti di un impianto eolico, tipologie di aerogeneratori, scelta dei siti per le installazioni. Mini e micro eolico.
2	Biomasse: normativa, tipologie, classificazione.
2	Biomasse: processi. Fermentazione, digestione, combustione diretta, gassificazione, pirolisi e relative tecnologie. Impianti Organic Rankine Cycle (ORC), motori Stirling, impianti Integrated Biomass Gassification Combined Cycle (IBGCC).
2	Dalla produzione centralizzata della energia elettrica alla generazione distribuita. Vantaggi e problematiche di interfacciamento.
2	Smart grid. Progetti europei e nazionali sulle smart grid.
2	Forme di incentivazione alla produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili. CIP 6/92. Dispacciamento prioritario, conto capitale, conto energia, cessione dell'energia, certificati verdi, tariffa onnicomprensiva, scambio sul posto.
3	Calcolo della radiazione solare incidente con l'uso di software di calcolo.
2	Collaudo di un impianto fotovoltaico grid-connected.
ORE	Esercitazioni
10	Progetto di un impianto fotovoltaico grid-connected.