



# UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PALERMO

<b>DIPARTIMENTO</b>	Ingegneria
<b>ANNO ACCADEMICO OFFERTA</b>	2021/2022
<b>ANNO ACCADEMICO EROGAZIONE</b>	2021/2022
<b>CORSO DILAUREA MAGISTRALE</b>	INGEGNERIA ENERGETICA E NUCLEARE
<b>INSEGNAMENTO</b>	SISTEMI A PROPULSIONE ELETTRICA E IBRIDA
<b>TIPO DI ATTIVITA'</b>	B
<b>AMBITO</b>	50367-Ingegneria energetica e nucleare
<b>CODICE INSEGNAMENTO</b>	18025
<b>SETTORI SCIENTIFICO-DISCIPLINARI</b>	ING-IND/32
<b>DOCENTE RESPONSABILE</b>	DI DIO VINCENZO      Professore Associato      Univ. di PALERMO
<b>ALTRI DOCENTI</b>	
<b>CFU</b>	6
<b>NUMERO DI ORE RISERVATE ALLO STUDIO PERSONALE</b>	96
<b>NUMERO DI ORE RISERVATE ALLA DIDATTICA ASSISTITA</b>	54
<b>PROPEDEUTICITA'</b>	
<b>MUTUAZIONI</b>	
<b>ANNO DI CORSO</b>	1
<b>PERIODO DELLE LEZIONI</b>	1° semestre
<b>MODALITA' DI FREQUENZA</b>	Facoltativa
<b>TIPO DI VALUTAZIONE</b>	Voto in trentesimi
<b>ORARIO DI RICEVIMENTO DEGLI STUDENTI</b>	<b>DI DIO VINCENZO</b> 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

<b>PREREQUISITI</b>	Conoscenze di base di elettrotecnica, macchine elettriche ed elettronica di potenza.
<b>RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI</b>	<p>Conoscenza e capacita' di comprensione Lo studente al termine del corso avra' acquisito conoscenze e capacita' di comprensione dei vari aspetti legati alla trazione elettrica ed ibrida, nonche' sull'evoluzione dei sistemi di automotive. Gli aspetti trattati nel corso, prevalentemente di tipo ingegneristico, prevedendo tuttavia anche considerazioni di tipo economico, ambientale e sociale. Per il raggiungimento di questi obiettivi il corso prevede lezioni frontali ed esercitazioni guidate.</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 trazione elettrica ed ibrida, individuando connessioni anche con argomenti trattati in altri corsi. Per il raggiungimento di questi obiettivi il corso prevede lezioni frontali, discussione di casi studio ed esercitazioni guidate.</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 ai sistemi di trazione elettrici ed ibridi per automotive, 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 ai sistemi di trazione elettrici ed ibridi per automotive, 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 ai sistemi di trazione elettrici ed ibridi per automotive, 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>
<b>VALUTAZIONE DELL'APPRENDIMENTO</b>	<p>La verifica dell'apprendimento viene eseguita mediante un esame consistente in un'unica prova orale.</p> <p>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"> <li>•il grado di conoscenza e comprensione dei contenuti dell'insegnamento;</li> <li>•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;</li> <li>•la capacita' di rielaborare le conoscenze e le competenze acquisite individuando collegamenti tra esse nell'ambito anche di tematiche interdisciplinari correlate al corso;</li> <li>•la capacita' espositiva con particolare riguardo alla chiarezza ed alla proprieta' di linguaggio.</li> </ul> <p>La valutazione, espressa in trentesimi, viene attribuita al termine della prova in funzione dei risultati complessivi raggiunti secondo lo schema sotto riportato: - 28-30/30 e lode</p> <p>Lo studente dimostra una ottima/eccellente conoscenza e padronanza dei contenuti del corso, che declina in assenza di errori e/o con autonoma correzione di talune imprecisioni; le risposte alle domande poste sono organizzate con rigore metodologico fornendo soluzioni complete e dimostrando ottima/eccellente capacita' applicative caratterizzate da un alto grado di autonomia. La capacita' comunicativa e' caratterizzata da ottime/eccellenti chiarezza e proprieta' di linguaggio e da argomentazioni articolate da cui</p>

	<p>traspare una piena capacita' di orientarsi autonomamente e formulare giudizi sia nell'ambito disciplinare stesso che in ambiti interdisciplinari.</p> <p>- 24-27</p> <p>Lo studente dimostra una soddisfacente/buona conoscenza e padronanza dei contenuti del corso, che declina con alcuni errori od omissioni e le cui correzioni ed integrazioni sono parzialmente guidate dal docente; le risposte alle domande poste sono sostanzialmente corrette, dimostrando una soddisfacente/buona capacita' di analisi autonoma. La capacita' comunicativa e' caratterizzata da una soddisfacente/buona coerenza nel collegare i concetti e nell'orientarsi nell'ambito disciplinare o in quelli ad esso correlati; adeguata chiarezza espositiva e sostanzialmente corretta proprieta' di linguaggio.</p> <p>- 18-23</p> <p>Lo studente dimostra una sufficiente/discreta conoscenza e padronanza dei contenuti del corso, che declina con errori od omissioni non gravi; le risposte alle domande poste, anche se complessivamente adeguate, sono caratterizzate da una limitata autonomia ed efficacia. La capacita' comunicativa e' caratterizzata da una accettabile coerenza nell'orientarsi e nel collegare i concetti in ambito disciplinare, sebbene in modo incerto e guidato; sufficienti chiarezza espositiva e proprieta' di linguaggio.</p> <p>Inferiore a 18</p> <p>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 capacita' di analisi e di risoluzione accettabile dei problemi posti, mancanza di autonomia nell'approccio metodologico, incapacita' di orientarsi autonomamente o di eseguire collegamenti disciplinari ed interdisciplinari; carenti capacita' espositive e di argomentazione, scarsa chiarezza ed inadeguata proprieta' di linguaggio</p>
<b>OBIETTIVI FORMATIVI</b>	<p>L'insegnamento ha l'obiettivo di far acquisire allo studente conoscenze e competenze relative ai sistemi elettrici e ibridi di automotive, nonché quelle necessarie a riconoscere e risolvere le problematiche ad essi connesse. Ulteriore obiettivo e' quello di far acquisire la consapevolezza circa la necessita' di operare uno studio continuo ed autonomo durante tutto l'arco della futura attivita' professionale, a causa della costante evoluzione normativa e legislativa e del progresso tecnico e tecnologico.</p>
<b>ORGANIZZAZIONE DELLA DIDATTICA</b>	<p>Il corso prevede lezioni frontali, esercitazioni guidate, analisi e discussione di casi studio. Le attivita' 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, e' 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 le esercitazioni e la discussione di casi studio lo studente e' stimolato ad analizzare in modo critico le problematiche proposte, sviluppando le proprie capacita' di analisi, di autonomia di giudizio, di comunicazione, di argomentazione e di proprieta' di linguaggio, essendo chiamato a confrontarsi col docente e con gli altri studenti.</p>
<b>TESTI CONSIGLIATI</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fotocopie dei trasparenti utilizzati</li> <li>• A.E. Fitzgerald, Charles Kingsley JR., Stephen D. Umans, "Electric Machinery" McGraw-Hill Education; 7th edition (January 28, 2013). ISBN-10 : 0073380466</li> <li>• M. Ehsani, Y. Gao, S. E. Gay and A. Emadi, "Modern Electric, Hybrid Electric, and Fuel Cell Vehicles: Fundamentals, Theory, and Design" (Power Electronics and Applications Series) CRC-PRESS ISBN 0-8493-3154-4</li> <li>• G. Pede, G. Brusaglino e Vitali, "Sistemi di Propulsione Elettrica ed Ibrida: dalla Sorgente a Bordo all'Attuazione Meccanica" ENEA 2009 ISBN 978-88-8286-205-3</li> <li>• Graham Atkin and Jonathan Storey, "Electric Vehicles (Prospects to battery-, fuel cell- and hybrid-powered vehicles)", Financial Times Automotive, Maple House, 149 Tottenham Court Road, London W1P 9LL, UK, 1998</li> <li>• A. Szumanowski, "Fundamentals of hybrid vehicle drives", ITE Warsaw-Radom 2000 (www.itee.radom.pl mailto: instytut@itee.radom.pl)</li> <li>• D.A.J. Rand, R. Woods, R.M. Dell, "Batteries for Electric Vehicles", Research Studies Press Ltd., 1998</li> <li>• J. Larminie, A. Dicks, "Fuel Cell System Explained", J. Wiley &amp; Sons, 2000</li> </ul>

### PROGRAMMA

ORE	Lezioni
4	Presentazione corso e concetti introduttivi. Strutture di veicoli elettrici e ibridi, analisi critica delle varie configurazioni possibili (ibridi serie, parallelo, split, etc; possibili collocazioni dei motori nei veicoli elettrici).
3	Il motore asincrono: strutture, tipologie e principio di funzionamento
4	Il motore sincrono: strutture, tipologie e principio di funzionamento
1	Schema a blocchi e componenti di un azionamento elettrico

## PROGRAMMA

<b>ORE</b>	<b>Lezioni</b>
4	Caratterizzazione statica e dinamica del sistema motore – carico. Discussione sulle caratteristiche richieste al veicolo elettrico e al veicolo ibrido e conseguente impatto sugli azionamenti elettrici impiegati
4	Problematiche connesse con la distribuzione della potenza a bordo veicolo, livelli di tensione, adozione di convertitori DC-DC per l'interfacciamento di sorgente di energia e azionamento
6	Tipi di batterie e loro impiego nei diversi veicoli, densita' di potenza e di energia, uso di supercondensatori per la frenata rigenerativa e i transistori rapidi
10	Strutture di azionamento adatte ai diversi impieghi, motorizzazioni previste e prevedibili, discussione e dimensionamento di massima
6	Confronto strutturale e di prestazioni (dimensioni del motore e del convertitore, costi, capacita' di sovraccarico etc.) tra le varie soluzioni di azionamento proponibili, anche in relazione alle diverse tipologie di veicoli
<b>ORE</b>	<b>Esercitazioni</b>
12	Esercitazioni numerico/pratiche con esempi di simulazione di alcuni azionamenti elettrici utilizzati in automotive