UNIVERSITÀ DI PISA

VEICOLI ELETTRICI E IBRIDI

MASSIMO CERAOLO

Anno accademico	2022/23
CdS	INGEGNERIA DEI VEICOLI
Codice	662II
CFU	12

Moduli	Settore/i	Tipo	Ore	Docente/i
ELECTRIC PROPULSION (PROPULSIONE ELETTRICA)	ING-IND/32	LEZIONI	60	MASSIMO CERAOLO
ON-BOARD ELECTRIC SYSTEMS (SISTEMI ELETTRICI DI BORDO)	ING-IND/33	LEZIONI	60	MASSIMO CERAOLO GIOVANNI LUTZEMBERGER

Obiettivi di apprendimento

Conoscenze

Il corso è composto di due moduli: "Sistemi elettrici di Bordo" e "Propulsione Elettrica".
Sistemi Elettrici di Bordo.
Conoscenze generali sull'architettura dei veicoli elettrici e ibridi.
Il funzionamento del sistema elettrico ausiliario dei veicoli stradali a propulsione convenzionale: schema, funzioni speciali (avviamento, accensione), componenti speciali (batterie, fuel cells e idrogeno).
Convertitori elettronici (prevalentemente DC/DC e convertitori a commutazione forzata) e azionamenti elettrici (DC, asincroni trifase, sincroni trifase).

Propulsione elettrica
Confronto di diverse categorie di veicoli stradali, basati sul concetto del Life-Cycle assessment e dell'analisi Well-to-wheels.
Apparati propulsivi di veicoli a propulsione elettrica (prevalentemente stradali e ferroviari).
Gestione dell'energia a bordo dei veicoli ibridi.
Architettura e funzionamento del sistema elettrico di alimentazione delle linee elettriche ferroviarie.

Modalità di verifica delle conoscenze

La verifica avverrà prevalentemente con la prova orale dell'esame finale.
Anche le prove pratiche, seppur orientate prevalentemente alla valutazione delle competenze, avranno una significativa valenza di valutazione delle conoscenze.

Capacità

Lo studente dovrà acquisire capacità di analizzare criticamente diverse architetture di propulsione per veicoli a propulsione elettrica e ibrida, nonché del sistema elettrico ausililiario di veicoli a propulsione convenzionale.
Dovrà acquisire capacità di simulare il funzionamento dei principali componenti e del sistema propulsivo veicolare nel suo assieme utilizzando il linguaggio di simulazione Modelica.

Modalità di verifica delle capacità

La verifica avverrà prevalentemente con le prova pratiche dell'esame finale in quanto durante esse gli studenti dovranno mostrare di essere capaci di effettuare simulazioni del funzionamento di sottosistemi e di power train completi, di analizzarne i risultati e commentarli in una relazione tecnica.
Anche la prova orale, seppur orientata prevalentemente alla valutazione delle conoscenze, avrà una significativa valenza di valutazione delle capacità, attragerso domantde specifiche del tipo "how-to".

Comportamenti

Il principale comportamento che si ritiene di fornire è lo sforzo di analisi critica in generale, e di fronte alle tematiche culturali del corso, soprattuto al rapporto con gli strumenti di simulazione.

Modalità di verifica dei comportamenti

Atteggiamento critico di fronte a domande aperte.
Atteggiamento critico di fronte a risultati imprevisti delle simulazioni.

Prerequisiti (conoscenze iniziali)

E' previsto che gli studenti possiedano conoscenze di base di elettromagnetismo e elettrotecnica, in particolare circuiti elettrici in corrente al continua e alternata, monofasi e trifasi, e macchine elettriche (sincrona, asincrona, trasformatore).

Indicazioni metodologiche

Le lezioni frontali di svolgono spesso con l'uso della lavagna, fisica o virtuale (proiezione di immagini contenenti testo e disegni realizzati a mano su tavoletta grafica). Questo in quanto il docente ritiene più produttivo che lo studente veda crescere il contenuto di una spiegazione mentre viene sviluppato alla lavagna, piuttosto che vederlo proiettato come prodotto finito.
Ciononostante in molti casi verrà fatto uso di slides, le quali sono comunque frequentemente integrate da spiegazioni e approfondimenti direttamente sviluppati alla lavagna (fisica o virtuale).
Per quanto riguarda le esercitazioni il docente fornirà agli allievi dei modelli di simulazione incompleti, che gli allievi competeranno e simuleranno. Il docente farà attenzione a stimolare la capacitià di analisi dei risultati.
Tutti i modelli sono realizzati nel linguaggio di simulazione standard Modelica, e saranno completamente aperti. Gli allievi avranno accesso a tutte le equaizioni dei modelli e potranno simularli virtualmente con qualsiasi tool di simulazione Modelica-compliant.

Programma (contenuti dell'insegnamento)

Sistemi elettrici di bordo
Lezioni
Il elettrico ausiliario dei veicoli stradali a propulsione convenzionale: schema, funzioni speciali (avviamento, accensione), componenti speciali (batterie, fuel cells e idrogeno).
Convertitori elettronici (inclusi ponti a diodi, convertitori DC/DC inverter a commutazione forzata) .
Azionamenti elettrici: in continua, in alternata basati sulla macchina asincrona, in corrente alternata basati sulla macchina sincrona a magneti permanenti
Esercitazioni
Simulazioni sul funzionamento di parti del sistema elettrico di bordo (es. generazione, accensione) e su convertitori elettronici (frazionatori, inverter, ponti a diodi)

Propulsione elettrica
Lezioni
Confronto di diverse categorie di veicoli stradali, basati sul concetto del Life-Cycle assessment e dell'analisi Well-to-wheels.
Differenti architetture dei veicoli elettrici e ibridi, incluso il possibile utilizzo dell'idrogeno e delle celle a combustibile.
Ottimizzazione dell'uso di energia nei veicoli a propulsione ibrida.
Analisi avanzata di azionamenti elettrici.
Sistemi elettrici ferroviari, inclusi i relativi sistemi di alimentazione in corrente continua e alternata.
La ricarica dei veicoli elettrici a batteria.
Esercitazioni
Simulazioni sul funzionamento di power train a propulsione elettrica a batteria, ed ibrida, secondo varie tipologie

Bibliografia e materiale didattico

- M. Ceraolo and D. Poli: Fundamentals of Electric Power Engineering, Wiley/IEEE ISBN-13: 978-1118679692
- altra documentazione personalmente fornita dal docente.

Indicazioni per non frequentanti

Si raccomanda vivamente la frequenza soprattutto in quanto lo studio individuale è poco adatto all'acquisizione delle competenza pratiche simulative.
Eventuali studenti che non intendessero frequentare attivamente dovranno prendere contatti con il docente per ricevere istruzioni su come prepararsi all'esame finale.

Modalità d'esame

L'esame finale è costituito da una prova orale e due prove pratiche in laboratorio informatico. Eccetto casi speciali, il voto finale sarà ottenuto come media aritmetica del voto della prova orale con la media dei voti delle prove pratiche.
La sessione orale dura tipicamente circa 30 minuti per modulo, e consiste nella discussione di un significativo numero di argomenti del programma.
Ognuna delle due prove pratiche durerà tipicamente 3.5h, e consisterà in simulazioni utilizzanti il linguaggio Modelica, basate su simulazioni di riferimento effettuate nel corso delle esercitazioni, nonché nella redazione di un rapporto sulle simulazioni effettuate e sui risultati ottenuti.

Ultimo aggiornamento 06/09/2022 10:25