Insegnamento	**Veicoli Ibridi**
Livello e corso di studio	Laurea Magistrale in Ingegneria Meccanica LM-33
Settore scientifico disciplinare (SSD)	ING-IND/09
Anno di corso	2
Numero totale di crediti	9
Propedeuticità	**Dinamica del veicolo**
Docente	Laura Tribioli https://ricerca.unicusano.it/author/laura-tribioli/ Nickname: laura.tribioli Email: laura.tribioli@unicusano.it Orario di ricevimento: consultare calendario videoconferenze
Presentazione	Il corso di veicoli ibridi ha lo scopo di far acquisire allo studente una buona conoscenza delle più comuni tecnologie alternative alla propulsione tradizionale. Il corso propone di presentare allo studente le varie architetture dei veicoli elettrici e ibridi, i concetti fondamentali sulla gestione energetica di bordo, le varie alternative per i sistemi di accumulo elettrochimico, l'utilizzo nella trazione ibrida di sistemi di generazione a celle a combustibile. Nel corso verranno anche affrontati i concetti di base della dinamica del veicolo finalizzati alla realizzazione di semplici modelli zero-dimensionali di veicoli, volti al design di semplici strategie di gestione energetica di bordo. Tali modelli verranno quindi utilizzati per analizzare criticamente l'effetto della strategia sulle prestazioni del veicolo. Le E-tivity associate al corso sviluppano le competenze necessarie a simulare il funzionamento dei principali componenti e dell'intero veicolo, utilizzando MS Excel (o analoghi) e/o Matlab/Simulink.
Obiettivi formativi	1. Illustrare le motivazioni fondamentali che spingono la tecnologia verso propulsioni alternative 2. Illustrare le più comuni configurazioni di veicoli ibridi ed elettrici 3. Illustrare i concetti fondamentali per la modellazione dei componenti del powertrain e del veicolo nel suo insieme 4. Illustrare i concetti fondamentali sulla gestione energetica a bordo 5. Fornire una le conoscenze di base per la realizzazione di semplici modelli zero-dimensionali di veicoli ibridi
Prerequisiti	La frequenza al corso richiede il superamento delle propedeuticità di **Motori a combustione interna** e **Dinamica del veicolo**. Inoltre si richiede un'ottima conoscenza anche del sistema internazionale di unità di misura, delle conversioni tra diverse unità di misura e delle equivalenze tra multipli e sottomultipli, nonché dei concetti base della termodinamica e dell'analisi energetica. Al riguardo, si consiglia di rivedere tali nozioni, essenziali ai fini della comprensione della materia e dell'apprendimento della stessa. È inoltre fortemente consigliato aver sostenuto l'esame di **Tecnologie Energetiche Sostenibili**.
Risultati di apprendimento	**Conoscenza e capacità di comprensione (KNOWLEDGE AND UNDERSTANDING)** Lo studente acquisirà conoscenze sulle architetture dei veicoli elettrici e ibridi, sulla gestione energetica dei flussi di potenza, sulle varie possibilità di accumulo elettrochimico e sui sistemi di generazione a celle a combustibile. Lo studente avrà anche acquisito la capacità di realizzare semplici modelli di veicoli, per ideare e testare semplici strategie di gestione. Lo studente al termine del Corso avrà dimostrato di conoscere le configurazioni più comuni di veicoli elettrici e ibridi e avrà acquisito la capacità di analisi degli stessi. Tramite le E-tivity gli studenti acquisiranno la capacità di applicare nella pratica i concetti teorici con particolare riferimento ad analisi energetiche e prestazionali, a livello macroscopico, per design preliminari delle strategie di gestione energetica a bordo. **Applicazione della conoscenza e comprensione (APPLYING KNOWLEDGE AND**

	UNDERSTANDING) Lo studente sarà in grado di utilizzare le conoscenze acquisite per l'analisi energetica e prestazionale di tali sistemi e per il dimensionamento di massima dei componenti a bordo. Sarà inoltre in grado di applicare i giusti modelli matematici e le principali leggi fisiche per la soluzione di problemi di gestione energetica. Le E-tivity prevedono l'applicazione delle conoscenze teoriche a problemi pratici. Svolgendo le E-tivity, lo studente saprà realizzare quindi semplici modelli zero-dimensionali per l'analisi delle prestazioni e il design di semplici strategie di gestione. **Capacità di trarre conclusioni (ABILITY TO DRAW CONCLUSIONS)** Lo studente sarà in grado di individuare i modelli più appropriati per descrivere i singoli blocchi funzionali del sistema veicolo ibrido. Lo studente saprà quindi analizzare criticamente diverse architetture di propulsione per veicoli a propulsione elettrica e ibrida. **Abilità comunicative (COMMUNICATION SKILLS)** Lo studente sarà in grado di descrivere e sostenere conversazioni sulla propulsione alternativa, adoperando una terminologia adeguata. **Capacità di apprendere (LEARNING SKILLS)** Lo studente al termine del Corso avrà conoscenza delle nozioni fondamentali necessarie per l'analisi energetica di veicoli ibridi.
Organizzazione dell'insegnamento	Il corso è sviluppato attraverso le **lezioni preregistrate audio-video** che compongono, insieme a slide e dispense, i materiali di studio disponibili in piattaforma, e distribuiti in 9 moduli per aree tematiche: - Modulo 1: Concetti introduttivi - Modulo 2: Fondamenti di propulsione stradale - Modulo 3: Fondamenti sui propulsori termici ed elettrici - Modulo 4: Fondamenti sui sistemi di accumulo elettrochimici - Modulo 5: Metodi e strumenti per la stima dei consumi energetici e/o di combustibile di un veicolo - Modulo 6: Architetture dei veicoli ibridi - Modulo 7: Design e Gestione di Drivetrain Ibridi - Modulo 8: Veicoli a fuel cell Sono poi proposti dei test di autovalutazione di tipo asincrono, che corredano le lezioni preregistrate, tramite i quali ogni studente può valutare sia la comprensione, sia il grado di conoscenza acquisita dei vari contenuti e prendere coscienza di quali siano, eventualmente, i propri punti deboli e le lacune sui vari argomenti del programma. La **didattica interattiva** è svolta nei Forum della "classe virtuale" (Area collaborativa della piattaforma) e comprende **5 E-tivity** in cui lo studente applica le conoscenze acquisite nelle lezioni di teoria al fine di realizzare semplici modelli monodimensionali di veicoli ibridi. Verrà quindi aperto un Forum per il trimestre in corso in cui verrà attivato un *thread* di supporto allo svolgimento dell'E-tivity. In particolare, il Corso di Veicoli Ibridi prevede 9 C.F.U. (Crediti Formativi Universitari). Il carico totale di studio per questo insegnamento corrisponde circa a 225 ore così suddivise in: - circa 179 ore per la visualizzazione e lo studio del materiale videoregistrato (27 ore videoregistrate); - circa 38 ore di Didattica Interattiva per le E-tivity; - circa 8 ore di Didattica Interattiva per l'esecuzione dei test di autovalutazione. Si consiglia di distribuire lo studio della materia uniformemente in un periodo di 10 settimane circa, dedicando allo studio circa 20-25 ore a settimana.
Contenuti del corso	**Modulo 1** – Concetti introduttivi (3 lezioni di teoria videoregistrate per un impegno di 10,5 ore; 3 test di autovalutazione per un impegno totale di circa 1 h – settimana 1). Vengono affrontati i seguenti argomenti: Inquinamento atmosferico, Riscaldamento globale, Importanza dello sviluppo di sistemi con propulsione alternativa a quella fossile, storia dei veicoli elettrici, ibridi e a fuel cell. **Modulo 2** – Fondamenti di propulsione stradale (5 lezioni di teoria videoregistrate + 3 lezioni di esercizi per un impegno di 25 ore; 2 test di autovalutazione per un impegno totale di circa 1 h – settimana 1 e settimana 2). Vengono affrontati i seguenti argomenti: concetti base della dinamica del veicolo; concetti base sul sistema di trasmissione; valutazione delle performance del veicolo; valutazione dei consumi; prestazioni in frenata. Si cominceranno a realizzare piccoli codici per la soluzione della dinamica del veicolo, propedeutici alla realizzazione dell'E-tivity 1. **E-tivity 1 -** Modulo 2 (impegno di 7 ore circa, settimana 2) **Modulo 3** – Fondamenti sui propulsori termici ed elettrici (5 lezioni di teoria videoregistrate + 3 lezioni di esercizi per un impegno di 25 ore; 3 test di autovalutazione per un impegno totale di circa 1,5 h – settimana 2 e settimana 3). Vengono affrontati i seguenti argomenti: motori a combustione interna, motori elettrici DC, a induzione, a magneti permanenti e motori a riluttanza commutata. Si cominceranno a realizzare piccoli codici per la modellazione del propulsore termico ed elettrico, propedeutici alla realizzazione dell'E-tivity 2.

	E-tivity 2 - Modulo 3 (impegno di 7 ore circa, settimana 3) **Modulo 4** – Fondamenti sui sistemi di accumulo elettrochimici (4 lezioni di teoria videoregistrate + 2 lezioni di esercizi per un impegno di 21 ore; 2 test di autovalutazione per un impegno totale di circa 1 h – settimana 3 e settimana 4). Vengono affrontati i seguenti argomenti: batterie e supercondensatori; Si cominceranno a realizzare piccoli codici per la modellazione dei sistemi di accumulo elettrochimico, propedeutici alla realizzazione dell'E-tivity 3. **E-tivity 3 -** Modulo 4 (impegno di 7 ore circa, settimana 4) **Modulo 5** –Metodi e strumenti per la stima dei consumi energetici e/o di combustibile di un veicolo (4 lezioni di teoria videoregistrate + 3 lezione di esercizi per un impegno di 24,5 ore; 2 test di autovalutazione per un impegno totale di circa 1 h – settimana 4 e settimana 5). Vengono affrontati i seguenti argomenti: i cicli di guida standard e i metodi per la stima dei consumi di un propulsore termico e di un propulsore elettrico. Si cominceranno a realizzare piccoli codici per la modellazione dei sistemi di accumulo elettrochimico, propedeutici alla realizzazione dell'E-tivity 4. **E-tivity 4 -** Modulo 5 (impegno di 7 ore circa, settimana 5) **Modulo 6** – Architetture dei Veicoli Ibridi (3 lezioni di teoria videoregistrate per un impegno di 10,5 ore; 2 test di autovalutazione per un impegno totale di circa 1 h – settimana 5 e settimana 6). Vengono affrontati i seguenti argomenti: configurazioni di veicoli elettrici e ibridi; caratteristiche del motore elettrico di trazione; analisi e modellazione di architetture serie, parallelo e combinata. **Modulo 7** – Design e Gestione di Drivetrain Ibridi (9 lezioni di teoria videoregistrate + 5 lezioni di esercizi per un impegno di 45 ore; 3 test di autovalutazione per un impegno totale di circa 1 h – settimana 6, settimana 7 e settimana 8). Vengono affrontati i seguenti argomenti: dimensionamento dei componenti principali e possibili strategie di controllo per la gestione dei flussi di potenza. Esempi. Si cominceranno a realizzare piccoli codici per la modellazione dell'intero veicolo, comprensivo di propulsori e sistema elettrochimico, propedeutici alla realizzazione dell'E-tivity 5. **E-tivity 5 -** Moduli 6 e 7 (impegno di 10 ore circa, settimana 8) **Modulo 8** – Veicoli a fuel cell. (4 lezioni di teoria videoregistrate + 1 lezione di esercizi per un impegno di 17,5 ore; 1 test di autovalutazione per un impegno totale di circa 1/2 h – settimana 9). Vengono affrontati i seguenti argomenti: Principi di funzionamento delle fuel cell. Esempi di veicoli a fuel cell.
Materiali di studio	**MATERIALI DIDATTICI A CURA DEL DOCENTE:** Il materiale didattico presente in piattaforma è suddiviso in 8 moduli. Essi ricoprono interamente il programma e ciascuno di essi contiene dispense, slide e videolezioni in cui il docente commenta le slide. Tale materiale contiene tutti gli elementi necessari per affrontare lo studio della materia. **Testi consigliati:** · **Mehrdad Ehsani, Yimin Gao, Sebastien E. Gay, Ali Emadi,** Modern Electric, Hybrid Electric, and Fuel Cell Vehicles (Fundamentals, Theoty and Design), CRC Press LLC · **Paolo G. Iora,** Tecnologie per la Mobilità Sostenibile. Veicoli elettrici, ibridi e a fuel cell, Casa Editrice Esculapio
Modalità di verifica dell'apprendimento	L'esame consiste di norma nello svolgimento di una prova scritta di 90 minuti tendente ad accertare l'acquisizione dei concetti del corso e, in mancanza di svolgimento delle E-tivity, le capacità di analisi e rielaborazione dei concetti acquisiti. Ai fini della valutazione complessiva dell'esame, fino a 16 trentesimi sono assegnati allo studente in virtù della valutazione conseguita nell'E-tivity. La prova scritta finale sarà strutturata in 4 domande di teoria a risposta aperta: 3 domande di concetto (ognuna da 5 punti) e 1 domanda di ragionamento (da 16 punti, da svolgersi se e solo se non sono state svolte le E-tivity). I punteggi sono tutti additivi e un punteggio totale di 31 trentesimi si tradurrà nella votazione finale di 30/30 con Lode. **L'esame finale si intende superato se e solo se il punteggio finale, <u>con o senza etivity</u>, è maggiore o uguale a 18.** Durante la prova scritta NON è consentito utilizzare dispense, appunti, testi o formulari in formato cartaceo né digitale. Non è necessario l'utilizzo di calcolatrici.
Criteri per l'assegnazione dell'elaborato finale	L'assegnazione dell'**elaborato finale** avverrà sulla base di un colloquio con il docente in cui lo studente manifesterà i propri specifici **interessi** in relazione a qualche argomento che intende approfondire; non esistono **preclusioni** alla richiesta di assegnazione della tesi e non è prevista una **media particolare** per poterla richiedere.