



# UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PALERMO

<b>DIPARTIMENTO</b>	Ingegneria
<b>ANNO ACCADEMICO OFFERTA</b>	2023/2024
<b>ANNO ACCADEMICO EROGAZIONE</b>	2023/2024
<b>CORSO DILAUREA MAGISTRALE</b>	INGEGNERIA MECCANICA
<b>INSEGNAMENTO</b>	MOTORI PER LA PROPULSIONE SOSTENIBILE
<b>TIPO DI ATTIVITA'</b>	B
<b>AMBITO</b>	50370-Ingegneria meccanica
<b>CODICE INSEGNAMENTO</b>	23195
<b>SETTORI SCIENTIFICO-DISCIPLINARI</b>	ING-IND/08
<b>DOCENTE RESPONSABILE</b>	PIPITONE EMILIANO Professore Ordinario Univ. di PALERMO
<b>ALTRI DOCENTI</b>	
<b>CFU</b>	9
<b>NUMERO DI ORE RISERVATE ALLO STUDIO PERSONALE</b>	144
<b>NUMERO DI ORE RISERVATE ALLA DIDATTICA ASSISTITA</b>	81
<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>PIPITONE EMILIANO</b> Lunedì 10:00 11:00 Mercoledì 10:00 11:00 Studio del docente, edificio 8, plesso Macchine, piano primo

<b>PREREQUISITI</b>	Fondamentale e' la conoscenza delle macchine a fluido, dei concetti e dei principi della termodinamica, della trasmissione del calore, della meccanica dei fluidi e della meccanica applicata alle macchine
<b>RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI</b>	<p>Conoscenza e capacita' di comprensione: Lo studente, al termine del corso, avra' acquisito conoscenze e metodologie per affrontare e risolvere problematiche inerenti l'impiego dei motori a c.i..</p> <p>Conoscenza e capacita' di comprensione applicate: Lo studente avra' acquisito conoscenze e metodologie adeguate per la progettazione, la regolazione e la gestione ottimale dei motori a c.i.</p> <p>Autonomia di giudizio: Lo studente avra' acquisito conoscenze che gli consentiranno di analizzare ed ottimizzare la combustione, massimizzare l'efficienza energetica e le prestazioni, minimizzare l'inquinamento prodotto dai motori a c.i.</p> <p>Abilita' comunicative: Lo studente sara' in grado di comunicare con competenza e proprieta' di linguaggio a proposito di problematiche complesse di progettazione, regolazione e controllo dei motori a c.i.</p> <p>Capacita' di apprendere: Lo studente sara' in grado di affrontare in autonomia studi avanzati relativi alla propulsione automobilistica, aeronautica e navale con motori a c.i. e di approfondire tematiche complesse sulla progettazione e l'impiego di motori e combustibili innovativi.</p>
<b>VALUTAZIONE DELL'APPRENDIMENTO</b>	<p>Valutazione mediante prova scritta seguita da eventuale prova orale.</p> <p>Durante la prova scritta e' consentito l'uso di materiale stampato, di calcolatrici anche programmabili, mentre e' SEVERAMENTE VIETATO l'uso di qualunque dispositivo dotato di collegamento con o senza fili, come computer, smartphone, tablet, PDA, etc...</p> <p>Valutazione prova scritta in trentesimi, con voto massimo 30/30</p> <p>Valutazione prova orale in trentesimi, con voto massimo 30/30</p> <p>Valutazione finale: punteggio medio tra prova scritta e prova orale.</p> <p>Valutazione: Eccellente. 30-30 e lode. Ottima conoscenza degli argomenti, ottima proprieta' di linguaggio, buona capacita' analitica, lo studente e' in grado di applicare in totale autonomia le conoscenze acquisite, risolvendo correttamente tutti i quesiti proposti.</p> <p>Molto buono. 27-29. Buona padronanza degli argomenti, piena proprieta' di linguaggio, lo studente e' in grado di applicare le conoscenze acquisite con discreta autonomia, risolvendo correttamente tutti i quesiti proposti con pochi errori di valutazione.</p> <p>Buono. 24-26. Conoscenza di base dei principali argomenti, discreta proprieta' di linguaggio, con limitata capacita' di applicare autonomamente le conoscenze acquisite, lo studente risolve tutti i quesiti proposti con soluzioni mediamente corrette.</p> <p>Soddisfacente. 21-23. Non ha piena padronanza degli argomenti principali dell'insegnamento ma ne possiede le conoscenze, soddisfacente proprieta' di linguaggio, scarsa capacita' di applicare autonomamente le conoscenze acquisite, lo studente risolve la maggior parte dei quesiti proposti con soluzioni mediamente corrette.</p> <p>Sufficiente. 18-20. Minima conoscenza di base degli argomenti principali dell'insegnamento e del linguaggio tecnico, scarsissima o nulla capacita' di applicare autonomamente le conoscenze acquisite, lo studente risolve la maggior parte dei quesiti proposti con errori accettabili.</p> <p>Insufficiente. Non possiede una conoscenza accettabile dei contenuti degli argomenti trattati nell'insegnamento, lo studente non risolve la maggior parte dei quesiti proposti con errori accettabili.</p>
<b>OBIETTIVI FORMATIVI</b>	Lo studente, al termine del corso, avra' acquisito conoscenze di base sul funzionamento dei motori alternativi a combustione interna, unitamente al loro impiego nella trazione terrestre, nella propulsione aerea ed in quella navale. Sara' quindi in grado di destreggiarsi nella scelta del motore piu' indicato per una determinata applicazione, ed avra' gli elementi per prevederne le

	prestazioni di massima in termini di servizio reso e di rendimento conseguito.
<b>ORGANIZZAZIONE DELLA DIDATTICA</b>	5 ore di lezione settimanale, 3 ore di esercitazione settimanale
<b>TESTI CONSIGLIATI</b>	<p>In lingua italiana:  Beccari A. e C. Caputo : "Motori termici Volumetrici" ed. UTET, Torino 1987, ISBN: 8802041091  Beccari A. "Esercizi di Macchine" Ed, CLUT, Torino 1986, ISBN: 978-8879920438  Giancarlo Ferrari, "Motori a combustione interna", Società Editrice Esculapio, 2ª Edizione, 2016, ISBN: 8874889712</p> <p>English language:  Heywood J.B. "Internal Combustion Engine Fundamentals - Second Edition" McGraw-Hill Book Company, 2018, ISBN: 9781260116106  Giancarlo Ferrari, "Internal Combustion Engines", Società Editrice Esculapio, 2nd Edition, 2014, ISBN: 8874887655</p>

### PROGRAMMA

ORE	Lezioni
1	Introduzione ai motori volumetrici a combustione interna ed esterna; confronto con altri tipi di impianti motori: vantaggi e svantaggi.
5	Modalità di combustione e cicli termodinamici di riferimento: ciclo Otto, ciclo Diesel e ciclo Sabathè; confronto fra introduzione di calore a temperatura, pressione e volume costante. Cicli sovraespansi: ciclo Atkinson e ciclo Miller. Ciclo limite.
6	Potenza di un motore alternativo. Rendimenti: limite, interno ed organico. Effetto delle condizioni ambiente sulla potenza. Coefficiente di riempimento: motori a quattro e a due tempi. Rendimento organico di motori automobilistici e non.
2	Sistemi di distribuzione con fasatura ed alzata variabile (VVT e VVA)
4	Caratteristica meccanica del motore; carico strada, cubica di assorbimento e punto di funzionamento; mappa collinare del consumo specifico.
6	Propulsione ibrida termica-elettrica: caratteristiche principali, tipologie di architettura, funzionamento serie, funzionamento parallelo; vantaggi ed analisi dei flussi di potenza.
6	Sovralimentazione dei motori alternativi: scopi e realizzazioni.
4	Motori ad accensione comandata: carburazione, funzionamento, regolazione; modello di combustione, propagazione del fronte di fiamma; combustioni normali ed anomale: requisiti motoristici dei carburanti; Numero d'Ottano e motore CFR.
3	Motore ad accensione per compressione: generalità, funzionamento, regolazione, modello di combustione; requisiti dei combustibili, numero di Cetano, motore CFR.
5	Sistemi di iniezione diretta ed indiretta per motori ad acc. comandata; sistemi di iniezione diretta per motori ad acc. per compressione.
6	Problematica generale della produzione e dell'abbattimento delle sostanze inquinanti allo scarico dei motori a c.i.
4	Impiego di combustibili gassosi (gas naturale e GPL): vantaggi e problematiche. Impiego di idrogeno: caratteristiche dalla combustione, effetto della dosatura, densità di potenza del motore, emissioni. Impiego di bio-combustibili per motori ad acc. comandata (bioetanolo e biometanolo) e per motori ad acc. per compressione: oli vegetali e bio-diesel.
3	Modalità di combustione alternative: combustione dual-fuel, combustione HCCI ed RCCI.
1	Frazionamento della cilindrata e problematiche relative all'andamento della coppia erogata nel tempo.
4	Applicazioni aeronautiche del motore volumetrico a combustione interna: problematica generale, caratteristica meccanica, quota di tangenza e di adattamento, andamento della pressione media effettiva in funzione della quota, regolazioni e curve di calibratura; prestazioni in quota di motori sovralimentati.
ORE	Esercitazioni
2	Introduzione ai motori volumetrici a combustione interna; cicli di riferimento, calcolo di rendimenti ideali e rendimenti limite.
2	Potenza di un motore alternativo. Consumo specifico, rendimento interno ed organico. Coefficiente di riempimento. Calcolo di p <sub>me</sub> , p <sub>mi</sub> , p <sub>v</sub> , e variazione con le condizioni ambiente.
6	Sovralimentazione dei motori alternativi: calcolo di prestazioni, rendimenti e consumi
3	Calcolo dei principali parametri di iniezione diretta o indiretta, di combustibile liquido o gassoso.
6	Applicazioni aeronautiche del motore a combustione interna, quota di tangenza e di adattamento, pressione media effettiva in quota, regolazioni e curve di calibratura; prestazioni in quota di motori sovralimentati.
2	Calcolo del consumo di combustibile in un veicolo a propulsione ibrida