



Università degli Studi di Enna "Kore"
Facoltà di Ingegneria ed Architettura
Anno Accademico 2015 – 2016

A.A.	Settore Scientifico Disciplinare		CFU	Insegnamento	Ore di aula		Mutuazione	
2015/16	ING-IND/06 - FLUIDODINAMICA		9	Aerodinamica	72		No	
Classe	Corso di studi			Tipologia di insegnamento	Anno di corso e Periodo		Sede delle lezioni	
L09	Ingegneria aerospaziale			Caratterizzante	II Anno Secondo Semestre		Facoltà di Ingegneria ed Architettura	
N° Modulo	Nome Modulo	Tipologia lezioni	Ore	Docente	SSD	Ruolo	Interno	Affidamento
1	Aerodinamica	Lezioni frontali	72	Barbara Milici E-mail: barbara.milici@unikore.it	ING-IND/06	Docente a contratto		contratto

Prerequisiti

L'allievo dovrà avere conoscenze di analisi e fisica matematica di base, con particolare riferimento a quelle nozioni quali i principi della cinematica e dinamica del moto, nonché i concetti di derivazione ed integrazione di funzioni matematiche. Pur non essendo formalmente richiesta alcuna propedeuticità, lo studio approfondito di tali materie di base rappresenta un requisito importante per la comprensione del corso

Propedeuticità

Nessuna

Obiettivi formativi

Il corso presenta i fondamenti dell'aerodinamica a partire dall'individuazione delle equazioni differenziali che governano la dinamica di un fluido in moto. Nel corso sono illustrati sia gli aspetti fenomenologici sia gli strumenti concettuali e matematici necessari per trattare correnti attorno a profili ed ali per i diversi regimi: subsonico, transonico e supersonico. Attraverso la modellazione della nascita e diffusione della vorticità e del suo trasporto si forniranno le nozioni basilari e le applicazioni di progetto per il calcolo della portanza e della resistenza dei profili alari. illustrare gli aspetti dei flussi



Università degli Studi di Enna “Kore” Facoltà di Ingegneria e Architettura

supersonici e i metodi matematici di approccio nonché l’aspetto fisico della nascita ed evoluzione delle onde d’urto normali e oblique su corpi aerodinamici. Vengono successivamente illustrate le nozioni fondamentali riguardanti la fenomenologia delle correnti separate, prodotte da corpi aerodinamici in condizioni di alta incidenza e dai cosiddetti “corpi tozzi. Alla fine del corso gli allievi dovranno essere in grado di valutare il comportamento aerodinamico di corpi di forma diversa ed in particolare di utilizzare le metodologie aeronautiche classiche di previsione dei carichi per configurazioni aerodinamiche, tipicamente rappresentate da ali in moto subsonico. Altro obiettivo sarà quello di approfondire l’aerodinamica di ali rotanti e delle teorie fisico-matematiche per lo studio delle prestazioni di un’elica (trazione, coppia, rendimento e fasi di funzionamento).

Risultati di apprendimento (Descrittori di Dublino):

Alla fine del corso, gli studenti dovranno aver conseguito le seguenti abilità, conoscenze e competenze:

Conoscenza e capacità di comprensione:

Acquisizione dei concetti della meccanica del continuo in campo aerodinamico e delle equazioni che reggono lo studio della meccanica dei fluidi incomprimibili e/o comprimibili. Teoria della vorticità. Teoria dei profili alari e delle forze aerodinamiche agenti su un velivolo completo in un fluido reale in regime subsonico e supersonico. Teorie generali che reggono lo studio del moto nello strato limite. Acquisizione dei concetti sui quali si basa il funzionamento di un ugello convergente/divergente. Conoscenza tecnico/strutturale e manutenzione di eliche aerodinamiche.

Conoscenza e capacità di comprensione applicate:

Capacità di riconoscere, organizzare e applicare i contenuti della disciplina ai concetti di progetto aerodinamico degli elementi principali un velivolo completo. Capacità di scelta degli approcci di analisi e progetto in problemi fluidodinamici. Capacità di valutazione delle azioni aerodinamiche del velivolo completo e loro evoluzione/interferenza con i dispositivi di sostentamento, controllo e manovra.

Conoscenza dei metodi teorici e sperimentali di analisi e calcolo delle variabili fluidodinamiche del velivolo.

Autonomia di giudizio:

Essere in grado di valutare le variabili esterne e le specifiche di progetto per adeguarle alla fase di design di un corpo aerodinamico complesso

Abilità comunicative:

Capacità di confrontare il proprio bagaglio cognitivo nel contesto sia della ricerca scientifica che nelle applicazioni industriali aerospaziali nonché in quelle nelle quali le tematiche aeronautiche vengono ampiamente e basicamente applicate.

Capacità di apprendere:

Capacità di critica e di discernimento della letteratura di riferimento. Capacità intellettuale di applicare le metodologie acquisite e tipiche della fluidodinamica a settori di ricerca e/o applicativi di livello superiore.



Contenuti e struttura del corso

Lezioni frontali:

N. ARGOMENTO	TIPOLOGIA	DURATA
1 <i>Richiami di Fisica matematica: Grandezze scalari, vettoriali e tensoriali. Prodotto scalare e vettoriale. L'operatore nabla, gradiente, divergenza, rotore, laplaciano. Teoremi di Gauss e Stokes. Campi solenoidali e campi irrotazionali. Identità vettoriali.</i>	Frontale	3h
2 <i>Definizioni fondamentali: densità, pressione, gas perfetto, calori specifici, velocità del suono, viscosità.</i>	Frontale	3h
3 <i>Le equazioni del moto: Descrizione euleriana e lagrangiana. Derivata materiale. Moto rigido e di deformazione. Teorema del trasporto di Reynolds. Bilancio di massa. Bilancio di quantità di moto. Equazioni di Navier-Stokes. Bilancio dell'energia. Adimensionalizzazione delle equazioni del moto e principali numeri adimensionali.</i>	Frontale	8h
4 <i>Il fluido ideale: Equazione di Bernoulli. Moto irrotazionale. Moti a potenziale. Principali tipo di moto a potenziale: corrente uniforme, pozzo e sorgente, doppietta, vortice. Flusso potenziale intorno ad un cilindro circolare. Nascita delle forze aerodinamiche. Portanza e resistenza. Teorema di Kutta-Joukowski.</i>	Frontale	11h
5 <i>Dinamica della vorticità: Teorema di Kelvin. Teoremi di Helmholtz. Equazione della vorticità. Ruolo del termine di stretching e tilting.</i>	Frontale	2h
6 <i>I profili alari: Ipotesi di Kutta. Il foglio vorticoso. Condizione di Kutta. Teoria di Glauert sui profili sottili e poco ricurvi. Stallo e ipersostentatori. Profili NACA.</i>	Frontale	6h
7 <i>L'ala di apertura finita: Geometria dell'ala: allungamento, forma in pianta, rapporto di rastremazione. Sistema di vortici per l'ala. Velocità indotta e incidenza indotta. Teoria della linea portante. Resistenza indotta. Polare dell'ala</i>	Frontale	6h
8 <i>Lo strato limite: Origine dello strato limite. Strato limite su lastra piana. Approssimazione delle equazioni del moto. Spessori caratteristici. Resistenza della lastra piana. Cenni di transizione laminare-turbolento e strato limite turbolento. Separazione dello strato limite.</i>	Frontale	6h
9 <i>Effetti della comprimibilità: Calcolo della velocità del suono. Numero di Mach. Propagazione dei disturbi in subsonico e supersonico. Flussi quasi 1-D. Grandezze di ristagno, critiche e limite. Flussi omentropici. Funzionamento degli ugelli. Onda d'urto normale. Gallerie supersoniche. Flussi con piccole perturbazioni. Potenziale di perturbazione. Profili alari subsonici. Teoria di Prandtl-Glauert. Profili alari</i>	Frontale	13h



Università degli Studi di Enna "Kore"
Facoltà di Ingegneria e Architettura

	<i>supersonici. Teoria di Ackerett. Forma ottimale dei profili supersonici. Espansione intorno ad una parete. Urti obliqui.</i>		
10	<i>Il velivolo completo: Cenni sull'aerodinamica della fusoliera, la coda, la configurazione canard, stima della polare del velivolo completo. Cenni sui metodi a pannelli</i>	Frontale	2h
11	<i>Le eliche: Principi fondamentali: Teoria delle ali rotanti. Teoria impulsiva semplice e generale per l'elica. Parametri geometrici e di progetto ed interazione di questi con le performance in termini di trazione, potenza e rendimento. Fasi e campi di applicazione dell'elica aeronautica. Diagrammi caratteristici e di progetto di un propulsore ad elica. Teoria degli elementi della pala. Calettamento alto/basso, angolo di inversione, angolo di attacco, velocità di rotazione, Slittamento dell'elica, Forze aerodinamiche, centrifughe e di spinta, Coppia, Flusso d'aria relativo sull'angolo di attacco della pala. Vibrazione e risonanza. Struttura dell'elica: Metodi costruttivi e materiali utilizzati per le eliche in legno, composite e metalliche, Punto stazione sulla pala, collo della pala, dorso della pala e mozzo. Eliche a passo fisso, a passo variabile, a velocità costante. Gruppo elica/ogiva. Controllo del passo dell'elica: Metodi di controllo della velocità e di variazione del passo, sistemi meccanici ed elettrici/elettronici. Messa in bandiera e passo negativo. Sincronizzazione delle eliche: Equipaggiamento di sincronizzazione e di messa in fase. Protezione delle eliche contro il ghiaccio: Equipaggiamento antighiaccio fluido ed elettrico.</i>	Frontale	12h

Attività esercitative / Lavoro di gruppo:

Verranno svolte esercitazioni in aula, al fine di garantire una migliore comprensione degli argomenti teorici affrontati durante il corso, in riferimento ai seguenti argomenti: portanza e resistenza per profili alari ed ali finite, funzionamento di un ugello convergente/divergente (utilizzo delle tabelle per flussi isoentropici), onde d'urto normali ed oblique.



Università degli Studi di Enna "Kore"
Facoltà di Ingegneria e Architettura

Testi adottati

Testi principali:

G. Graziani, *Aerodinamica*, Casa Editrice Sapienza, 2009

J.D. Anderson, *Fundamentals of Aerodynamics*, Mc Graw Hill, Third Edition

EASA PART 66:

TTS – Integrated Training System, Module 11A Turbine Aeroplane Aerodynamics, Structures and Systems for EASA PART 66 – Licence Category B1 and B2, Volume 1-2.

TTS – Integrated Training System, Module 13 Aircraft Aerodynamics, Structures and Systems for EASA PART 66 – Licence Category B1 and B2, Volume 1-2.

TTS – Integrated Training System, Module 17 Propeller for EASA PART 66 – Licence Category B1 and B2.

Materiale didattico a disposizione degli studenti: Appunti e dispense forniti dal docente.

Testi di riferimento:

J.D. Anderson, *Fundamentals of Aerodynamics*, Mc Graw Hill, Third Edition

Testi di approfondimento:

Katz-Plotkin: *Low Speed Aerodynamics*, McGraw

Modalità di accertamento delle competenze

L'accertamento delle competenze apprese dagli allievi si svolgerà attraverso un colloquio finale la cui durata è indicativamente pari a 45-60 minuti nel corso del quale verrà assegnato un esercizio scritto volto a verificare la capacità dello studente di portare a termine un'analisi di tipo quantitativo (40% della valutazione) e verranno discussi gli aspetti teorici sviluppati durante il corso (60% della valutazione).



Università degli Studi di Enna "Kore"
Facoltà di Ingegneria e Architettura

Orari di lezione e date di esame

Gli orari di lezione saranno pubblicati sulla pagina web del corso di laurea almeno due mesi prima dell'inizio delle lezioni:

<http://www.unikore.it/index.php/lingue-culture-programmi-insegnamenti-2/anno-accademico-2015-2016/iii-anno>

Le date di esami saranno pubblicati sulla pagina web del corso di laurea almeno due mesi prima dell'inizio della sessione d'esami:

<http://www.unikore.it/index.php/lingue-culture-programmi-insegnamenti-2/anno-accademico-2015-2016/iii-anno>

Modalità e orari di ricevimento

Gli orari di ricevimento saranno pubblicati sulla pagina personale del docente:

<http://www.unikore.it/index.php/docenti>

Note

Nessuna.

