



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI ENNA "KORE"

Facoltà di Ingegneria e Architettura

Anno Accademico 2021/2022

Corso di studi in Ingegneria Aerospaziale, classe di laurea L09

Insegnamento	Impianti Aerospaziali
CFU	9
Settore Scientifico Disciplinare	ING-IND/05
Nr. ore di aula	72
Nr. ore di studio autonomo	78
Nr. ore di laboratorio	0
Mutuazione	NO
Annualità	NO
Periodo di svolgimento	I semestre

Docente	E-mail	Ruolo ⁱ	SSD docente
Calogero Orlando	calogero.orlando@unikore.it	PA	ING-IND/05

Propedeuticità	Nessuna
Prerequisiti	Conoscenze derivanti dagli insegnamenti di Fisica Generale, Fisica Tecnica, Fondamenti di Aeronautica, Meccanica del Volo
Sede delle lezioni	Facoltà di Ingegneria e Architettura – Laboratorio M.A.R.T.A.

Moduli

N.	Nome del modulo	Docente	Durata in ore

Orario delle lezioni

L'orario delle lezioni sarà pubblicato sulla pagina web del corso di laurea:

https://gestioneaule.unikore.it/agendaweb_unikore/

Obiettivi formativi

Obiettivo del corso è quello di fornire allo studente un quadro sufficientemente dettagliato dei principali impianti di bordo necessari per il funzionamento di un velivolo. A tal fine, per ogni sistema vengono descritte l'architettura, i componenti ed il principio di funzionamento.

L'insegnamento si propone di portare gli allievi a sviluppare una capacità di analisi e di sintesi tale da consentire la verifica ovvero il progetto preliminare di un impianto e un suo dimensionamento di massima. Vengono a tal scopo forniti strumenti analitici per un primo dimensionamento con un approccio che tende a favorire una visione fisica della fenomenologia coinvolta nei sistemi aerospaziali e la loro descrizione mediante modelli matematici.

Contenuti del Programma

- | | | |
|---|-----|---|
| 1 | 3 h | Considerazioni Generali
Introduzione; Filosofia di progetto; Schemi funzionali; Scelta dei componenti; Analisi di funzionamento; Il concetto di affidabilità; Norme di impiego e manutenzione. |
| 2 | 1 h | Impianti per il Trasferimento di Energia
Introduzione; Energie utilizzabili a bordo; Trasferimento di energia meccanica; Dimensionamento degli impianti per la distribuzione di energia; Impianto idraulico; |

		Impianto Elettrico; Impianto Pneumatico.
3	6 h	<p>Richiami di Meccanica dei Fluidi</p> <p>Introduzione; Caratteristiche principali dei fluidi idraulici; Equazione di stato e modulo di comprimibilità; Modulo di comprimibilità effettivo; Idrostatica: il Principio di Pascal; Equazione di continuità; Conservazione dell'energia; Moto stazionario di un fluido incomprimibile; Fluido in quiete; Perdite di carico distribuite; Componenti discreti; Analogia elettrica.</p> <p>Esercitazione.</p>
4	8 h	<p>Impianto Idraulico</p> <p>Introduzione; Generalità sugli impianti idraulici; Pompe idrauliche; Organi di regolazione; Valvole; Servovalvole; Martinetti; Motori; Accumulatori; Serbatoi; Filtri; Guarnizioni.</p> <p>Tubi e raccordi: Identificazione e tipologie di tubi rigidi e flessibili con i relativi raccordi impiegati nell'aeromobile; Raccordi standard per i tubi degli impianti idraulico, del carburante, dell'olio, pneumatico e dell'aria dell'aeromobile. Curvatura e campanatura/svasatura delle tubature aeronautiche. Ispezione e prova di tubi e manicotti aeronautici. Installazione e fissaggio dei tubi.</p> <p>Esercitazione</p>
5	4 h	<p>Impianto Combustibile.</p> <p>Introduzione; Collocazione dei serbatoi; Tipi di serbatoi; Rifornimento; Architettura interna dei serbatoi; Misure di quantità di combustibile; Rete di distribuzione; Calcolo dell'impianto.</p> <p>Esercitazione</p>
6	8 h	<p>Carrello di atterraggio.</p> <p>Introduzione; Configurazioni del carrello; Retrazione ed estrazione; Ammortizzatore; Freni; Sistemi anti-bloccaggio delle ruote; Pneumatici; Ruote.</p> <p>Esercitazione</p>
7	8 h	<p>Comandi di Volo.</p> <p>Introduzione e Classificazione;</p> <p>Cavi di comando: Tipi di cavi; Raccordi terminali, tenditori e dispositivi di compensazione; Pulegge e componenti dei sistemi di cavi; Cavi Bowden; Sistemi di controllo flessibili aeronautici; Rastremazione dei raccordi terminali; Ispezione e prova dei cavi di comando; Cavi di comando flessibili aeronautici.</p> <p>Comandi ad aste e cavi, servoalette; sistemi di ipersostentazione; comandi idraulici, servocomandi equazioni di governo e problematiche di progetto.</p> <p>Fly-by-wire, sistemi di feeling artificiale, SAS, sistemi di trim e di protezione: Layout, equazioni di governo e problematiche di progetto.</p> <p>Esercitazione</p>
8	2 h	<p>Impianto Pneumatico</p> <p>Introduzione; Generazione e sorgenti: APU, compressori; Regolazione; Attuatori; Controllo della pressione; layout tipici di sistema.</p>
9	5 h	<p>Impianto di Pressurizzazione e Condizionamento.</p> <p>Introduzione; Condizioni di benessere;</p> <p>Le miscele di gas. Le miscele di gas e vapore: aria umida. Diagramma psicrometrico. Benessere termoigrometrico e condizionamento dell'aria.</p> <p>Pressurizzazione; Condizionamento; Ciclo Joule inverso; Ciclo bootstrap; Ciclo a vapore; Distribuzione; Impianto ausiliario per l'ossigeno, Sistemi di riscaldamento.</p> <p>Esercitazione</p>
10	1 h	<p>Impianto Antighiaccio.</p> <p>Introduzione; Meccanismo di formazione del ghiaccio; Metodo di calcolo; Effetti della formazione del ghiaccio; Sistemi per la prevenzione della formazione di ghiaccio; Sistemi per l'eliminazione del ghiaccio.</p>
11	7 h	Impianto Elettrico

Introduzione; Tipi di alimentazione; Scelta del tipo di impianto; Generazione di corrente elettrica; Motori elettrici; Accumulatori; Organi di protezione e manovra; Distribuzione dell'energia.

Cavi elettrici e connettori: Tipi di cavi, struttura e caratteristiche. Cavi ad alta tensione.

Tipi di connettori, perni, spine, prese, isolatori, corrente e tensione di funzionamento, accoppiamento.

Continuità, isolamento e tecniche di giunzione e di prova.

Uso di attrezzi per la crimpatura a funzionamento manuale e idraulico. Prova delle giunture crimpate.

Rimozione e inserimento dei pin di connessione.

Cavi coassiali: precauzioni di prova e d'installazione.

Identificazione dei cavi, criteri di ispezione e di tolleranza del danno.

Tecniche di protezione della cablatura: flessibili di protezione e relativi supporti, morsetti dei cavi, tecniche di protezione con rivestimenti, incluso il rivestimento termoretraibile, schermatura.

EWIS: installazione, ispezione, riparazione, manutenzione e criteri di pulizia.

12 1 h Sistemi di Emergenza

Introduzione; Sistemi di allarme; Sistemi anti-incendio; Inibizione di esplosione dei serbatoi; Ossigeno di emergenza; Fonti energetiche di emergenza; Evacuazione dei passeggeri; Evacuazione dell'equipaggio; Crash recorder.

13 8 h Strumenti di bordo

Introduzione; Bussola magnetica; Strumenti a pressione: Altimetro, Variometro, Anemometro; Strumenti giroscopici: Generalità sui giroscopi, Orizzonte artificiale, Indicatore di virata, Girodirezionale, Girobussola, Indicatore d'angolo d'attacco e di stallo. Cockpit digitale.

14 10 h Avionica

Introduzione; Comunicazioni: Campo elettromagnetico, Componenti di un impianto di comunicazione, Modulazione di portanti.

Radar: Tipi di radar;

Navigazione: Radiogoniometri e ADF, VOR e DME, TACAN, Sistemi iperbolici, GPS e DGPS, ILS, MLS, Radioaltimetro, Navigazione Doppler, Navigazione inerziale, Sistema IMA.

Altri sistemi elettronici/digitali aeronautici: BITE, ACARS, ECAM, EFIS, EICAS, FMS, TCAS.

Attrezzatura generale di prova dell'avionica: Funzionamento, funzione ed utilizzo dell'attrezzatura generale di prova dell'avionica.

Sistemi di Manutenzione a bordo (ATA 45): Computer centrali di manutenzione.

Sistema di carico dei dati. Sistema di biblioteca elettronica. Stampa. Monitoraggio strutturale

Servomeccanismi: Comprensione dei seguenti concetti: circuito aperto e chiuso, follow up, servomeccanismo, analogico, trasduttore, nullo, smorzamento, reazione, banda morta. Struttura, funzionamento ed uso dei seguenti componenti di sistemi sincroni: resolver, differenziale, controllo e coppia, trasformatori.

Risultati di apprendimento (descrittori di Dublino)

I risultati di apprendimento attesi e definiti secondo i parametri europei descritti dai cinque descrittori di Dublino sono:

1. Conoscenza e capacità di comprensione:

Conoscenza delle funzionalità, dei principi di funzionamento, delle tipologie e delle caratteristiche dei principali impianti di bordo degli aeromobili. Conoscenza dei metodi di analisi e calcolo con riferimento agli impianti di potenza (oleodinamico, elettrico, pneumatico)

2. Conoscenza e capacità di comprensione applicate:

Capacità di applicare metodi avanzati di analisi e calcolo per la valutazione dei principali parametri di funzionamento di un impianto aerospaziale.

3. Autonomia di giudizio:

Essere in grado riconoscere le problematiche proprie degli impianti aerospaziali e di individuarne le cause operando la scelta e l'applicazione degli approcci di analisi sistemica avanzata, determinando quindi i conseguenti interventi di soluzione.

4. Abilità comunicative:

Capacità di comunicare, per mezzo di relazioni tecniche, i risultati delle analisi sulle problematiche degli impianti aerospaziali. Avrà inoltre abilità comunicative sia a livello di interazione all'interno di un team sia a livello di interazione con tecnici specializzati.

5. Capacità di apprendere:

Lo studente apprenderà in modo approfondito i principi di funzionamento degli impianti aerospaziali che gli consentiranno l'approfondimento degli argomenti a livello superiore attraverso la maturata capacità di comprensione di testi, pubblicazioni e documenti specialistici.

Testi per lo studio della disciplina

Testi principali:

L. Puccinelli, P. Astori, Dispense del corso di Impianti Aerospaziali, A.A. 2005-2006, Facoltà di Ingegneria, Politecnico di Milano, Milano;

Testi di approfondimento:

Moir, Ian, and Allan Seabridge. Aircraft systems: mechanical, electrical and avionics subsystems integration. Vol. 52. John Wiley & Sons, 2011.

Pallett, E. H. J. (1993). Automatic flight control 4e. John Wiley & Sons.

TTS – Integrated Training System, Module 11A Turbine Aeroplane Aerodynamics, Structures and Systems for EASA PART 66 – Licence Category B1 and B2, Volume 2-5.

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

TTS – Integrated Training System, Module 6 Materials and Hardware for EASA PART 66 – Licence Category B1 and B2.

TTS – Integrated Training System, Module 7 Maintenance Practices for EASA PART 66 – Licence Category B1 and B2.

Aircraft Technical Book Company - Electronic Fundamentals Module 4 for B1

Aircraft Technical Book Company - Digital Techniques Module 5 for B2

Aircraft Technical Book Company - Materials and Hardware Module 6 for B1-B2

Aircraft Technical Book Company - Maintenance Practices Module 7A for B1-B2

Aircraft Technical Book Company - Aircraft Structures & Systems Module 11A for B1

Aircraft Technical Book Company - Aircraft Structures & Systems Module 13 for B2

Metodi e strumenti per la didattica

Lezioni Frontali; Esercitazioni svolte come lavoro di gruppo;

Materiale didattico a disposizione degli studenti presente sulla piattaforma informatica di Ateneo (ad accesso riservato agli studenti)

Modalità di accertamento delle competenze

La verifica delle conoscenze tecniche apprese dagli allievi si svolgerà attraverso un colloquio orale la cui durata è indicativamente pari a 40 minuti. Le domande possono spaziare sugli argomenti indicati nel programma del corso. La conoscenza dell'architettura e dei principi di funzionamento degli impianti, la capacità di disegnare gli schemi funzionali, la capacità di scrivere e risolvere le

equazioni di governo del sistema e la capacità di comunicare efficacemente usando i termini tecnici appropriati risultano fondamentali per il superamento dell'esame.

Date di esame

Le date di esame saranno pubblicate sulla pagina web del corso di laurea:

https://gestioneaule.unikore.it/agendaweb_unikore/

Modalità e orario di ricevimento

Tutti i giorni, sia in modalità virtuale che in presenza, previo appuntamento via e-mail.

ⁱ PO (professore ordinario), PA (professore associato), RTD (ricercatore a tempo determinato), RU (Ricercatore a tempo indeterminato), DC (Docente a contratto).