



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
Metodologia didattica	Lezioni frontali ed esercitazioni
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 ¹	SSD docente
Calogero Orlando	calogero.orlando@unikore.it	PA	ING-IND/05

Propedeuticità	Nessuna
Sede delle lezioni	Aula

Orario delle lezioni

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

<https://unikore.it/index.php/it/ingegneria-aerospaziale-rattivita-didattiche/calendario-lezioni>

Obiettivi formativi

Obiettivo del corso è 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 avanzati per un primo dimensionamento. L'approccio tende a favorire una visione fisica della fenomenologia coinvolta nei sistemi aerospaziali e la loro descrizione mediante modelli matematici. Il funzionamento dinamico di alcuni degli impianti o componenti studiati viene simulato al calcolatore.

Contenuti del Programma

- 1** Considerazioni Generali
Introduzione; Filosofia di progetto; Schemi funzionali; Scelta dei componenti; Analisi di funzionamento; Il concetto di affidabilità; Norme di impiego e manutenzione.
- 2** 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** Richiami di Meccanica dei Fluidi
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.

4 Impianto Idraulico

Introduzione; Generalità sugli impianti idraulici; Pompe idrauliche; Organi di regolazione; Valvole; Servovalvole; Martinetti; Motori; Accumulatori; Serbatoi; Filtri; Guarnizioni.

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

5 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.

6 Impianto Pneumatico

Introduzione; Generazione e sorgenti: APU, compressori; Regolazione; Attuatori; Controllo della pressione; layout tipici di sistema.

7 Impianto Combustibile.

Introduzione; Collocazione dei serbatoi; Tipi di serbatoi; Rifornimento; Architettura interna dei serbatoi; Misure di quantità di combustibile; Rete di distribuzione; Calcolo dell'impianto.

8 Impianto di Pressurizzazione e Condizionamento.

Introduzione; Condizioni di benessere;

Le miscele di gas. Le miscele di gas e vapore: aria umida. Diagramma psicrometrico. Benessere termoigrometrico e condizionamento dell'aria.

Pressurizzazione; Condizionamento; Ciclo Joule inverso; Ciclo bootstrap; Ciclo a vapore; Distribuzione; Impianto ausiliario per l'ossigeno, Sistemi di riscaldamento.

9 Impianto Antighiaccio.

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.

10 Carrello di atterraggio.

Introduzione; Configurazioni del carrello; Retrazione ed estrazione; Ammortizzatore; Freni; Sistemi anti-bloccaggio delle ruote; Pneumatici; Ruote; Sistema Air/Ground.

11 Comandi di Volo.

Introduzione e Classificazione;

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.

Comandi ad aste e cavi, servoalette; sistemi di ipersostentazione; comandi idraulici, servocomandi equazioni di governo e problematiche di progetto.

Fly-by-wire, sistemi di feeling artificiale, SAS, sistemi di trim e di protezione: Layout, equazioni di governo e problematiche di progetto.

12 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 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 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)

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

Conoscenza e capacità di comprensione:

Conoscenza delle funzionalità, dei principi di funzionamento, delle tipologie e delle caratteristiche dei principali impianti di bordo degli aeromobili e dei velivoli spaziali.

Conoscenza dei metodi di analisi e calcolo con riferimento agli impianti di potenza (oleodinamico, elettrico, pneumatico),

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.

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.

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.

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;

Materiale didattico a disposizione degli studenti:

Slides delle lezioni

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

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 esami saranno pubblicate sulla pagina web del corso di laurea:

<https://unikore.it/index.php/it/ingegneria-aerospaziale-esami/calendario-esami>

Modalità e orario di ricevimento

Il ricevimento, sia in modalità virtuale che in presenza, può essere concordato via email.

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

<https://www.unikore.it/index.php/ing-aerospaziale-persone/docenti-del-corso/itemlist/category/1899-prof-calogero-orlando>

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