



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI ENNA "KORE"

Facoltà di Ingegneria ed Architettura

Anno Accademico 2022/2023

Corso di studi in Ingegneria Aerospaziale, classe di laurea L-9

Insegnamento	Tecnologie e Manutenzione Aeronautica
CFU	6
Settore Scientifico Disciplinare	ING-IND/16 Tecnologie e sistemi di lavorazione
Metodologia didattica	Lezioni frontali ed esercitazioni
Nr. ore di aula	38
Nr. ore di studio autonomo	102
Nr. ore di laboratorio	10
Mutuazione	NO
Annualità	III Anno
Periodo di svolgimento	II Semestre

Docente	E-mail	Ruolo ¹	SSD docente
Davide Campanella	davide.campanella@unipa.it	DC	ING-IND/16

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

Moduli

N.	Nome del modulo	Docente	Durata in ore
1	Unico modulo di insegnamento	Davide Campanella	48

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

L'insegnamento si propone di fornire nozioni, ivi inclusa la nomenclatura, relative alla scienza aeronautica ed aerospaziale. In particolare verranno introdotte le nozioni di base relative alla metodologie pratiche per la realizzazione e simulazione dei processi di formatura di lamiere metalliche, pezzi pieni in materiale metallico e di pannelli in materiale composito, nonché alle pratiche di conservazione e di manutenzione degli stessi. L'insegnamento si propone di fornire allo studente gli strumenti teorici, numerici e sperimentali al fine di mettere a punto procedure per l'ingegnerizzazione dei processi manifatturieri nel contesto di riferimento aeronautico.

Contenuti del Programma

Materiali di impiego aeronautico

Leghe metalliche; struttura e deformazione dei solidi; legge costitutiva elastoplastica; leghe di alluminio, magnesio, titanio e acciai. Trattamenti termici, rivestimenti e protezioni superficiali. Materiali compositi; materiali convenzionali a matrice polimerica; rinforzi continui e discontinui, matrici, schiume e riempitivi. Materiali compositi innovativi: a matrice metallica, a matrice polimerica ed a matrice ceramica. Tessuti e legno di impiego aeronautico; generalità e caratteristiche.

Richiami di teoria della plasticità

Caratterizzazione e formabilità dei pezzi pieni e delle lamiere metalliche

Tecnologie di lavorazioni dei materiali metallici

Tecnologie convenzionali: fonderia; lavorazioni per deformazione plastica a caldo ed a freddo; lavorazione alla macchina utensile; tecnologie sottrattive convenzionali.

Tecnologie convenzionali materiali compositi

Formatura in autoclave o in pressa, avvolgimento, pultrusione, braiding, termoformatura, RIM, SMC, RTM, RFI.

Cenni su tecnologie speciali e/o innovative

Fresatura chimica, formatura superplastica, sinterizzazione, laser e water-jet; additive manufacturing.

Tecnologie di giunzione di materiali aeronautici

Rivettatura - Giunture rivettate, spaziatura e passo tra i rivetti. Attrezzi usati per rivettare ed eseguire imbutiture. Controllo delle giunture rivettate. Saldatura, brasatura - Metodi di saldatura; ispezione di giunture saldate. Metodi di saldatura e di brasatura; Ispezione di giunture saldate e brasate; Incollaggi - Metodi di incollaggio ed ispezione di giunture incollate. Cenni sui metodi di collegamento speciali e innovativi: laser beam, electron beam, friction-stir-welding, co-curing e fusion-bonding.

Tecniche di smontaggio, ispezione, riparazione e montaggio

Tipi di difetti e tecniche di ispezione visiva. Tecniche di ispezione non distruttiva, inclusi i metodi penetranti, radiografici, con corrente di Foucault, ultrasonici e boroscopici. Tecniche di smontaggio e rimontaggio. Tecniche per la risoluzione dei problemi. Ispezioni a seguito di eventi anormali quali scariche di fulmini e penetrazioni HIRF, atterraggi duri e voli attraverso turbolenze.

Tipologie di difetti e tecniche di riparazione

Metodi generali di riparazione, manuale di riparazione strutturale. Programmi di controllo relativi all'invecchiamento, alla fatica ed alla corrosione. Rilevazione di difetti/usura nei materiali metallici; Riparazione di materiali metallici; Rimozione della corrosione. Rilevazione di difetti/usura nei materiali compositi e non metallici; Riparazione di materiali compositi e non metallici; Tipi di difetti nei materiali legnosi e nelle strutture in legno; Rilevazione dei difetti nella struttura in legno; Riparazione delle strutture in legno; Tipi di difetti del tessuto; Riparazione del rivestimento in tessuto.

Molle

Tipi di molle, materiali, caratteristiche ed applicazioni; Ispezione e prova delle molle.

Cuscinetti

Funzione dei cuscinetti, carichi, materiali, struttura; Tipi di cuscinetti e relative applicazioni; Prova, pulizia ed ispezione dei cuscinetti; Requisiti relativi alla lubrificazione dei cuscinetti; Difetti dei cuscinetti e loro cause.

Trasmissioni

Tipi di ingranaggi e relative applicazioni; Rapporti degli ingranaggi, sistemi di ingranaggi per riduzione e per moltiplicazione, ingranaggi condotti e trasmettenti, ingranaggi folli, schemi di accoppiamento; Cinghie e pulegge, catene e pignoni. Ispezione di ingranaggi, gioco; Ispezione di cinghie e pulegge, catene e pignoni. Ispezione di martinetti a vite, dispositivi a leva, aste a carico alternato.

Procedure di manutenzione

Programma di manutenzione. Procedure di modifica. Procedure di magazzinaggio. Procedure di certificazione/riammissione in servizio. Interfaccia con il funzionamento dell'aereo. Ispezione manutentiva/controllo di qualità/assicurazione qualità. Procedure supplementari di manutenzione. Controllo di componenti a durata limitata.

Manutenzione e magazzinaggio delle eliche

Conservazione e deconservazione delle eliche. Bilanciamento statico e dinamico. Scia delle pale. Valutazione di danni, di erosione, di corrosione, di danneggiamento da urto, di delaminazione delle pale. Schemi di manutenzione/riparazione dell'elica; Funzionamento dell'elica del motore.

Risultati di apprendimento (descrittori di Dublino)

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

Conoscenza e capacità di comprensione: Il corso intende fornire conoscenza nei seguenti

ambiti: Materiali di impiego in ambito aerospaziali; Richiami di teoria della plasticità; Processi per deformazione plastica di pezzi pieni; Processi di lavorazione e giunzione di lamiere metalliche; Processi di lavorazione di materiali compositi per applicazioni aeronautiche; Lo studente acquisirà infine la capacità di individuare e comprendere le problematiche connesse all'impiego dei materiali sulle strutture aerospaziali.

Conoscenza e capacità di comprensione applicate: Capacità di applicare metodi standard e avanzati di analisi, calcolo e progettazione su materiali tradizionali e/o compositi. Capacità di comprendere ed applicare le principali tecnologie relative alle procedure di manutenzione aeronautica.

Autonomia di giudizio: L'attività tecnico pratica del corso preparerà lo studente a riconoscere le problematiche proprie delle tecniche di smontaggio, ispezione, riparazione e montaggio dei materiali di impiego aeronautico, di individuarne difetti e cause di danneggiamento, operando la scelta e l'applicazione degli approcci di analisi e sintesi. Lo studente sarà quindi in grado di individuare le soluzioni alle suddette problematiche.

Abilità comunicative: Il Corso sensibilizza lo studente a rapportarsi con l'interlocutore con un linguaggio ed un approccio ingegneristico. In tal senso, durante l'intero svolgersi delle attività didattiche, lo studente potrà interfacciarsi con il docente per la comprensione approfondita degli argomenti trattati. Al termine del corso lo studente avrà acquisito gran parte del vocabolario tecnico proprio di un ingegnere aerospaziale e sarà quindi in grado di interloquire con buona padronanza sui problemi affrontati durante le lezioni d'aula.

Capacità di apprendere: Il corso prevede che gli studenti, pur avendo alcuni testi principali da cui poter attingere per lo studio, debbano raccogliere informazioni e conoscenze da una molteplicità di fonti che, lezione per lezione, saranno indicate al fine di comporre la propria formazione. Questo aspetto è particolarmente importante nella logica dell'evoluzione della disciplina che richiederà ai futuri ingegneri una continua formazione e specializzazione.

Testi per lo studio della disciplina

Testi principali:

Total Training Support Integrated Training System Module 6. Materials and Hardware
Total Training Support Integrated Training System Module 7A. Maintenance Practices
Total Training Support Integrated Training System Module 7B. Maintenance Practices
Total Training Support Integrated Training System Module 17A. Propeller
Total Training Support Integrated Training System Module 17B. Propeller

Materiale didattico a disposizione degli studenti:

Il docente fornisce dispense su ciascun argomento del corso

Modalità di accertamento delle competenze

La verifica delle conoscenze tecniche apprese dagli allievi si svolgerà attraverso un ESAME ORALE finale, con domande che possono spaziare su tutti gli argomenti del corso, sia teorici che pratici, descritti puntualmente nella presente scheda. L'accesso all'esame orale non è soggetto a nessun accertamento preventivo o in itinere e la sua durata è indicativamente pari a 30 minuti.

La valutazione dell'apprendimento sarà focalizzata sulla valutazione dei risultati attesi, in accordo con i descrittori di Dublino. Il voto sarà dato in trentesimi e varierà da 18/30 a 30/30 con lode. Il voto sarà espresso, secondo il seguente schema di valutazione:

- **Ottimo (30- 30 e lode):** Ottima conoscenza e comprensione degli argomenti trattati. Ottima capacità di applicare le conoscenze acquisite per rispondere alle domande proposte e nell'affrontare nuove problematiche. Eccellenti capacità espositive.
- **Molto buono (26-29):** Buona conoscenza e comprensione degli argomenti trattati. Buona capacità di applicare le conoscenze acquisite per rispondere alle domande proposte e nell'affrontare nuove problematiche. Ottime capacità espositive
- **Buono (24-25):** Buona conoscenza e comprensione degli argomenti trattati. Discreta capacità di applicare le conoscenze acquisite per rispondere alle domande proposte e nell'affrontare nuove problematiche. Buone capacità espositive.
- **Discreto (21-23):** Discreta conoscenza e comprensione degli argomenti trattati. Limitata capacità di applicare le conoscenze acquisite per rispondere alle domande proposte e nell'affrontare nuove problematiche.

- **Sufficiente (18-20):** Conoscenza minima degli argomenti trattati e limitata capacità di applicare le conoscenze acquisite per rispondere alle domande proposte.
- **Insufficiente:** Manca di una conoscenza accettabile degli argomenti trattati e non dimostra una sufficiente capacità di applicare le conoscenze acquisite per rispondere alle domande proposte.

Date di esame

Il Calendario esami sarà pubblicato sulla pagina web del corso di laurea:

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

Modalità e orario di ricevimento

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

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

Gli incontri con gli studenti possono essere organizzati anche su richiesta inviando comunicazione all'indirizzo mail del docente.

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