



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI NAPOLI FEDERICO II
SCUOLA POLITECNICA E DELLE SCIENZE DI BASE

DEPARTMENT OF INDUSTRIAL ENGINEERING

STUDENT GUIDE

MASTER'S DEGREE IN AEROSPACE ENGINEERING

2021/2022

Napoli, July 2021

Goals and career opportunities:

The course aims to provide students deep knowledge of theoretical and scientific aspects of engineering, enabling identification, formulation and solving of complex problems with an interdisciplinary approach in the field of aerospace engineering.

Main subjects are:

- ✓ Fluid dynamics
- ✓ Flight mechanics
- ✓ Aerodynamics
- ✓ Gas dynamics
- ✓ Aerospace structures and technologies
- ✓ Aerospace systems
- ✓ Air and space propulsion

The typical professional fields for graduated aerospace engineering are those of innovation, development, and production, both in the freelance profession, manufacturing, or services, and in public administrations and research centres.

Graduates will be able to find employment in aeronautical and space industries; public and private bodies and companies for experimentation and applied research in the aerospace field and for the use of aerospace systems for application purposes; air transport companies; bodies for the regulation and management of air traffic and for the certification of aircraft; military aeronautics and aeronautical sectors of other weapons; organizations for research and development and companies for the production and operation of machines, plants and equipment where fluid dynamics, light structures, advanced modelling skills, systems control, advanced technologies are relevant.

The Master's Degree in Aerospace Engineering includes three curricula:

- Aeronautics
- Fluid Dynamics / Propulsion
- Space

**Master's degree in Aerospace Engineering
2021/2022
CURRICULUM AERONAUTICS**

First year		
First semester[#]		
Courses	Language	Credits
Mechanics applied to Aerospace Engineering OR Mathematical Methods for Engineering	Italian	9
Flight Dynamics and simulation	Italian	9
Aerospace Advanced Structures	Italian	9
Second semester[#]		
Reliability and risk in Aerospace Engineering OR Economy and organization of aerospace industry	Italian	6
Aircraft Aerodynamics	Italian	9
Avionics	Italian	9

Second Year			
Activities	Language	Credits	Semester[#]
Curriculum autonomous choice Courses* (2 courses of 9 credits + 2 courses of 6 credits)	English/Italian	30	I/II
Other autonomous choice Courses[§] (1 course of 9 credits + 1 courses of 6 credits)	English/Italian	15	I/II
Traineeship	English	12	II
Thesis	English	12	II

(*) Curriculum autonomous choice Courses (30 Credits) – Aeronautics

*Curriculum autonomous choice Courses	Language	Credits	Semester[#]
Rotary wing Aerodynamics	Italian	9	I
Aerospace Constructions 2	Italian	6	I
Structural dynamics	Italian	6	I
Fluid-Structure Interaction	English	6	I
Numerical and experimental methods for Aircraft Design	English	9	I
Unmanned Aircraft Systems	English	9	I
Aeroelasticity	English	6	II
Aircraft on board systems	English	6	II
Aircraft Design	English	9	II
Air Traffic Management and Control	English	9	II
Flight Test	English	6	II

CURRICULUM FLUID DYNAMIC/PROPULSION

First year		
First semester#		
Courses	Language	Credits
Mechanics applied to Aerospace Engineering OR Mathematical Methods for Engineering	Italian	9
Flight Dynamics and simulation	Italian	9
Computational Fluid Dynamics	Italian	9
Second semester#		
Reliability and risk in Aerospace Engineering OR Economy and organization of aerospace industry	Italian	6
Aircraft Aerodynamics	Italian	9
Space Propulsion	Italian	9

Second Year			
Activities	Language	Credits	Semester#
Curriculum autonomous choice Courses* (2 courses of 9 credits + 2 courses of 6 credits)	English/Italian	30	I/II
Other autonomous choice Courses§ (1 course of 9 credits + 1 courses of 6 credits)	English/Italian	15	I/II
Traineeship	English	12	II
Thesis	English	12	II

(*) Curriculum autonomous choice Courses (30 Credits) – Fluid dynamic/Propulsion

Curriculum – Fluid dynamic/Propulsion			
*Curriculum autonomous choice Courses	Language	Credits	Semester#
Rotary wing Aerodynamics	Italian	9	I
Hypersonic Aerodynamics	Italian	9	I
Experimental Fluid Dynamics	English	9	I
Fluid-Structure Interaction	English	6	I
Aeroelasticity	English	6	II
Fluid Dynamic Stability	English	6	II
Space Experiments	English	6	II
Turbulence	Italian	6	II

CURRICULUM SPACE

First year		
First semester [#]		
Courses	Language	Credits
Mechanics applied to Aerospace Engineering OR Mathematical Methods for Engineering	Italian	9
Space Systems	English	9
Aerospace Advanced Structures	Italian	9
Second semester [#]		
Reliability and risk in Aerospace Engineering OR Economy and organization of aerospace industry	Italian	6
Space Propulsion	Italian	9
Space Flight Dynamics	English	9

Second Year			
Activities	Language	Credits	Semester [#]
Curriculum autonomous choice Courses[*] (2 courses of 9 credits + 2 courses of 6 credits)	English/Italian	30	I/II
Other autonomous choice Courses[§] (1 course of 9 credits + 1 courses of 6 credits)	English/Italian	15	I/II
Traineeship	English	12	II
Thesis	English	12	II

(*) Curriculum autonomous choice Courses (30 Credits) – Space

Curriculum Space			
*Curriculum autonomous choice Courses	Language	Credits	Semester[#]
Hypersonic Aerodynamics	Italian	9	I
Aerospace Remote Sensing Systems	English	9	I
Space Mission Design	English	9	II
Spacecraft Dynamics and Control	English	6	II
Space Experiments	English	6	II

(§) Autonomous choice Courses (15 Credits)

Autonomous courses can be selected among the following:

- 1. Aerospace Engineering Master's degree Curricula (Aeronautics, Fluid dynamic/Propulsion, Space)**
- 2. Other courses**

Other courses			
Courses	Language	Credits	Semester[#]
Combustion and Fluid Dynamics of recreative systems	Italian	6	I
Chemical fundamentals of technologies	Italian	9	I
Electro-magnetic basics for Space applications	Italian	9	I
Geometrical Modelling and virtual Prototyping for Aerospace Engineering	Italian	9	I
Design Principles for wind and ocean renewable energy system	Italian	6	I
Radar System	Italian	9	I
Statistical lab for industrial data analysis	English	9	I
Signal and Image Processing	Italian	9	II
Elastodynamics and structural health monitoring principles	English	6	II
Experimental Vibroacoustic	English	6	II
Electrical basics for Aeronautics	Italian	6	II
Impact dynamics	English	6	II
Machine Learning and big data	English	9	II
Automotive Propulsion systems	Italian	9	II
Aerospace Design Project	English	9	Annual

#Calendar of didactic activities - Year 2021/2022

	Start	End
1st didactic period	20 September 2021	17 December 2021
1st exams period	18 December 2021	26 February 2022
March exams	2 March 2022	31 March 2022
2nd didactic period	7 March 2022	10 June 2022
2nd exams period	11 June 2022	30 July 2022
3rd exams period	1 September 2022	30 September 2022
October exams	1 October 2022	31 October 2022

Notes

1. **TRAINEESHIP:**

Students in possession of a B2 level English certificate at the time of enrolment can apply for recognition of 3 of the 12 ECTS required for the internship (intramoenia or extramoenia). The extramoenia internship is carried out in companies, research centres or other public and / or private bodies. The internship can be carried out in the university's research laboratories. In all cases, the activity can be preparatory to the thesis work and the fulfilment of these tasks must be certified through the acquisition of the AC form countersigned by the teacher responsible for the internship or by the thesis supervisor.

2. **THESIS:**

The thesis work can also be carried out in companies in Italy or abroad. It will be carried out with a Professor of the Didactic Engineering Area of the Federico II University of Naples and may, if necessary, make use of the correlation of a Business Tutor. The procedures for assigning the Business Tutor are regulated by the Academic Regulations of the Course of Studies as well as by Specific Convention.

Contacts

Coordinator of courses of study
Prof. Raffaele Savino
Department of Industrial Engineering
<http://www.docenti.unina.it/raffaele.savino>
raffaele.savino@unina.it

Responsible of ERASMUS
Prof. Francesco Marulo
Department of Industrial Engineering
<http://www.docenti.unina.it/francesco.marulo>
francesco.marulo@unina.it

Responsible for orientation
Prof. Pierluigi Della Vecchia
Department of Industrial Engineering
www.docenti.unina.it/pierluigi.dellavecchia
pierluigi.dellavecchia@unina.it

COURSES LISTS

AERODINAMICA DEI VELIVOLI

SSD	CFU	Anno (I o II)		Semestre (I o II)		Lingua	
		I	II	I	II	Italiano	Inglese
ING-IND 06	6	✓			✓	✓	

Insegnamenti propedeutici previsti: **NESSUNO**

Classi				
Docenti				

OBIETTIVI FORMATIVI

Completamento della preparazione in Aerodinamica Applicata per lo studio delle altre materie professionalizzanti e per affrontare esperienze lavorative in un ufficio di Aerodinamica.

PROGRAMMA

Profilo di missione, architettura degli aeromobili e trattamento delle geometrie. Numeri caratteristici per caratterizzare i regimi di volo; numeri di Mach critici. Funzionamento e caratteristiche aerodinamiche dei diversi tipi di superfici portanti e non. Modelli fluidodinamici nell'ipotesi del Continuo. Richiami sulle soluzioni fondamentali dell'Aerodinamica. Le Identità di Green. Il carico alare, relazioni con la vorticità per profili ed ali. Teorie, metodi e soluzioni per superfici portanti e non portanti in campo non viscoso: teorie linearizzate, metodi semiempirici, metodi esatti. Profilo, ala diritta ed a freccia, ala a delta, effetto diedro.

Meccanica dei flussi viscosi. Flussi laminari, stabilità e transizione, flussi turbolenti, lo strato limite, separazione e flussi separati, bolle laminari. Campo comprimibile, interazione onda d'urto/strato limite, buffet. Stalli di bassa velocità, stalli di manovra.

Metodi per l'Aerodinamica Applicata: metodi a reticolo di vortici e metodi a pannelli, metodi di strato limite, accoppiamento viscoso/non viscoso, soluzione numerica (2-D) delle equazioni di Eulero e Navier-Stokes.

Funzionamento di profilo, ala e velivolo al variare di geometria, configurazione, numeri di Mach e Reynolds, stato delle superfici, parametri di volo. Regola delle aree. Il Sonic Boom. Polari, derivate di stabilità, decomposizione della resistenza. Effetto suolo. Ipersostentazione. Aerodinamica della propulsione: eliche, prese d'aria. Effetti della formazione di ghiaccio.

MODALITA' DIDATTICHE

Didattica tradizionale. Applicazioni numeriche: SW di pubblico dominio per l'Aerodinamica Applicata (Xfoil, AVL, ANSYS-STUDENT).

MATERIALE DIDATTICO

C. de NICOLA, APPUNTI PER UN CORSO DI AERODINAMICA DEGLI AEROMOBILI, stampato in proprio (2017)
V. LOSITO, "FONDAMENTI DI AERONAUTICA GENERALE", Accademia Aeronautica (1983)

MODALITA' DI ESAME

L'esame si articola in prova	Scritta e orale		Solo scritta		Solo orale	✓
------------------------------	-----------------	--	--------------	--	------------	---

In caso di prova scritta i quesiti sono	A risposta multipla		A risposta libera		Esercizi numerici	
---	---------------------	--	-------------------	--	-------------------	--

Altro	Valutazione preliminare di attività facoltative: applicazioni numeriche individuali, elaborati monografici (anche di gruppo). Verifica individuale (facoltativa) sull'acquisizione di competenze CFD					
-------	---	--	--	--	--	--

AFFIDABILITA' E RISCHIO

SSD	CFU	Anno (I o II)		Semestre (I o II)		Lingua	
		I	II	I	II	Italiano	Inglese
SEC-S 02	6	✓			✓	✓	

Classi				
Docenti				

OBIETTIVI FORMATIVI

L'obiettivo del corso è fornire agli studenti concetti, metodologie e strumenti utili a sviluppare analisi di affidabilità e manutenibilità di componenti e sistemi complessi, nonché introdurlo ai metodi statistici per il controllo della qualità di prodotti e servizi. Al superamento del modulo si attende che lo studente abbia acquisito la capacità di affrontare le seguenti problematiche: valutare l'affidabilità di unità e sistemi tecnologici; effettuare verifiche di affidabilità e collaudi di durata, scegliere politiche di manutenzione; valutare i rischi; valutare il costo per ciclo di vita di unità tecnologiche.

PROGRAMMA

Affidabilità delle unità non riparabili

Definizione di affidabilità. Variabile aleatoria tempo al guasto. Funzione affidabilità, funzione inaffidabilità, funzione densità di probabilità di guasto e tasso di rischio. Affidabilità di dispositivi usati. Vita media e funzione vita media residua. Modelli di affidabilità: Esponenziale, Weibull, Log normale Normale e Gamma. Popolazione mista. Modello dei guasti concorrenti. Modello sollecitazione resistenza. Trasformazione di variabili aleatorie. Statistiche ordinate. Detta method. Calcolo dell'affidabilità di unità non riparabili. Schemi a blocchi di affidabilità e loro risoluzione. Sistemi serie, parallelo, stand-by, parallelo parziale e parallelo a carico ripartito. Schemi non riducibili: metodo della probabilità condizionata e metodo dell'albero dei guasti. Ripartizione dell'affidabilità.

Affidabilità delle unità riparabili

Processi stocastici puntuali. Processo di conteggio. Variabili aleatorie tempo al guasto, tempo tra i guasti e tempo di attesa del prossimo guasto. Funzione media, funzione tasso di accadimento dei guasti, funzione intensità e funzione affidabilità. Processo Omogeneo di Poisson, Processo Non Omogeneo di Poisson. Processo di Rinnovo.

Procedure inferenziali

Metodi statistici per l'analisi di dati di guasto di unità non-riparabili: campionamento completo e campionamento censurato, stimatori non parametrici dell'affidabilità, stimatori di massima verosimiglianza e carte di probabilità. Metodi statistici per l'analisi di dati di guasto/riparazione di unità riparabili. Test di Laplace e test Mil. Metodi grafici. Metodo della massima verosimiglianza.

Analisi economica dei guasti

Politiche di manutenzione. Manutenzione correttiva, manutenzione per età, manutenzione a blocchi e Manutenzione su condizione. Costo per ciclo di vita. Analisi del rischio.

Seminari RAMS (Reliability, Maintainability, Safety, FMEA, FMECA)

MODALITA' DIDATTICHE

Lezioni e seminari applicativi

MATERIALE DIDATTICO

Dispense distribuite dal docente

P. Erto, 2008, Probabilità e statistica per le scienze e l'ingegneria, 3a edizione, McGrawHill

Altri testi consigliati

P. O'Connor, A. Kleyner, 2012, Practical reliability engineering, 5Th edition, Wiley. G. Yang, 2007, Life Cycle Reliability Engineering, John Wiley & Sons.

MODALITA' DI ESAME

L'esame si articola in prova

Scritta e orale

✓

Solo scritta

Solo orale

METODI MATEMATICI PER L'INGEGNERIA

SSD	CFU	Anno (I o II)		Semestre (I o II)		Lingua	
		I	II	I	II	Italiano	Inglese
MAT 05	9	✓		✓		✓	

Insegnamenti propedeutici previsti: NESSUNO

Classi			
Docenti			

OBIETTIVI FORMATIVI

Gli obiettivi formativi del corso sono costituiti dall'acquisizione e dalla consapevolezza operativa di concetti matematici e di risultati fondamentali della analisi matematica, in vista delle tipiche applicazioni nell'ambito della Ingegneria e nella modellazione matematica.

PROGRAMMA

Richiami sui numeri complessi. Funzioni elementari nel campo complesso. Serie di potenze. Funzioni analitiche. Trasformazioni conformi. Integrali di linea di funzioni di variabile complessa. Sviluppo in serie di Taylor. Sviluppo in serie di Laurent. Residui e applicazioni al calcolo di integrali. Cenni sulla misura e sull'integrazione secondo Lebesgue. Serie di Fourier; convergenza puntuale e convergenza in media quadratica, disequaglianza di Bessel. Trasformata di Fourier: definizione e proprietà formali; anti trasformata. Trasformata di Laplace: definizione; esempi notevoli di trasformata di Laplace; proprietà formali; anti trasformata; uso della trasformata di Laplace nei modelli differenziali lineari. Problemi ai limiti per equazioni differenziali omogenee e non. Identità di Green. Modellazione matematica: esempi classici. Equazione di Laplace; equazione del calore; equazioni delle onde. Classificazione delle equazioni differenziali alle derivate parziali del secondo ordine. Curve caratteristiche. Elementi di calcolo delle variazioni.

MODALITA' DIDATTICHE

Lezioni frontali comprensive di esercitazioni.

MATERIALE DIDATTICO

Appunti delle lezioni disponibili al sito web docenti
 S. Abenda - S. Matarasso, Metodi Matematici, Esculapio.
 G.C. Barozzi, Matematica per l'Ingegneria dell'Informazione, Zanichelli.
 S. Salsa, Equazioni a derivate parziali, Springer

MODALITA' DI ESAME

L'esame si articola in prova	Scritta e orale		Solo scritta		Solo orale	✓
In caso di prova scritta i quesiti sono	A risposta multipla		A risposta libera		Esercizi numerici	
Altro						

STRUTTURE AEROSPAZIALI AVANZATE

SSD	CFU	Anno (I o II)		Semestre (I o II)		Lingua	
		I	II	I	II	Italiano	Inglese
ING-IND/04	9	✓		✓		✓	

Insegnamenti propedeutici previsti: NESSUNO

Classi				
Docenti				

OBIETTIVI FORMATIVI

Il corso ha l'obiettivo di fornire i concetti essenziali per il calcolo strutturale numerico agli elementi finiti, sia per la statica che per la dinamica strutturale. Sono presentati gli elementi di base per la discretizzazione e la modellazione delle tipologie strutturali di interesse aerospaziale per consentire ai futuri ingegneri aerospaziali la capacità di analizzare e risolvere il comportamento statico e dinamico delle strutture tipiche aerospaziali con esempi di specifiche applicazioni pratiche. Sono altresì affrontate le problematiche legate alla valutazione del comportamento non-lineare delle strutture, sia dal punto di vista statico che dinamico, tenendo in conto sia le non linearità geometriche, che quelle connesse al comportamento non lineare dei materiali.

PROGRAMMA

Il comportamento statico delle strutture con il metodo degli elementi finiti. Modellazione e discretizzazione. Il calcolo e l'assemblaggio della matrice di rigidità. Il calcolo della sollecitazione e la verifica di resistenza. Gli elementi monodimensionali, bi- e tri-dimensionali. Gli elementi isoperimetrici. Introduzione alla Dinamica delle Strutture. Modelli a caratteristiche concentrate. Modelli continui. Principio di Hamilton. Equazioni di Lagrange. Equazioni del moto delle vibrazioni libere in coordinate generalizzate e modali e loro soluzione con l'approccio dell'Analisi Modale. L'ortogonalità dei modi propri. Lo smorzamento nelle strutture. Modelli di smorzamento. Analisi modale reale e complessa. Risposta Dinamica delle strutture a varie tipologie di forzanti (periodiche, transitorie e random). La soluzione delle equazioni del moto con approccio diretto. Formulazione generale di un problema non-lineare. Introduzione ai metodi di analisi non lineare. Non linearità nella relazione tensioni-deformazioni (plasticità, creep, etc.). Non linearità nella relazione deformazione-spostamenti (Problemi di non linearità geometrica) per piastre sottili a comportamento misto. La schematizzazione delle non linearità dei materiali. Matrice geometrica. Matrice di rigidità tangente. Analisi e confronti con i casi di comportamento lineare. Relazioni costitutive e impostazione del calcolo numerico per un problema dinamico non-lineare. La caratterizzazione dell'elemento finito non lineare. Altre tipologie di modelli non lineari. La Dinamica delle strutture rotanti.

MODALITA' DIDATTICHE

Uso di software commerciali agli elementi finiti
Preparazione di codici di calcolo, tipicamente in linguaggio Matlab, per applicazione del metodo agli elementi finiti

MATERIALE DIDATTICO

Appunti delle lezioni
Cook R.D., Malkus D.S., Plesha M.E., Witt R.J., "Concepts and Applications of Finite Element Analysis", 4th edition, John Wiley & Sons, Inc., 2002

MODALITA' DI ESAME

L'esame si articola in prova	Scritta e orale	✓	Solo scritta		Solo orale	
In caso di prova scritta i quesiti sono	A risposta multipla		A risposta libera	✓	Esercizi numerici	✓
Altro	Preparazione di una tesina (facoltativa)					

MECCANICA APPLICATA ALL'INGEGNERIA AEROSPAZIALE

SSD	CFU	Anno (I o II)		Semestre (I o II)		Lingua	
		I	II	I	II	Italiano	Inglese
ING-IND/13	9	✓		✓		✓	

Insegnamenti propedeutici previsti: NESSUNO

Classi				
Docenti				

OBIETTIVI FORMATIVI

I corso ha lo scopo di riprendere e sviluppare alcuni argomenti della meccanica analitica per fornire gli strumenti di base per la comprensione e l'analisi dei problemi che si presentano nel funzionamento delle macchine che derivano dal movimento degli organi che le costituiscono. Tali strumenti sono quindi utilizzati per lo studio dei sistemi meccanici più diffusi in ambito industriale.

PROGRAMMA

- Macchine e meccanismi, coppie cinematiche, gradi di libertà, classificazione delle forze, sistemi equivalenti, sistemi ridotti, resistenze passive, rendimento meccanico.
- Studio di meccanismi: meccanismo con camma, manovellismo di spinta, quadrilatero articolato, glifo, catene cinematiche aperte.
- Bilanciamento di organi rotanti. Velocità critiche flessionali e torsionali.
- Elementi di meccanica del veicolo: ruota con pneumatico; dinamica longitudinale, laterale e verticale; escursione della ruota in fase di atterraggio, ruota girevole, fenomeno dello shimmy.
- Elementi di macchine: ruote di frizione, ruote dentate, rotismi ordinari ed epicicloidali, trasmissioni con cinghia, cuscinetti, freni, sospensioni.
- Curva caratteristica meccanica; regolazione e stabilità delle condizioni di regime di un gruppo di macchine.

MODALITA' DIDATTICHE

Sono previste visite in laboratorio per lo studio di organi meccanici, meccanismi ed alcuni fenomeni dinamici. Vengono svolte delle esercitazioni nella sala di calcolo utilizzando un software multibody commerciale. Organizzazione di seminari tenuti da relatori interni o provenienti da aziende meccaniche.

MATERIALE DIDATTICO

Il materiale didattico è costituito da appunti disponibili sul sito del dipartimento. E' consigliata la consultazione dei seguenti testi:

A.R. Guido, L. Della Pietra - Lezioni di meccanica delle macchine – CUEN

L. Della Pietra – Meccanica Applicata alle Macchine – EdiSES

M. Callegari, P. Fanghella, F. Pellicano - Meccanica Applicata alle Macchine – Citta Studi Ed.

MODALITA' DI ESAME

L'esame si articola in prova	Scritta e orale	<input type="checkbox"/>	Solo scritta	<input type="checkbox"/>	Solo orale	<input checked="" type="checkbox"/>
In caso di prova scritta i quesiti sono	A risposta multipla	<input type="checkbox"/>	A risposta libera	<input type="checkbox"/>	Esercizi numerici	<input type="checkbox"/>
Altro						

ECONOMIA E ORGANIZZAZIONE DEL SETTORE AEROSPAZIALE

SSD	CFU	Anno (I o II)		Semestre (I o II)		Lingua	
		I	II	I	II	Italiano	Inglese
ING-IND/35	6	✓			✓	✓	

Insegnamenti propedeutici previsti: NESSUNO

Classi				
Docenti				

OBIETTIVI FORMATIVI

Fornire concetti e modelli fondamentali relativi al comportamento degli attori economici con riferimento ai sistemi micro e macroeconomici. Fornire le conoscenze di base per l'analisi delle decisioni aziendali operative e strategiche a partire dai dati sui costi e ricavi d'impresa. Fornire elementi conoscitivi di base sulla gestione e progettazione delle organizzazioni. Declinare in riferimento al settore aeronautico gli elementi fondamentali dell'economia e dell'organizzazione aziendale. Trasferire il concetto di complessità del settore aeronautico nelle sue dimensioni tecnologica, organizzativa ed economica.

PROGRAMMA

PARTE PRIMA: FONDAMENTI DI ECONOMIA D'IMPRESA

1. L'impresa: definizione e modellizzazione - Costi e obiettivi - Criteri di classificazione - L'impresa, l'ambiente e il mercato; 2. Settore, impresa e competitività - L'analisi strutturale di settore - Ciclo di vita del settore; 3. Analisi interna e organizzazione di impresa; 4. Analisi dei costi - Break Even Point - BEP; 5. La valutazione degli investimenti industriali ed i relativi criteri di valutazione.

PARTE SECONDA: IL SETTORE AERONAUTICO

1. Natura del processo di innovazione del prodotto aeronautico - Le fasi del processo innovativo del prodotto; 2. Innovazione tecnologica ed organizzazione produttiva nel settore aeronautico - Le fasi del processo di innovazione nel settore - Le caratteristiche strutturali del settore - L'organizzazione produttiva del settore aeronautico; 3. La rete di imprese nel settore aeronautico - La rete dei rapporti oligopolistici tra le imprese - La rete dei rapporti verticali tra le imprese - I rapporti di subfornitura nel settore aeronautico - La circolazione della tecnologia tra committente e subfornitore - La relazione asimmetrica tra committente e subfornitore - Il processo di selezione delle imprese subfornitrici.

MODALITA' DIDATTICHE

Il Corso implica la partecipazione attiva degli studenti alle lezioni, attraverso un'interazione continuativa con il docente.

In aula si svolgono discussioni e si stimolano riflessioni critiche su casi applicativi di attualità nell'ambito del settore aeronautico sia a livello nazionale che internazionale. Le lezioni possono comprendere la testimonianza in aula di esperti del settore.

MATERIALE DIDATTICO

Dispense, slides accessorie, testo consigliato.

MODALITA' DI ESAME

L'esame si articola in prova	Scritta e orale	✓	Solo scritta		Solo orale	
In caso di prova scritta i quesiti sono	A risposta multipla		A risposta libera	✓	Esercizi numerici	✓
Altro						

AVIONICA

SSD	CFU	Anno (I o II)		Semestre (I o II)		Lingua	
		I	II	I	II	Italiano	Inglese
ING-IND/05	9	✓			✓	✓	

Insegnamenti propedeutici previsti: NESSUNO

Classi			
Docenti			

OBIETTIVI FORMATIVI

L'allievo alla fine del corso avrà acquisito conoscenza relativa ai principi di funzionamento, alle problematiche progettuali e di integrazione dei componenti dell'avionica di bordo di un velivolo. In particolare, saranno approfondite le problematiche relative alla navigazione aerea. L'allievo dovrà acquisire capacità di comprensione dei principali aspetti ingegneristici collegati all'utilizzo dei sistemi inerziali, dei sistemi air data, dei sistemi di radionavigazione aerea e dei sistemi di navigazione satellitare (GPS, Glonass, Galileo). Saranno anche definiti i concetti di riferimento per la sorveglianza aerea. Inoltre, dovrà avere padronanza delle tecniche di integrazione delle misure quali il Filtro di Kalman.

PROGRAMMA

Sottosistemi componenti l'avionica di bordo. Display systems. Concetti di base della navigazione in prossimità della Terra. Giroscopi convenzionali. Giroscopi non convenzionali: Giroscopi di Coriolis, DinamicallyTunedGyro, Giroscopi MEMS, Giroscopi ottici. Equazioni della navigazione inerziale. Errore della navigazione inerziale. Stabilità del canale verticale della navigazione inerziale. Sistemi air data. Radioassistenze: NDB, ADF, VOR, TACAN, DME, RNAV. Sistema di atterraggio strumentale (ILS). Radar Doppler. Laser altimetri. Sistemi di navigazione satellitare: Sistema GPS, Fonti di errore del GPS. Equazioni di Pseudorange, Dilution of Precision. Integrità: RAIM. Ricevitori a doppia frequenza. GPS differenziale. Filtro di Kalman. Navigazione integrata. Surveillance (radar primari e ground control rooms). Identification (secondaryradars and transponders). ATCRBS, mode-S. Sistemi di bordo e cockpit avanzati: GPWS; TAWS.

MODALITA' DIDATTICHE

Lezioni frontali, esercitazioni di laboratorio, seminari con esperti del settore, visite a complessi industriali e di ricerca con riferimento alla produzione ed integrazione di avionica e sistemi di bordo.

MATERIALE DIDATTICO

Appunti del corso e slides.
 Testi di riferimento:
 Collinson, R.P.G., "Introduction to Avionics Systems 2nd edition", Kluwer Academic Publishers, Boston MA, USA, 2003
 Kayton, M., Fried, W.R., "AvionicsNavigation Systems", 2nd ed., John Wiley&Sons, 1997
 Farrell J. and Barth M., "Aided Navigation: GPS with High Rate Sensors ", McGraw Hill, New York NY, USA, 2008
 Savage P.G., Strapdown Analytics, Strapdown Associates Inc., Maple Plain MN, USA, 2000
 Rogers R. M., "Applied Mathematics in Itegrated Navigation Instruments", AIAA Press, Washington DC, USA, 2000
 Merhav, S., "Aerospace Sensor System and Applications", Springer Verlag, Washington DC, USA,1996
 Titterton, D. H., "Strapdown Inertial Navigation Technology", Peter Peregrinus, New York NY, USA, 1996
 Helfrick, A., Principles of Avionics, Avionics Communications Inc., 2009

MODALITA' DI ESAME

L'esame si articola in prova	Scritta e orale	✓	Solo scritta		Solo orale	
In caso di prova scritta i quesiti sono	A risposta multipla		A risposta libera	✓	Esercizi numerici	
Altro						

DINAMICA E SIMULAZIONE DI VOLO

SSD	CFU	Anno (I o II)		Semestre (I o II)		Lingua	
		I	II	I	II	Italiano	Inglese
ING-IND/03	9	✓		✓		✓	

Insegnamenti propedeutici previsti: NESSUNO

Classi				
Docenti				

OBIETTIVI FORMATIVI

Fornire gli elementi per effettuare la predizione del moto vario di un velivolo, anche in regime non lineare, e la stima dei carichi strutturali, conseguenti sia alle azioni del pilota sia a perturbazioni esterne (da raffica discreta e continua). Introdurre le moderne tecniche di simulazione del volo con l'ausilio di programmi di calcolo per la soluzione numerica delle equazioni del moto, la rappresentazione grafica del volo, la gestione dei sistemi di comando. Introdurre i principi della stabilità dinamica longitudinale e latero-direzionale di un velivolo per valutarne le qualità di volo. Gli studenti saranno guidati attraverso un ciclo di esercitazioni alla comprensione degli argomenti

PROGRAMMA

Terne di riferimento, derivazione delle equazioni del moto, equilibrio dinamico del velivolo e moto di regime iniziale. Analisi e calcolo dei carichi di manovra. Analisi completa della virata, del rollio rapido e della vite. Carichi e risposta del velivolo in aria turbolenta. Soluzione numerica delle equazioni complete del moto. Cenni storici sui simulatori di volo. Caratteristiche dei moderni simulatori di volo. Rappresentazione delle azioni aerodinamiche e propulsive. Rappresentazione grafica degli scenari simulati. Controllo interattivo del moto dell'aeroplano e forze feedback sui comandi di volo. Uso di Matlab e Simulink, del C++, e dei metalinguaggi XML e VMRL nella simulazione del volo. Equazioni linearizzate del moto di un velivolo. Stabilità dinamica dei velivoli. Moto longitudinale e latero-direzionale. Moti caratteristici di un velivolo. Analisi dei moti di corto periodo, fugoide e dutch roll mediante l'uso di Matlab e Simulink. Qualità di volo relative al moto longitudinale e latero-direzionale.

MODALITA' DIDATTICHE

Lezioni teoriche ed esercizi vari.

MATERIALE DIDATTICO

Slides del corso e note. Vari Matlab files.

MODALITA' DI ESAME

L'esame si articola in prova	Scritta e orale	✓	Solo scritta		Solo orale	
In caso di prova scritta i quesiti sono	A risposta multipla		A risposta libera	✓	Esercizi numerici	
Altro						

FLUID-STRUCTURE INTERACTION

SSD	CFU	Anno (I o II)		Semestre (I o II)		Lingua	
		I	II	I	II	Italiano	Inglese
ING-IND/04	6		✓	✓			✓

Insegnamenti propedeutici previsti:

Classi				
Docenti				

OBIETTIVI FORMATIVI

The background of the students inside the structural aerospace engineering field will be completed by correlating several arguments. They are interpreted in a modern sense as fluid-structure interaction. The student:

- will be introduced to the specific themes by using examples very close to the common engineering practice;
- will acquire lexicon, tools and methods;
- will learn how to manage complex and complete procedures;
- will analyse if the available data and tools are suitable and enough for getting the required results.

PROGRAMMA

- Generalities about the Fluid-Structure Interaction (Aero/Acousto/Elasticity)
- The piston-pipe system: the simplest coupled system.
- Summary of the Deterministic Approaches (modal methods) in continuous and discrete coordinates schemes.
- Non-Lifting Aeroelasticity: remarks on instability and response for simplified scheme.
- Influence of the excitation/acquisition set-up on the measurements
- Fundamentals of Waves, Modes and Energy (characteristic wave speed in solids, modal density, mechanical and acoustic impedances, damping).
- Energy Methods and Energy Distribution Approach.
- Notes on Similitude and Scaling Approaches.
- Spectral Finite Element Approach: Dispersion Curves (material characterization).
- Stochastic response of linear systems.
- Fundamentals of aero-acousto-elastic problems.

MODALITA' DIDATTICHE

Classical oral lessons and numerical/experimental laboratory activities. It will be asked to the students a high level of participation to the lessons and related homework. This course should be actively lived in order to get the best results. For this reason each course, year by year, will offer and develop different contents.

MATERIALE DIDATTICO

- Course Notes
- Cremer, Heckl and Petersson, Structure-Borne Sound (Required)
- Hambric, Nefske, and Sung (editors), (Optional) Engineering Vibroacoustic Analysis: Methods and Applications, Wiley, 2016.
- Nilsson and Liu, Vibro-Acoustics, Springer (Optional)

MODALITA' DI ESAME

L'esame si articola in prova	Scritta e orale	✓	Solo scritta		Solo orale	
In caso di prova scritta i quesiti sono	A risposta multipla		A risposta libera	✓	Esercizi numerici	✓
Altro	Writing a technical report (not mandatory)					

AEROELASTICITY

SSD	CFU	Anno (I o II)		Semestre (I o II)		Lingua	
		I	II	I	II	Italiano	Inglese
ING-IND/04	6		✓		✓		✓

Insegnamenti propedeutici previsti:

Classi				
Docenti				

OBIETTIVI FORMATIVI

The objective of the course is to introduce the student to the problems of the interaction of aerodynamics, inertia and elastic forces for a flexible structure and the phenomena that can result. The course will be based upon the knowledge of the finite element method and the aerodynamics of lifting surfaces, and moves toward the methods of the aeroelasticity from both the numerical and the experimental point of view. The ability of setting up an experimental modal testing will be discussed and the students will be requested to deal with ground vibration testing and identification methods. The aeroelastic approach will represent furthermore the basis for the design and multidisciplinary optimization of flexible structures.

PROGRAMMA

Structural dynamics of single and multi-degree of freedom systems. Vibration of continuous systems. Static aeroelasticity. Lift distribution, divergence and control effectiveness. Introduction to steady aerodynamics. Experimental modal analysis. Ground vibration tests. Measurements and identification of structural modal parameters. The damped frequency. The simple aeroelastic wing section. Dynamic aeroelasticity. Unsteady aerodynamics. The Doublet Lattice Method. The flutter phenomenon. The wings action flutter speed. The numerical flutter calculations. The aeroelastic behaviour of control surfaces. The V-gandp-kmethod. Effect of non-linearities. Buffeting. Gust and turbulence encounters in time domain and frequency domain. Ground manoeuvres. Flight flutter testing. Aeroelastic wind tunnel testing. The aeroelasticity of civil structures. Aeroelastic phenomena of rotating structures.

MODALITA' DIDATTICHE

Practice with commercial finite element programs
Implementation of self-coded program, usually using Matlab, for solving simple aeroelastic problems

MATERIALE DIDATTICO

Course notes
Bisplinghoff R. L., Ashley H., Halfman R. L., Aeroelasticity, Dover Publications, 1996
Wright J. R., Cooper J. E., Introduction to Aircraft Aeroelasticity and Loads, John Wiley & Sons, Ltd. 2007

MODALITA' DI ESAME

L'esame si articola in prova	Scritta e orale		Solo scritta	✓	Solo orale	
In caso di prova scritta i quesiti sono	A risposta multipla		A risposta libera	✓	Esercizi numerici	✓
Altro	Writing a technical report (not mandatory)					

AIRCRAFT DESIGN

SSD	CFU	Anno (I o II)		Semestre (I o II)		Lingua	
		I	II	I	II	Italiano	Inglese
ING-IND/03	9		✓		✓		✓

Insegnamenti propedeutici previsti:

Classi				
Docenti				

OBIETTIVI FORMATIVI

The course will show a complete and organic methodology for the preliminary design of transport aircraft. Starting from the design requirements, all problems concerning design of airplane components and the design of the complete aircraft will be shown. A software tool for preliminary sizing of aircraft is demonstrated. Application, methods, and data to enable case studies of subsonic aircraft design are provided and students will develop in group the preliminary design of a transport aircraft also enhancing their soft skill and team-working capabilities.

PROGRAMMA

Aircraft design process and phases. Certification rules and impact on the design. Overall configuration. Design requirements. Preliminary design and optimization. Different configurations and arrangements. Propulsion and engine position. Preliminary sizing (aircraft weights, wing area and installed thrust).
 Wing Design. Flight performances, cruise speed. Drag divergence and buffeting.
 High-lift system design. Stall speed. Take-off and Landing.
 Fuselage design. Drag polar estimation. Flight performances calculation.
 Range (propeller and jet). Block speed. Pay-load Range diagram. Direct Operative Costs (DOC). Optimal range and speed. Transport efficiency. Aileron efficiency and design. Aircraft weight estimation. Weight and balance.
 Landing gear design. Tail design for stability and control. Longitudinal stability and control. Horizontal plane design. Stick fixed and stick free stability (neutral point). Stick force. Maneuvering stability.
 Directional stability and control. Vertical tailplane design. Minimum control speed (VMC). Adverse yaw. Lateral stability and dihedral effect. Aircraft cost, safety and environmental issues

MODALITA' DIDATTICHE

Lectures on theory and exercises and applied examples focused on the development of a conceptual/preliminary design of an airplane.

MATERIALE DIDATTICO

Slides and course notes. The students will be also working with a specific software called ADAS for aircraft preliminary design.

MODALITA' DI ESAME

L'esame si articola in prova	Scritta e orale	✓	Solo scritta		Solo orale	
In caso di prova scritta i quesiti sono	A risposta multipla		A risposta libera	✓	Esercizi numerici	
Altro	Examination consists of a written essay on two assigned topics (i.e. design of the wing, design of the vertical tail). Evaluation of student's capabilities concerning synthesis, link among different topics and design procedures. The development of the group design project gives an additional score (it is not mandatory).					

COSTRUZIONI AEROSPAZIALI II

SSD	CFU	Anno (I o II)		Semestre (I o II)		Lingua	
		I	II	I	II	Italiano	Inglese
ING-IND/04	6		✓		✓	✓	

Insegnamenti propedeutici previsti:

Classi				
Docenti				

OBIETTIVI FORMATIVI

Il corso ha come obiettivo l'acquisizione di strumenti teorici e pratici per la risoluzione di problemi strutturali relativamente ai materiali compositi di utilizzo aerospaziale, tramite il calcolo dello stato tensionale in laminati ortotropi, la definizione dei criteri di rottura e la definizione dei criteri di dimensionamento strutturale. Viene inoltre analizzata la meccanica della frattura elastico lineare in strutture realizzate con materiali metallici e definiti i criteri di calcolo della progressione di cricche in diverse tipologie strutturali.

PROGRAMMA

Materiali compositi per applicazioni aeronautiche: caratteristiche principali e criteri di dimensionamento. Cenni su tecniche di trasformazione dei materiali compositi.

Effetto dell'impedimento dei vincoli nelle travi a sezione sottile: shear lag e flessotorsione. Comportamento elastico di laminati multi-direzionali sottoposti a carichi termo-meccanici. Teoria classica della laminazione. Criteri di rottura in laminati. Stress e rotture interlaminari di laminati multi-direzionali. Metodi di progetto di strutture in composito. Delaminazioni per impatti a basse velocità. Buckling di piastre in laminato composito. Dimensionamento di un tronco di fusoliera. Applicazioni FEM

Curve S-N e vita a fatica. Fattore di intensificazione delle tensioni. Criteri energetici nella meccanica della frattura. Modelli di propagazione della cricca. Calcolo della propagazione della cricca in un componente strutturale aeronautico (ad es. fusoliera pressurizzata). Verifiche degli elementi strutturali di un tronco di fusoliera irrigidito pressurizzato. Applicazioni FEM. Cenni sui metodi non distruttivi. Applicazioni in laboratorio di tecniche ad ultrasuoni per la determinazione di delaminazioni.

MODALITA' DIDATTICHE

Didattica tradizionale

MATERIALE DIDATTICO

- T.H. Megson, Aircraft structures for Engineering Students – Edward Arnold
- R.M. Jones, Mechanics Of Composite Materials, CRC Press
- M.C.-Y. Niu, Composite airframe structures: practical design information and data, Conmlit Press LTD 1992
- Basic Mechanics of Laminated Composite Plates, NASA RP 1351 (Free download from: http://ntrs.nasa.gov/archive/nasa/casi.ntrs.nasa.gov/19950009349_1995109349.pdf)
- Appunti del corso,

MODALITA' DI ESAME

L'esame si articola in prova	Scritta e orale	✓	Solo scritta		Solo orale	
In caso di prova scritta i quesiti sono	A risposta multipla		A risposta libera		Esercizi numerici	✓
Altro	Sviluppo di elaborati					

AERODINAMICA DELL'ALA ROTANTE

SSD	CFU	Anno (I o II)		Semestre (I o II)		Lingua	
		I	II	I	II	Italiano	Inglese
ING-IND/06	9		✓	✓		✓	

Insegnamenti propedeutici previsti:

Classi				
Docenti				

OBIETTIVI FORMATIVI

Lo scopo del corso è l'introduzione all'aerodinamica dell'ala rotante ed in particolare allo studio di eliche, rotori ed aeromotori (turbine eoliche). Sono curati sia gli aspetti teorici che tecnici, che portano lo studente all'esperienza diretta della progettazione.

Il corso prevede lo svolgimento di esercitazioni che richiedono l'utilizzo di software open source, tavole elettroniche (Excel), programmi in MatLab e l'utilizzo del software commerciale ANSYS-Fluent versione pubblica per studenti.

PROGRAMMA

Il corso è diviso in quattro parti.

Aerodinamica stazionaria. Equazioni di Navier-Stokes in riferimento non inerziale. Frequenza ridotta. Flusso non dissipativo incomprimibile. Teorema di Bernoulli in regime stazionario. Il profilo sottile. Formula di Karman & Sears. Il caso di oscillazioni periodiche, teoria di Theodorsen. Regime quasi stazionario.

Aerodinamica dell'elica. Il modello di disco attuatore. Teoria impulsiva semplice e generale. Induzioni assiali e rotazionali ottime. Il sistema vorticoso dell'elica. Teoria generale dell'elemento di pala. Una condizione di ottimo approssimato. Effetto del numero finito di pale. Progetto dell'elica. Eliche intubate. Teoria impulsiva in regime comprimibile. Un modello numerico di disco attuatore in regime comprimibile.

Aerodinamica del rotore. Teoria impulsiva per il rotore in hovering. Teoria dell'elemento di pala per il rotore in hovering.

Rotore ideale e ottimo. Il rotore reale. Cifra di merito. Autorotazione. Curve di funzionamento in salita e discesa assiale. Effetto suolo in hovering. Teoria impulsiva in volo traslato. Curve di funzionamento. Potenza parassita in volo traslato.

Stima della potenza necessaria. Necessità del rotore articolato. Passo ciclico e collettivo. Dinamica della pala. Coefficienti di flappeggio. Velocità effettive e forze aerodinamiche. Potenza in volo traslato. Calcolo dei coefficienti di flappeggio. Cenni sulle configurazioni elicotteristiche. Prestazioni dell'elicottero.

Aerodinamica degli aeromotori. Caratteristiche delle turbine. Limite di Betz. Coppia e potenza ottime per un aeromotore ad asse orizzontale. Geometria della pala. I profili delle pale. Curve caratteristiche e prestazioni delle turbine. Concentratori di vento. Alette di estremità. Aeromotori ad asse verticale. Turbine ad azione differenziale. Turbine tipo Darreius.

MODALITA' DIDATTICHE

Lezioni; esercitazioni che richiedono l'uso sia di calcolatrici tascabili che di personal computers. Seminari.

MATERIALE DIDATTICO

Lezioni di Aerodinamica dell'ala rotante di Renato Tognaccini, disponibili online.

MODALITA' DI ESAME

L'esame si articola in prova	Scritta e orale		Solo scritta		Solo orale	✓
In caso di prova scritta i quesiti sono	A risposta multipla		A risposta libera		Esercizi numerici	✓
Altro	Sviluppo di progetti al calcolatore.					

EXPERIMENTAL FLUID DYNAMICS

SSD	CFU	Anno (I o II)		Semestre (I o II)		Lingua	
		I	II	I	II	Italiano	Inglese
ING-IND/06	9	✓			✓		✓

Insegnamenti propedeutici previsti: nessuno

Classi				
Docenti				

OBIETTIVI FORMATIVI

The experimental fluid dynamics course aims at providing all the fundamental basics in the field of fluid dynamic experimental measurements. The student has the possibility of learning several experimental measurement techniques from theoretical and practical viewpoints. Each measurement technique is explained highlighting its potential advantages and drawbacks, its application limits and its uncertainties.

PROGRAMMA

Measurement theory. Measurement uncertainties: random and bias. Propagation of uncertainty. Signal Theory. Sampling Theory. Fundamentals of continuous and discrete Fourier transforms.
 Pressure measurements. Liquid manometers. Bourdon manometers. Pressure transducers. Pitot tube. Laboratory exercises: pressure measurements.
 Temperature measurements. Liquid thermometers. Thermocouples. Radiation Theory. Infrared thermography. Heat flux sensors: heated thin foil, thin film and thin skin sensors. Laboratory exercises: temperature measurements.
 Velocity measurements: hot-wire anemometry, laser Doppler anemometry, Particle Image Velocimetry. Evaluation of a pressure field from velocity measurements. Determination of aerodynamic forces from velocity measurements. Laboratory exercises: velocity measurements.
 Force measurements. Load cells. Laboratory exercises: force measurements.
 Wind tunnels: subsonic and hypersonic.
 Fundamentals of optics. Density measurements: Shadowgraph, Schlieren and Interferometry. Laboratory exercises: density measurements.

MODALITA' DIDATTICHE

Lectures, Lab experiments, application seminars.

MATERIALE DIDATTICO

Notes on lectures delivered by the teacher and available on web site <https://www.docenti.unina.it>. Some suggested textbooks: Discretionary Experimental Aerodynamics CRC Press (2017). Tavoularis Measurements in fluid mechanics CUP 2009. Astarita Carlomagno Infrared Thermography for Thermo-Fluid-Dynamics Springer 2013. Raffel et al Particle Image Velocimetry springer 2018. Tropea et al Springer handbook of experimental fluid mechanics Springer 2007. Barlow et al Low-Speed Wind Tunnel Testing Wiley (1999).

MODALITA' DI ESAME

L'esame si articola in prova	Scritta e orale	<input type="checkbox"/>	Solo scritta	<input type="checkbox"/>	Solo orale	<input checked="" type="checkbox"/>
In caso di prova scritta i quesiti sono	A risposta multipla	<input type="checkbox"/>	A risposta libera	<input type="checkbox"/>	Esercizi numerici	<input checked="" type="checkbox"/>
Altro						

FLUID-DYNAMIC STABILITY

SSD	CFU	Anno (I o II)		Semestre (I o II)		Lingua	
		I	II	I	II	Italiano	Inglese
ING-IND/06	6		✓		✓		✓

Insegnamenti propedeutici previsti: nessuno

Classi				
Docenti				

OBIETTIVI FORMATIVI

The course addresses basic theories and advanced investigation methodologies to analyse flows instabilities. Inner and open shear flows are particularly investigated. Industrial problems such as the prediction of laminar-to-turbulence transition and the break-up of two-phase interface leading to atomization phenomena are some of the major application fields.

PROGRAMMA

Basic concepts and definitions of stability in Fluid mechanics. Lyapunov and asymptotic stability. Bifurcation and instability. Basic elements of function spaces, inner product and norm. Linearized equations of disturbances. Temporal normal modes analysis for parallel flows. Sturm-Liouville eigenvalues problem. Some classic models: Kelvin-Helmholtz instability, capillary instability of a jet. Localized disturbances in space and time, spatio-temporal theory. Absolute and convective instability. Spatial normal modes. Landau-Ginzburg equation. Stability of parallel flows: inviscid and viscous theories. Rayleigh inflection point theorem. Squire theorem. Orr-Sommerfeld equation. Stability of non-parallel flows. Global instability. Connections between global instability and absolute/convective instability for locally parallel flows. Theory of non-modal instability. Growth function and pseudospectrum. Comparison of modal and non-modal theories for industrial flows: Poiseuille flow, Blasius flow, jet, wake, mixing layer. Laminar-to-turbulent transition in wall bounded flows. Criteria of turbulence prediction. e^N method.

MODALITA' DIDATTICHE

Lectures, numerical exercises, application seminars.

MATERIALE DIDATTICO

Notes on lectures delivered by the teacher and available on web site <https://www.docenti.unina.it>. Some suggested textbooks: P.G. Drazin, Introduction to Hydrodynamic Stability, Cambridge University Press, 2002. P. Huerre and P.A. Monkewitz, Ann. Rev. Fluid Mech., 32, 473-537, 1990. P.J. Schmid and D. S. Henningson, Stability and Transition in Shear Flows, Springer, 2001.

MODALITA' DI ESAME

L'esame si articola in prova	Scritta e orale	<input type="checkbox"/>	Solo scritta	<input type="checkbox"/>	Solo orale	<input checked="" type="checkbox"/>
In caso di prova scritta i quesiti sono	A risposta multipla	<input type="checkbox"/>	A risposta libera	<input type="checkbox"/>	Esercizi numerici	<input checked="" type="checkbox"/>
Altro						

FLUIDODINAMICA NUMERICA

SSD	CFU	Anno (I o II)		Semestre (I o II)		Lingua	
		I	II	I	II	Italiano	Inglese
ING-IND/06	9	✓		✓		✓	

Insegnamenti propedeutici previsti: Nessuno

Classi				
Docenti				

OBIETTIVI FORMATIVI

Scopo del corso è quello di fornire all'allievo i mezzi per rispondere alla domanda di lavoro nel settore della Fluidodinamica Computazionale (CFD). L'allievo acquisirà gli strumenti che gli consentiranno di valutare le potenzialità e i limiti dei codici commerciali utilizzati in Fluidodinamica Computazionale, al fine di permettergli un uso consapevole degli stessi. Il corso fornisce i fondamenti razionali della Fluidodinamica Numerica che poggiano su di una base di conoscenze di analisi matematica, algebra lineare, metodi numerici e meccanica dei fluidi. L'allievo avrà modo di comprendere le problematiche lineari e quelle non lineari tipiche del trattamento numerico delle Equazioni di Navier-Stokes, esercitandosi sia nella costruzione di codici alle Differenze Finite (DF) che nell'utilizzo di software open source.

PROGRAMMA

Richiami di algebra lineare: spazi vettoriali a dimensione finita, matrici come operatori lineari, decomposizioni matriciali, auto vettori ed autovalori, norme matriciali e norme indotte. Fondamenti di metodi iterativi per la risoluzione di sistemi lineari: applicazioni alla risoluzione numerica di equazioni ellittiche. Richiami sul metodo alle Differenze Finite (DF) per problemi di natura ellittica, parabolica e iperbolica.

Risoluzione numerica delle equazioni di Navier-Stokes (NS) per moti incompressibili: metodi di proiezione e Problema Inverso del Calcolo Vettoriale. Trattamento numerico dei termini convettivi nelle NS incompressibili mediante tecniche alle differenze finite e ai volumi di controllo. Analisi delle proprietà di conservazione delle discretizzazioni. Metodo di Harlow-Welch e sue generalizzazioni. Cenni ai metodi di ordine elevato e ai metodi spettrali.

Leggi di conservazione iperboliche non lineari. Soluzioni deboli e proprietà delle discretizzazioni numeriche. Proprietà di monotonia, TVD e teorema di Lax-Wendroff. Principi di costruzione dei flussi numerici per le Equazioni di Eulero nel caso 1D.

Cenni ai problemi di modellistica di flussi turbolenti: simulazione numerica diretta e problemi di chiusura dei modelli (RANS).

MODALITA' DIDATTICHE

Lezioni teoriche, applicazioni al computer illustrate dal docente ed esercitazioni pratiche svolte dagli allievi presso i laboratori di Informatica

MATERIALE DIDATTICO

- C. Meola, G. de Felice, Fondamenti Lineari per la Fluidodinamica Numerica. L'Ateneo, Napoli. (1996)
- H. Lomax, T. H. Pulliam, D. W. Zingg, Fundamentals of Computational Fluid Dynamics, Springer (2013)
- C. Hirsch, Numerical Computation of Internal and External Flows. Butterworth-Heinemann (2007)
- R. J. Leveque, Finite volume methods for hyperbolic problems. Cambridge University Press (2002)
- Appunti e materiale didattico distribuito dal docente. Prototipi di codici di calcolo illustrati durante le esercitazioni

MODALITA' DI ESAME

L'esame si articola in prova	Scritta e orale	✓	Solo scritta		Solo orale	
In caso di prova scritta i quesiti sono	A risposta multipla		A risposta libera		Esercizi numerici	✓
Altro	Lavoro finale al computer (a casa) e colloquio orale.					

TURBOLENZA

SSD	CFU	Anno (I o II)		Semestre (I o II)		Lingua	
		I	II	I	II	Italiano	Inglese
ING-IND/06	6		✓		✓	✓	

Insegnamenti propedeutici previsti: Nessuno

Classi				
Docenti				

OBIETTIVI FORMATIVI

Dopo aver introdotto le problematiche più basilari dei moti turbolenti ed i corrispondenti modelli semplificati per flussi interni ed esterni, condurre gli allievi, attraverso opportuni approfondimenti teorici, alla comprensione ed all'impiego cosciente delle modellistiche teoriche e simulate più recenti.

PROGRAMMA

Origine e natura dei moti turbolenti. Necessità dell'approccio statistico-probabilistico: richiami elementari. Equazioni mediate per il bilancio della massa, della quantità di moto e di grandezze scalari. L'equazione del tensore di Reynolds ed il problema della chiusura. Equazioni di bilancio per l'energia cinetica per il moto medio e turbolento. La viscosità turbolenta. Flussi turbolenti in prossimità di pareti. La legge di parete. Effetti della rugosità. Flussi turbolenti di getti, mixing layers e scie. Moti turbolenti intorno a corpi di diversa forma: abachi e diagrammi. Lo studio della struttura della turbolenza: fenomeni casuali nello spazio e nel tempo, correlazioni spaziali e temporali. Stazionarietà ed omogeneità statistiche, turbolenza isotropa. Le scale della turbolenza ed i meccanismi di scambio e dissipazione dell'energia cinetica turbolenta dal punto di vista dello spazio reale e di quello spettrale. La teoria dell'equilibrio universale di Kolmogorov. Limitazioni prevedibili nell'ambito della Simulazione Numerica Diretta (DNS). Modelli algebrici, Modelli differenziali ad Una, Due (tipo K-epsilon) e Sette equazioni (RSM): analisi di vantaggi ed inconvenienti. Large Eddy Simulation (LES): filtri ed equazioni filtrate, il tensore residuale degli sforzi e sue decomposizioni, il modello di Smagorinsky. Equazioni di Navier-Stokes nello spazio dei numeri d'onda. Qualche modello più raffinato per il tensore residuale degli sforzi: il modello Dinamico e quello Misto. Problematiche della simulazione in prossimità di pareti. Cenni sulle problematiche numeriche in approcci LES/DNS: schemi upwind o centrati, viscosità artificiale, instabilità non lineari e conservazione discreta dell'energia cinetica. Cenni alla questione dell'imprevedibilità ed i suoi effetti sulla propagazione dell'errore modellistico a livello delle grandi scale. Cenni alle problematiche dei flussi turbolenti compressibili ed ai relativi approcci simulativi.

MODALITA' DIDATTICHE

Lezioni tradizionali, Proiezione e Commento di filmati pertinenti del National Committee for FluidMechanics Film, Illustrazione interattiva di applicazioni numeriche sui modelli RANS/LES/DNS.

MATERIALE DIDATTICO

J.O. Hinze, TURBULENCE, McGraw-Hill 1975
 S. B. Pope, TURBULENT FLOWS, Cambridge University Press, 2003
 A.S. Monin & A. M. Yaglom Statistical Fluid Mechanics: Mechanics of Turbulence Vol. 1 Dover Publications (2007 Copia Anastatica dell'edizione 1971 MIT Press)
 A.S. Monin & A. M. Yaglom Statistical Fluid Mechanics: Mechanics of Turbulence Vol. 2 Dover Publications (2007 Copia Anastatica dell'edizione 1971 MIT Press)
 P.A. Durbin & B.A. PettersonReif Statistical Theory and Modeling for Turbulent Flows Second Edition (2011) John Wiley and Sons Publications

MODALITA' DI ESAME

L'esame si articola in prova	Scritta e orale	<input type="checkbox"/>	Solo scritta	<input type="checkbox"/>	Solo orale	<input checked="" type="checkbox"/>
In caso di prova scritta i quesiti sono	A risposta multipla	<input type="checkbox"/>	A risposta libera	<input type="checkbox"/>	Esercizi numerici	<input type="checkbox"/>
Altro	.					

AEROSPACE REMOTE SENSING SYSTEMS

SSD	CFU	Anno (I o II)		Semestre (I o II)		Lingua	
		I	II	I	II	Italiano	Inglese
ING-IND/05	9		✓	✓			✓

Insegnamenti propedeutici previsti: Nessuno

Classi				
Docenti				

OBIETTIVI FORMATIVI

This course is intended to provide a basic knowledge of scientific and engineering problems related to the aerospace systems for earth observation, with reference to airborne and spaceborne high resolution sensors, both in the electro-optical and microwave region of the electromagnetic spectrum, and to space remote sensing mission analysis and design.

PROGRAMMA

Basics of physics of remote sensing. Basics of atmospheric effects on radiation propagation and atmospheric windows. Basics on spectral properties and spectral signatures of natural and man-made targets. Impact on spectral band selection of remote sensors. Examples. Passive electro-optical systems, basics of radiometry and optics, telescopes, detectors. Amplitude and Phase Modulation Transfer Functions and geo-radiometric resolution. Multispectral and hyperspectral systems. Data acquisition and basics of digital processing. Radiometric Calibration, Geometric Calibration, Image Registration and Georeferencing. Active microwave systems, pulse, Doppler and chirp radar, side-looking radar. Basics on antenna pattern and radar equation for point and extended targets. Synthetic aperture radar (SAR), geometrical issues and range and azimuth resolutions, range-Doppler analogy, Pulse Repetition Frequency, ambiguity. Basics on chirp compression and SAR processing. Interferometric and multistate systems, basics of interferometric processing. Examples of possible solutions and system design. Mission analysis of space remote sensing systems, sun synchronous orbits, repetition factor and coverage patterns, pointing maneuvers, factors affecting orbit and pointing design. Constellations. Examples. Elements on Ground Stations.

MODALITA' DIDATTICHE

Lectures and exercises

MATERIALE DIDATTICO

T. M. Lillesand et al., "Remote Sensing and Image Interpretation", J. Wiley & Sons, 2004 - A. V. Oppenheim et al., "Signals and Systems", Prentice Hall, 1997 - F. T. Ulaby et al., "Microwave Remote Sensing Active and Passive", Addison-Wesley, 1981 - A. Moccia, "Synthetic Aperture Radar", Encyclopaedia of Aerospace Engineering, J. Wiley & Sons, 2012 - K.I. Duck et al. "Orbital Mechanics for Remote Sensing", in Manual of Remote Sensing, American Society of Photogrammetry, Virginia, Vol. 1, 1983.

MODALITA' DI ESAME

L'esame si articola in prova	Scritta e orale	✓	Solo scritta		Solo orale	
In caso di prova scritta i quesiti sono	A risposta multipla		A risposta libera	✓	Esercizi numerici	✓
Altro						

AERODINAMICA IPERSONICA

SSD	CFU	Anno (I o II)		Semestre (I o II)		Lingua	
		I	II	I	II	Italiano	Inglese
ING-IND/06	9		✓	✓		✓	

Insegnamenti propedeutici previsti: Nessuno

Classi				
Docenti				

OBIETTIVI FORMATIVI

Il corso fornisce una panoramica sui fenomeni fisici e sui modelli matematici tipici dell'aerodinamica ipersonica, utilizzati principalmente nei flussi ad alta entalpia associati al rientro, con lo scopo di completare le conoscenze dello studente sulla aerodinamica e sulle tecnologie spaziali. Gli obiettivi principali sono: introdurre le problematiche dei regimi di moto ipersonici di veicoli spaziali e analizzare i principi fisici dell'aerodinamica degli alti numeri di Mach; introdurre e studiare l'evoluzione dei gas in presenza di reazioni chimiche (gas reagenti); generalizzare le equazioni di Navier-Stokes e la teoria dello strato limite; introdurre la dinamica dei gas rarefatti.

PROGRAMMA

Fondamenti del volo ipersonico e flussi ipersonici. Problematiche dei flussi ad alta entalpia. Riscaldamento aerodinamico e aerotermodinamica chimica. Aerotermodinamica dei veicoli spaziali: capsule di rientro e corpi portanti. Parametro balistico, effetti sul carico aerodinamico e sul trasferimento del calore. Onde d'urto ed onde di espansione nel limite ipersonico. Calcolo dell'angolo d'urto. Strato entropico. Metodi approssimati: teoria Newtoniana, metodo del cono tangente, teoria urto-espansione. Flussi ipersonici non viscosi. Metodo delle caratteristiche. Campo di moto attorno al cono: equazioni di Taylor-Maccoll, altri metodi. Teoria dei piccoli disturbi e principio di equivalenza di Hayes. Modellistica aerotermodinamica chimica. Modelli di Lighthill e di Monti-Napolitano. Zona di rilassamento chimico a valle di un'onda d'urto. Flussi ipersonici viscosi. Equazioni del moto per gas reagenti. Strato limite ipersonico. Interazione viscosa. Teoria di Maxwell e regime di molecole libere. Regimi di transizione. Gallerie aerodinamiche ipersoniche. Cenni sui sistemi di protezione termica.

MODALITA' DIDATTICHE

Lezioni; esercitazioni che richiedono l'uso di personal computers. Le esercitazioni di laboratorio sono svolte nella galleria ipersonica ad arco del Dipartimento di Ingegneria Industriale

MATERIALE DIDATTICO

libri di testo: Aerodinamica Ipersonica. R. Monti e G. Zuppardi, Liguori Editore; Appunti del corso. Agli studenti sono fornite anche fotocopie di dati e grafici utili sia a fini esercitativi in aula che in laboratorio.

MODALITA' DI ESAME

L'esame si articola in prova	Scritta e orale	<input type="checkbox"/>	Solo scritta	<input type="checkbox"/>	Solo orale	<input checked="" type="checkbox"/>
In caso di prova scritta i quesiti sono	A risposta multipla	<input type="checkbox"/>	A risposta libera	<input type="checkbox"/>	Esercizi numerici	<input type="checkbox"/>
Altro	Discussione di elaborati svolti con personal computers					

SPACE EXPERIMENTS

SSD	CFU	Anno (I o II)		Semestre (I o II)		Lingua	
		I	II	I	II	Italiano	Inglese
ING-IND/06	6		✓		✓		✓

Insegnamenti propedeutici previsti: Nessuno

Classi				
Docenti				

OBIETTIVI FORMATIVI

This course is intended to provide an overview of the scientific and engineering problems related to the execution of experiments onboard space platforms, with reference to fluid dynamics aspects and to the current microgravity research. Topics include fundamentals of microgravity, study of fluids behaviour under reduced gravity conditions and related theoretical and numerical modelling. The subject is addressed from different perspectives, discussing past and present space programmes, as well as the experimental facilities available onboard space stations and spacecrafts.

PROGRAMMA

Introduction to space utilization and overview of main scientific space programs. Role of principal investigators, space industries and agencies. Historical perspectives of human space flight. Lessons learned. Space Agencies organization and activities. Current governative and commercial space programs. Motivations for research in microgravity. Overview of main research fields in Fluid, Material, Life Sciences and related applications. Short-duration microgravity opportunities: drop towers and drop tubes, parabolic flights on aircrafts, sounding rockets, orbital platforms. Fluid science fundamentals. Fluids and materials behavior in space. Microgravity Fluid dynamics: capillarity, balance equations, order of magnitude analysis and examples. Buoyancy and surface tension-driven convection. Technological issues: container less processing. The International Space Station (ISS). Pressurized and unpressurized elements. Accommodation and utilization resources for payloads. Columbus laboratory. Microgravity facilities. Scientific operations. Ground Segment. Optical diagnostics for microgravity fluid dynamics.

MODALITA' DIDATTICHE

Lectures, laboratory, seminars. Utilization of fluid dynamics software for specific exercises related to numerical simulation of fluids behaviour under reduced gravity conditions

MATERIALE DIDATTICO

Slides, lecture notes related to Microgravity Sciences and International Space Station facilities and operations

MODALITA' DI ESAME

L'esame si articola in prova	Scritta e orale	<input type="checkbox"/>	Solo scritta	<input type="checkbox"/>	Solo orale	<input checked="" type="checkbox"/>
In caso di prova scritta i quesiti sono	A risposta multipla	<input type="checkbox"/>	A risposta libera	<input type="checkbox"/>	Esercizi numerici	<input type="checkbox"/>
Altro	Discussion of exercises developed with personal computers					

PROPULSIONE SPAZIALE

SSD	CFU	Anno (I o II)		Semestre (I o II)		Lingua	
		I	II	I	II	Italiano	Inglese
ING-IND/07	9	✓			✓	✓	

Insegnamenti propedeutici previsti: NESSUNO

Classi				
Docenti				

OBIETTIVI FORMATIVI

Il corso presenta i fondamenti della propulsione a razzo e discute concetti avanzati nella propulsione spaziale che riguardano endoreattori chimici ed elettrici. Gli argomenti, partendo dai requisiti delle missioni e dei sistemi di trasporto per l'accesso allo spazio, il volo orbitale e interplanetario, comprendono la descrizione della fisica e degli aspetti tecnologici dei propulsori. Questi includono motori a razzo di tipo chimico (a propellenti solidi, bipropellenti liquidi o ibridi, monopropellenti) e thruster elettrici. Questi ultimi comprendono i propulsori elettrotermici, elettrostatici ed elettromagnetici.

PROGRAMMA

Fondamenti di propulsione spaziale. Cenni alle missioni spaziali. Requisiti di lanciatori per l'accesso allo spazio. Manovre impulsive e a bassa spinta nello spazio. Propulsori chimici (solidi, liquidi, ibridi). Ugelli e spinta del razzo. Trasferimento dell'energia termica e sistemi di raffreddamento. Flussi di equilibrio e non equilibrio. Selezione di miscele di propellenti. Propellenti solidi: obiettivi e vincoli di progettazione. Propellenti liquidi: combustione, iniezione, stabilità. Propulsori a razzo ibridi: progettazione e funzionamento. Propulsori monopropellenti. Classificazione dei propulsori elettrici. Teoria elettromagnetica di base e fisica del plasma. Propulsori elettrotermici. Propulsori elettrostatici a ioni. Arc jet. Propulsorio effetto Hall. Altre tipologie di micro-propulsori.

MODALITA' DIDATTICHE

Lezioni ed esercitazioni. Seminari. Progetti di gruppo

MATERIALE DIDATTICO

Appunti e slides del corso.

MODALITA' DI ESAME

L'esame si articola in prova	Scritta e orale	<input type="checkbox"/>	Solo scritta	<input type="checkbox"/>	Solo orale	<input checked="" type="checkbox"/>
In caso di prova scritta i quesiti sono	A risposta multipla	<input type="checkbox"/>	A risposta libera	<input type="checkbox"/>	Esercizi numerici	<input type="checkbox"/>
Altro						

SPACE FLIGHT DYNAMICS

SSD	CFU	Anno (I o II)		Semestre (I o II)		Lingua	
		I	II	I	II	Italiano	Inglese
ING-IND/05	9	✓			✓		✓

Insegnamenti propedeutici previsti: Nessuno

Classi				
Docenti				

OBIETTIVI FORMATIVI

The course is aimed at introducing the methods of space flight dynamics that are applied to real space systems. Starting from the basic knowledge acquired during the degree course, several topics will be covered in depth, including orbit perturbations analysis and propagation methods, orbit maintenance approaches, interplanetary trajectories, and advanced attitude control methods. Special emphasis will also be given to the study of relative dynamics in space and its application to distributed space systems, and to autonomous rendezvous and docking in missions such as on orbit servicing and active debris removal.

PROGRAMMA Laurea

Orbit perturbations analysis:

- General and special perturbation techniques. Orbit propagation methods and tools
- Perturbations effects on different classes of Earth orbits

Orbit correction and maintenance
 Orbit determination and estimation
 Fundamentals of interplanetary trajectories
 Relative motion in space

- Hill's equations and advanced mathematical models
- Formation flying, on orbit monitoring, rendezvous and docking
- Spaceborne collision avoidance strategies

Advanced attitude control methods:

- Gyro-based control methods
- Magnetic-based control methods

MODALITA' DIDATTICHE

Lectures, tutorials, exercises

MATERIALE DIDATTICO

Slides, lecture notes, technical papers.
 Main textbooks:
 D.A. Vallado, Fundamentals of Astrodynamics and Applications, 4th ed., Springer Space Technology Library, 2013.
 R. R. Bate, Fundamentals of Astrodynamics, Dover Publications, 1972.
 V.A. Chobotov, Orbital Mechanics, AIAA Education Series, 2002.
 J.R. Wertz, Spacecraft Attitude Determination and Control, D. Reidel Publishing Company, 1978.
 M.H. Kaplan, Modern Spacecraft Dynamics and Control, John Wiley and Sons, 1976.

MODALITA' DI ESAME

L'esame si articola in prova	Scritta e orale		Solo scritta		Solo orale	✓
In caso di prova scritta i quesiti sono	A risposta multipla		A risposta libera		Esercizi numerici	
Altro						

SPACE SYSTEMS

SSD	CFU	Anno (I o II)		Semestre (I o II)		Lingua	
		I	II	I	II	Italiano	Inglese
ING-IND/05	9	✓		✓			✓

Insegnamenti propedeutici previsti: Nessuno

Classi				
Docenti				

OBIETTIVI FORMATIVI

The course provides the basic elements for the design of a space system in response to space mission requirements and objectives, with particular concern to the subsystems on board a satellite, in terms of mathematical and physical modelling of the subsystem behaviour, technologies and development examples and solutions.

PROGRAMMA

Elements of space system design and engineering: space program life cycle, space mission architecture (mission objective and payload, space segment, ground segment, launcher), system and subsystem mass and power budgets, design margins. Exercise and practical design examples.

The Space Environment and its interaction with the satellite and its subsystems: the atmosphere, the ionosphere, the magnetosphere, the radiation environment and its main effects on satellite units and subsystems, the thermal environment, the main perturbations acting on a satellite and their effects

Elements for the design of satellite subsystems: main subsystems/units and components of a satellite, architectures and technological solutions, operating principles, derivation of the design requirements from mission objectives. Simplified mathematical models for subsystem and component design: attitude and orbit control subsystem, electrical power subsystem, thermal control subsystem, telemetry and telecommunication subsystem, launcher interfaces. Exercises and practical design examples. Introductory elements on space qualification and ground testing.

MODALITA' DIDATTICHE

Lessons and exercises

MATERIALE DIDATTICO

Course viewgraphs and the following suggested textbooks: Charles D. Brown, Elements of Spacecraft Design, AIAA education series 2002, ISBN 1563475243; James Richard Wertz, Wiley J. Larson, Space mission analysis and design, Volume 8, Springer, 1999, ISBN 0792359011; James Richard Wertz, Spacecraft attitude determination and control, Springer, 1978, ISBN 9027709599; Vincent L. Pisacane, Fundamentals of space systems, Oxford University Press US, 2005, ISBN 0195162056

MODALITA' DI ESAME

L'esame si articola in prova	Scritta e orale	✓	Solo scritta		Solo orale	
In caso di prova scritta i quesiti sono	A risposta multipla		A risposta libera	✓	Esercizi numerici	✓
Altro						

AIR TRAFFIC MANAGEMENT AND CONTROL

SSD	CFU	Anno (I o II)		Semestre (I o II)		Lingua	
		I	II	I	II	Italiano	Inglese
ING-IND/05	9		✓		✓		✓

Insegnamenti propedeutici previsti: Nessuno

Classi				
Docenti				

OBIETTIVI FORMATIVI

This course will provide a complete overview about Air Traffic Management and Air Traffic Control systems and procedures. In this framework, the aircraft is considered a component of a global traffic scenario at national, continental, and intercontinental level. The main topic discussed in the course can be summarized as follows: Regulations; ii) Surveillance; iii) Navigation; iv) Operations; v) Weather and environmental issues) Advanced topics: UAS integration, PBN, Airport Automation, and modernization. Since Air Traffic Management is developing several innovations in the last few years, a large analysis of future most important changes will be presented at the end of the course. It includes all topics accounted in the main innovation projects worldwide, i.e. Next Gen in the US and SESAR in Europe. Moreover, this course will give students knowledge of Aeronautical Communications System and Air Routes. Theoretical, technological, design, installation and operational issues will be addressed. Course aims at enabling students to manage at system level Voice Communications, Digital Communications, Aircraft Trajectory Prediction, and Mission Path Planning.

PROGRAMMA

1. ATM fundamentals: System Structure, Basic Procedures; Operational Rules.
2. ADS-B.
3. Collision Avoidance, TCAS.
4. PBN-Performance-Based Navigation: RNAV and RNP.
5. Operations: Airport and Terminal Operations; Enroute Operations; Oceanic Operations.
6. Weather and environmental issues.
7. ATM System Modeling.
8. UAS integration.
9. Aircraft trajectory prediction.
10. Airport Automation: ASMGCS.
11. System Modernization: Next Gen and Sesar.
12. Basics of radio communications
13. Regulations and standards for aeronautical radio communications. Voice radio links; Data radio links.
14. Air routes: Definition of air routes and flight planning.
15. Geodesics as paths over the Earth ellipsoid.

MODALITA' DIDATTICHE

Oral lectures, laboratory experiences, seminars with field experts, tours to companies and research institutions that are involved in production and integration of ATM related systems.

MATERIALE DIDATTICO

Course slides and lecture notes.

Reference textbooks: Nolan, M., S., Fundamentals of Air Traffic Control, Cengage Learning; Kayton, M. and Fried, W.R., Avionics Navigation Systems, Wiley-Interscience; Spitzer, C.R., and Ferrell, U., Digital Avionics Handbook, CRC Press; Helfrick, A., Principles of Avionics, Avionics Communications Inc.; Ashford, N.J., Stanton, H.P.M., and Moore, C.A., Airport Operations, McGraw-Hill Professional Publishing; Tooley, M. and Wyatt, D., Aircraft Communications and Navigation Systems. Principles, Maintenance and Operation, Routledge; Stacey, D., Aeronautical Radio Communication Systems and Networks, John Wiley and Sons

MODALITA' DI ESAME

L'esame si articola in prova	Scritta e orale	✓	Solo scritta		Solo orale	
In caso di prova scritta i quesiti sono	A risposta multipla		A risposta libera	✓	Esercizi numerici	
Altro						

UNMANNED AIRCRAFT SYSTEMS

SSD	CFU	Anno (I o II)		Semestre (I o II)		Lingua	
		I	II	I	II	Italiano	Inglese
ING-IND/05	9		✓	✓			✓

Insegnamenti propedeutici previsti: Nessuno

Classi				
Docenti				

OBIETTIVI FORMATIVI

The course is intended to provide a basic knowledge about architecture and operation of Unmanned Aircraft Systems (UAS), dealing with UAS classification, regulations, sensors and data fusion algorithms, autonomous guidance, navigation and control, communication and data links, ground stations.

Special emphasis is given to enabling technologies for autonomous flight and UAS integration in the civil airspace, such as ground-based and airborne sense and avoid systems.

PROGRAMMA

Introduction. Definitions and principles.

UAS Configurations and Applications: Military & Civilian Roles. Evolution, current and future systems.

UAS Onboard Systems:

- Overview of UAS payloads
- Onboard navigation systems and landing aids
- Vision-based applications and techniques, vision-aided navigation
- Basics of data fusion and airborne tracking systems
- UAS planning, guidance, and control
 - o fixed wing - architecture and algorithms of UAS autopilots: path planning, path management, guidance (trajectory tracking, path following), autopilot control loops
 - o rotary wing - dynamics and control of multirotor systems, planning and guidance approaches
 - o exercises and practical examples of small UAS guidance navigation and control with ad hoc software tools

UAS communications and data links.

UAS ground stations and human factors, levels of automation, mission planning systems.

Regulations and airspace integration: current UAS operations, cooperative and non-cooperative separation assurance and collision avoidance systems, ground-based and airborne sense and avoid systems and algorithms.

Practical anti-collision system design examples.

MODALITA' DIDATTICHE

Lectures, tutorials, exercises

MATERIALE DIDATTICO

Slides, lecture notes, technical papers.

Textbooks:

J. Gundlach, Designing Unmanned Aircraft Systems: A Comprehensive Approach, AIAA Education Series, 2012

R. Austin, Unmanned Aircraft Systems: UAVs Design, Development and Deployment, Wiley, 2010

R.W. Beard, T.W. McLain, Small Unmanned Aircraft: Theory and Practice, Princeton University Press, 2012

R.W. Beard, Quadrotor dynamics and control, lecture notes, 2008

S. Blackman, R. Popoli, Design and analysis of modern tracking systems, Artech House, 1999.

R.C. Nelson, Flight Stability and Automatic Control, McGraw Hill, 1998

MODALITA' DI ESAME

L'esame si articola in prova	Scritta e orale	<input type="checkbox"/>	Solo scritta	<input type="checkbox"/>	Solo orale	<input checked="" type="checkbox"/>
In caso di prova scritta i quesiti sono	A risposta multipla	<input type="checkbox"/>	A risposta libera	<input type="checkbox"/>	Esercizi numerici	<input type="checkbox"/>
Altro						

AEROSPACE DESIGN PROJECT

SSD	CFU	Anno (I o II)		Semestre (I o II)		Lingua	
		I	II	I	II	Italiano	Inglese
ING-IND/04-05-06	9		✓	✓	✓		✓

Insegnamenti propedeutici previsti: Nessuno

Classi				
Docenti				

OBIETTIVI FORMATIVI

This course takes its motivation from the strong interest and growing need of the industrial world in a multidisciplinary approach to engineering problems and design. To answer these requests, this course is aimed to contribute to some specific learning outcomes. The class will be subdivided in group of students. Each group will autonomously select a specific project to be completed by the end of the course. Each student is forced to acquire ability in working in a team environment, improving his/her project management and communication skills, to identify, formulate, and solve engineering problems, to explore and propose solutions, to design a system, or a component, or a process to meet requirements and specifications, managing engineering standards. The students will also learn how to communicate effectively in oral and written form.

PROGRAMMA

This course provides an opportunity to tackle with complex aerospace system, in a team environment, designing tasks and simulating real working situations, aiming to propose credible and reliable conceptual design solutions. The course is primarily project-based. Student design teams may propose their own project providing a sustainable team working organization. A design brief for an aerospace system is provided, to be used to generate a set of project requirements and specifications to be complied. The student team is asked to provide, to evaluate and to select suitable design concepts to meet the project requirements according to the requested specifications

MODALITA' DIDATTICHE

Lectures, tutorials, Seminars with field experts

MATERIALE DIDATTICO

Course slides and lecture notes

MODALITA' DI ESAME

L'esame si articola in prova	Scritta e orale	✓	Solo scritta		Solo orale	
In caso di prova scritta i quesiti sono	A risposta multipla		A risposta libera	✓	Esercizi numerici	✓
Altro	Project report and project presentation					

DINAMICA STRUTTURALE

SSD	CFU	Anno (I o II)		Semestre (I o II)		Lingua	
		I	II	I	II	Italiano	Inglese
ING-IND/04	6		✓	✓		✓	

Insegnamenti propedeutici previsti: Nessuno

Classi				
Docenti				

OBIETTIVI FORMATIVI

Completare le conoscenze relativamente alla dinamica strutturale e l'identificazione e caratterizzazione dinamica di sistemi complessi. Questi obiettivi sono perseguiti sia con metodologie analitiche, numeriche, sperimentali e principalmente focalizzando l'attenzione sulla possibilità di confrontare i suddetti approcci al fine di ottenere una ottimizzazione dei modelli proposti.

PROGRAMMA

Confronto tra soluzioni modali, esplicite e implicite.
 Introduzione alla soluzione di problemi dinamici analitici e/o semi-analitici.
 La convergenza di una soluzione modale.
 Richiami sulle tecniche numeriche di estrazione di parametri modali.
 Parallelismo con l'approccio di Rayleigh -Ritz.
 Richiami di analisi dei segnali per la valutazione sperimentale della risposta dinamica di un sistema.
 Identificazione di sistemi dinamici mediante prove dinamiche (modelli SDOF e MDOF).
 Verifica dei modelli dinamici sintetizzati da dati sperimentali.
 Model updating e ottimizzazione strutturale.

MODALITA' DIDATTICHE

Lezioni frontali, esercitazioni guidate, seminari applicativi su alcuni temi specifici.

MATERIALE DIDATTICO

1. L. Meirovitch: Elements of Vibration Analysis, 2nd Edition, McGraw-Hill, 1986.
2. D. J. Ewins: Modal Testing: Theory, Practice and Application, Research Studies Press Ltd., 2001.
3. R. D. Cook: Concepts and Applications of Finite Element Analysis, John Wiley & Sons, 2001.
4. L. Meirovitch: Computational Methods in Structural Dynamics, Sijthoff&Noordhoff, 1980.

MODALITA' DI ESAME

L'esame si articola in prova	Scritta e orale	✓	Solo scritta		Solo orale	
In caso di prova scritta i quesiti sono	A risposta multipla		A risposta libera		Esercizi numerici	
Altro	Redazione di un elaborato e successivo colloquio					

FONDAMENTI CHIMICI DELLE TECNOLOGIE

SSD	CFU	Anno (I o II)		Semestre (I o II)		Lingua	
		I	II	I	II	Italiano	Inglese
CHIM/07	9		✓	✓		✓	

Insegnamenti propedeutici previsti: Nessuno

Classi				
Docenti				

OBIETTIVI FORMATIVI

Il corso permette di approfondire le conoscenze riguardanti la struttura della materia, le interazioni materia/energia radiante, origine ed applicazioni dell'energia nucleare e della radioattività, cinetica chimica ed elettrochimica con particolare attenzione a problematiche di interesse ingegneristico quali: le principali tecniche di indagine dei materiali, interpretazione delle proprietà (elettriche, meccaniche e magnetiche) dei materiali, materiali nano-strutturati, combustione e ossidazione a bassa ed alta temperatura

PROGRAMMA

Origini della meccanica quantistica: teoria classica della radiazione e teoria dei fotoni. Interazioni tra materia ed energia radiante. Tecniche spettroscopiche. Tecnica della diffrazione dei raggi X. Struttura elettronica dell'atomo e legame chimico secondo la meccanica quantistica. Il legame chimico: teorie del legame di valenza e degli orbitali molecolari. Solidi cristallini ed amorfi. Curve di Condon-Morse; elasticità ed anelasticità. Genesis delle bande di valenza e di conduzione nei conduttori e semiconduttori, intrinseci e drogati; struttura delle bande ed effetto fotovoltaico. Difetti presenti nei cristalli (difetti di punto, di linea e di piano) ed influenza sulle proprietà elettriche e meccaniche. Chimica nucleare e radioattività ed applicazioni. Cinetica chimica. Equazioni cinetiche e meccanismi di reazione. Energia di attivazione. La catalisi. Elementi di chimica delle fiamme, limiti d'infiammabilità, curve di autoignizione. L'ossidazione. Celle galvaniche. Potenziali elettrochimici. Equazione di Nernst. Elettrolisi e metodi di deposizione elettrolitica: galvanostegia e galvanoplastica. Sensori elettrochimici. Misura delle costanti di equilibrio con metodi elettrochimici. Corrosione e passivazione dei metalli. Metodi elettrochimici utilizzati in metallurgia. Ferro, alluminio, rame e loro leghe. Tecnologie per la produzione e l'accumulo dell'energia. Pile ed accumulatori. Celle a combustibile. Chimica organica: idrocarburi, gruppi funzionali, classi di reazione. Stechiometria e termochimica delle reazioni di combustione: potere calorifico superiore e inferiore, aria teorica di combustione, temperatura teorica di combustione, perdite a camino, potenziale termico, analisi dei fumi. La distillazione del petrolio. Combustibili liquidi e solidi, lubrificanti. Polimeri sintetici e meccanismi di polimerizzazione. Compositi nano strutturati: opportunità e problematiche.

MODALITA' DIDATTICHE

Lezioni e esercitazioni

MATERIALE DIDATTICO

Martin S. Silberberg, Chimica, McGraw-Hill.
Oxtoby, Gillis, Champion, Chimica Moderna Edises;
Materiale didattico distribuito a lezione.

MODALITA' DI ESAME

L'esame si articola in prova	Scritta e orale	<input type="checkbox"/>	Solo scritta	<input type="checkbox"/>	Solo orale	<input checked="" type="checkbox"/>
In caso di prova scritta i quesiti sono	A risposta multipla	<input type="checkbox"/>	A risposta libera	<input type="checkbox"/>	Esercizi numerici	<input type="checkbox"/>
Altro						

COMBUSTIONE E FLUIDODINAMICA DI SISTEMI REAGENTI

SSD	CFU	Anno (I o II)		Semestre (I o II)		Lingua	
		I	II	I	II	Italiano	Inglese
ING-IND/25	6		✓		✓	✓	

Insegnamenti propedeutici previsti: Nessuno

Classi				
Docenti				

OBIETTIVI FORMATIVI

Il corso si propone di fornire gli strumenti metodologici e le conoscenze per inquadrare i processi di combustione nell'ambito delle applicazioni propulsive e di generazione di potenza per valutare il loro potenziale sviluppo sotto i vincoli di nuovi combustibili, di nuovi limiti di emissione di inquinanti e di nuove categorie di prestazioni. Inoltre, il corso definisce nelle configurazioni prototipali più rilevanti le equazioni che descrivono i processi di combustione che evolvono sotto fissate condizioni al contorno/iniziali, analizzandone i parametri più significativi e le variazioni più sensibili. Tale inquadramento sistematico dei processi di combustione permette di enucleare i più significativi sotto processi che possano essere affrontati con metodi di calcolo consolidati a carattere mono disciplinare. Infine il corso analizza categorie di processi di combustione specifici col fine di esercitare gli strumenti metodologici acquisiti, di familiarizzare con rudimenti di progettazione di processi semplici e di sviluppare percorsi critici che permettano di considerare nuove configurazioni nelle loro potenzialità e nelle loro similitudini con configurazioni consolidate

PROGRAMMA

Definizioni e tematiche legate alla Combustione. Formulazione caratterizzazione combustione. Combustibili gassosi e liquidi. Combustibili e propellenti solidi. Temperatura Adiabatica. Equilibri. Fondamenti di cinetica chimica e meccanica statistica. Esplosione ed auto ignizione/RankineHugoniot. Classificazione processi di Combustione. Detonazione. Deflagrazioni. Strutture di fiamme premiscelate. Fiamme a diffusione laminari. Elementi turbolenza euleriana e lagrangiana. Fiamme a diffusione turbolente. Vaporizzazione singola goccia. Combustione gocce e schiere. Strutture fluidodinamiche isoterme dei processi di combustione. Atomizzazione e spray. Tecnologia degli spray. Progettazione di massima dei combustori stazionari in relazione alle prestazioni per le conversioni termochimiche finalizzate alla produzione di energia e alla propulsione. Aspetti diagnostici e di controllo. Processi innovativi di combustione. Combustione Dolce. I sistemi di combustione nelle turbine a gas. Fornaci. Caldaie. Processi di combustione nei motori alternativi a combustione interna. Formazione e tecniche per la riduzione degli inquinanti. Esercitazioni su codici modello con l'uso di data base di letteratura

MODALITA' DIDATTICHE

Lezioni e seminari applicativi

MATERIALE DIDATTICO

Video-registrazione delle lezioni riportate in <https://www.docenti.unina.it/downloadPub.do?tipoFile=md&id=593616>
 Slides del corso riportate in <http://www.federica.unina.it/corsi/combustione/>
 Libri di testo: "Lezioni di Combustione" di Antonio Cavaliere, Ed Enzo Albano, 2001 e riportato in http://www.combustion-institute.it/index.php?option=com_content&view=article&id=61&Itemid=7

MODALITA' DI ESAME

L'esame si articola in prova	Scritta e orale	<input type="checkbox"/>	Solo scritta	<input type="checkbox"/>	Solo orale	<input checked="" type="checkbox"/>
In caso di prova scritta i quesiti sono	A risposta multipla	<input type="checkbox"/>	A risposta libera	<input type="checkbox"/>	Esercizi numerici	<input type="checkbox"/>
Altro						

EXPERIMENTAL VIBROACOUSTICS

SSD	CFU	Anno (I o II)		Semestre (I o II)		Lingua	
		I	II	I	II	Italiano	Inglese
ING-IND/04	6		✓		✓		✓

Insegnamenti propedeutici previsti: Nessuno

Classi				
Docenti				

OBIETTIVI FORMATIVI

The student knowledge regarding the management of dynamic phenomena where interaction of vibrating structure with confined or open-air fluid emerge, will be deeply studied under the experimental point of view.

The course will introduce the student to the several instrumentation and techniques to measure and evaluate both the acoustic and the vibrational parameters and relative correlation; also, the methods for the verification and updating of the related numerical model will be widely studied.

At the end of the course, the student:

*) will be introduced to the specific themes through the study of a large variety of examples very close to the common engineering practice.

*) will acquire knowledge, tools and methods for experimental measurement in the field of the course

*) will learn how to manage complex and complete experimental set-up

*) will be able to organize a test report

*) will be able to manage the verification and updating process of numerical models

PROGRAMMA

Fundamentals of acoustic and vibration phenomena, experimental measurement sensors and actuators (accelerometers, laser vibrometer, microphones, intensity probes, beam forming antennas, force and acoustic actuators), measurement errors and relative management, acoustic measurement techniques of different sound field indicators (pressure, intensity and power) and relative reference normative, measurement of acoustic absorption properties of materials (laboratory and in-situ techniques), evaluation of transmission loss and insertion loss properties of structural and acoustic systems, vibration measurement, evaluation of structural insertion loss and damping loss factor of damping systems, operational deflection shape and experimental modal analysis test of complex structures, near field acoustic measurement and correlation with vibrational field, vibro-acoustic response of complex structures (eigenmodes and odf), data analysis techniques, processes and tools for numerical model updating.

All the topics will be introduced by the use of a large variety of real applicative cases and student will be involved in many laboratory session where will be able to experiment the theoretical knowledge self-performing real test.

MODALITA' DIDATTICHE

Oral lessons and numerical/experimental laboratory activities

MATERIALE DIDATTICO

Textbooks and learning aids:

1. E.Monaco, M. Viscardi. Experimental Vibroacoustics handouts
2. C.M. Harrys. Handbook of Noise Control. McGraw-Hill Higher Education; 2nd edition
3. B&K Technical Review Collection
4. D. J. Ewins, Modal testing theory and practice, Research Studies Pr Ltd
5. SIEMENS/LMS Reference manuals
6. UNI-EN and ISOreference normative

MODALITA' DI ESAME

L'esame si articola in prova	Scritta e orale ✓	Solo scritta	Solo orale
In caso di prova scritta i quesiti sono	A risposta multipla ✓	A risposta libera	Esercizi numerici ✓
Altro	Final student project		

FLIGHT TESTS

SSD	CFU	Anno (I o II)		Semestre (I o II)		Lingua	
		I	II	I	II	Italiano	Inglese
ING-IND/03	6		✓		✓		✓

Insegnamenti propedeutici previsti: Nessuno

Classi				
Docenti				

OBIETTIVI FORMATIVI

The course will show all problems and procedures related to the flight test phases of aircraft with also a focus on aircraft certification process. The course will also deal with Flight Test Instrumentation (FTI) design and operational characteristics.

All the flight tests required for a complete flight test campaign useful for Aircraft certification and qualification will be shown.

Part of the course will be also linked to experience on an airfield with practical management of flight test (with preparation of flight test cards), if possible, also flight test experience on-board and post-processing of flight tests data acquired with redaction of an accurate flight test report

PROGRAMMA

General aspects concerning aircraft certification. Choice of FTI and all characteristics required. Element of signal processing and A/D or D/A conversion. Planning the flight tests. Flight test cards. Aircraft weight and CG. Flight test tolerances. Source and magnitude of errors.

Airspeed system theory and calibration. Flight tests for the calibration of the air-speed measurement system. In-flight calibration.

Stall speed tests. Weight and Balance.

Engines, propellers. Estimation of developed thrust and power in flight.

Level flight performance theory. Reduction methods (PIW-VIW). Range and Endurance.

Climb tests. Climb performance methods, data-reduction and expansion.

Methods for drag determination in flight. The drag polar. Take-off and landing.

Static longitudinal stability theory and flight tests. Dynamic longitudinal stability. Longitudinal control theory and flight tests.

Lateral-directional stability and control flight tests. Dynamic lateral-directional stability.

Flight qualities. Spin testing for light and aerobatic aircraft. Brief notes on flutter flight testing

Noise flight tests.

System Identification.

MODALITA' DIDATTICHE

Lectures on theory and practical examples with spreadsheet or Matlab applications. Video. Flight experiences on the airfield with a light airplane

MATERIALE DIDATTICO

Slides and course notes.

Flight testing of fixed-wing aircraft. – Kimberlin

Introduction to flight test engineering – Ward, Strganac

MODALITA' DI ESAME

L'esame si articola in prova	Scritta e orale	✓	Solo scritta		Solo orale	
In caso di prova scritta i quesiti sono	A risposta multipla		A risposta libera		Esercizi numerici	
Altro	Examination consists of a written report (in group) which will deal with exercises and practical applications on the airfield of students. The individual examination will be with oral examination.					

SPACE MISSION DESIGN

SSD	CFU	Anno (I, II or III)			Semestre (I or II)		Lingua	
		I	II	III	I	II	Italian	English
ING-IND/05	9		1.			2.		3.

Insegnamenti Propedeutici previsti: Nessuno

Classi				
Docenti				

OBIETTIVI FORMATIVI

This course will provide students with the competences needed to perform the preliminary design of a space mission starting from assigned broad mission objectives. The aim is the preliminary design/selection of the main elements of the space mission architecture (e.g., space, launch and ground segment), and of the satellite (bus and payload) performing the assigned mission. To this end, the technological solutions and sizing procedures typical of space mission elements and satellite sub-systems are taken as reference, and the impact of different solutions and alternatives at system and sub-system level are evaluated. The course aims to familiarize students with the distinctive teamwork of space systems projects, with the organization in phases of the projects and with relevant concepts, such as: project review, critical path analysis, concurrent engineering, reliability and risk analysis, cost analysis, market analysis, design trade-off, etc.

PROGRAMMA

The course starts with introductory lessons in which the space mission design overall process is presented, using also practical examples, and a set of space mission design assignments (or project works) is proposed to the students divided into teams. The assignments may concern the design of different space missions, the design of the elements of a given space mission or the concurrent design of the same space mission. Then, interactive problem-solving lessons are started in which the students, organized in teams, present the identified solutions and the advancement status of the various project works for group discussion. For each assignment, at least two formal reviews are foreseen in which each team must perform a power point presentation of the project work status: the MDR (Mission Definition Review) and the PRR (Preliminary Requirements Review). The PRR will take place at the end of the course.

MODALITA' DIDATTICHE

Oral lectures, tutorials, interactive lectures, use of open-source software for space mission analysis, cost analysis, etc., internet-based analysis.

MATERIALE DIDATTICO

J. R. Wertz, D.F. Everett, J.J. Puschell, Space Mission Engineering: The New SMAD, Space Technology Series, Space Technology Library Vol.28, Springer, 2011.
 W. Ley, K. Wittmann, W. Hallmann, Handbook of Space Technology, John Wiley & Sons, 2009.
 NASA Space Systems Engineering Handbook, NASA/SP-2007-6105 Rev1. ECSS Standards (<http://www.ecss.nl>).
 C. D. Brown, Elements of Spacecraft Design, AIAA education series, American Institute of Aeronautics and Astronautics, Inc., 2002, ISBN 1563475243.
 J. R. Wertz, W. J. Larson, Space mission analysis and design, Space Technology Library, Volume 8, Springer, 1999, ISBN 0792359011.
 V. L. Pisacane, Fundamentals of space systems, Johns Hopkins University/Applied Physics Laboratory series in science and engineering, Oxford University Press US, 2005, ISBN 0195162056.

MODALITA' DI ESAME

L'esame si articola in prova	Scritta e Orale	4.	Solo scritta		Solo orale	
In caso di prova scritta i quesiti sono	A risposta multipla		A risposta libera	5.	Esercizi numerici	6.
Altro	The oral exam will concern the content of the project work and will be like a review conducted according to international standards. Each student of a given team shall be able to defend the content and design choices of the related project work, also by making use of computer presentations and multimedia files. The discussion will be managed by the teachers who will act as a customer.					

IMPACT DYNAMICS

SSD	CFU	Anno (I o II)		Semestre (I o II)		Lingua	
		I	II	I	II	Italiano	Inglese
ING-IND/04	6		✓		✓		✓

Insegnamenti propedeutici previsti:

Classi				
Docenti				

OBIETTIVI FORMATIVI

The course aims to provide an in-depth description of all aspects related to the design of vehicles with respect to their crashworthiness. Here within are included technical aspects, which are finally placed in the context of the total product development processes of current industries. This course introduces students to different computational techniques used for modelling engineering problems in solids and structures.

PROGRAMMA

Basic physical principles of impact; Structural aspects and material selection for airworthiness; Introduction to Low Velocity Impact (LVI) phenomena; Damages involving composite laminates; FEM explicit approach; Numerical models for the prediction of both first failure and delamination area involving composite laminate under LVI phenomena; Finite element (FE) method for the simulation of LVI phenomenon; Damage modelling techniques according to FE method; Global-Local approach for the modelling of both intra and inter-laminar damages; Practice exercise; Compression After Impact (CAI) test for the residual strength assessment; CAI test simulation by means of quasi-static analysis; Biomechanics and multibody approach; Design of experiments DOE.

MODALITA' DIDATTICHE

It enables students to develop skills in utilizing modern modelling and analysis techniques in the context of relevance to practical engineering problems thanks to the use of explicit codes.

MATERIALE DIDATTICO

1. Course notes and Slides
2. Serge Abrate - Impact Engineering of Composite Structures. Cambridge University Press, 2005. ISBN: 0521018323, 9780521018326.
3. Matthew Huang - Vehicle crash mechanics. CRC press, 2002.
4. F. Marulo, M. Guida, L. Maio, F. Ricci, "Numerical simulations and experimental experiences of impact on composite structures". Dynamic Response and Failure of Composite Materials. Springer, The Netherlands 2017. ISBN 9780081008874.

MODALITA' DI ESAME

L'esame si articola in prova	Scritta e orale	<input checked="" type="checkbox"/>	Solo scritta	<input type="checkbox"/>	Solo orale	<input type="checkbox"/>
In caso di prova scritta i quesiti sono	A risposta multipla	<input type="checkbox"/>	A risposta libera	<input checked="" type="checkbox"/>	Esercizi numerici	<input checked="" type="checkbox"/>
Altro	Self-selected project work					

ELASTODYNAMICS AND STRUCTURAL HEALTH MONITORING PRINCIPLES

SSD	CFU	Anno (I, II)		Semestre (I o II)		Lingua	
		I	II	I	II	Italiano	Inglese
ING-IND/04	6		✓		✓		✓

Insegnamenti propedeutici previsti: NESSUNO

Classi				
Docenti				

OBIETTIVI FORMATIVI

Solve the elasto-dynamics equations for simple structural items made of isotropic and anisotropic materials.
 Build the dispersion curves for simple structural configurations.
 Extract waves parameters (Time of Flight, transmission factor, ect..) from numerical and/or experimental waves propagations signals by signal analysis techniques (Short time Fourier Transform, Hilbert Transform, statistical methodologies, etc.) (Numerical and experimental activity).
 Build finite elements models for wave propagation simulation into typical aerospace structural configurations (Numerical activity).
 Employ state-of-the-art ultrasonic Non-Destructive-Techniques (C-Scan) for structural health analysis in composites structure (Experimental activity).

PROGRAMMA

Ultrasonic guided waves theory:

1. Field equations of linear elasto-dynamics
2. Plane waves in isotropic and anisotropic media
3. Dispersion and attenuation
4. Reflection and refraction of waves at a free surfaces and interfaces
5. Guided waves in metallic and composite plates
6. Ultrasonic NDE for material and defect characterization (with FEA applications)
7. Structural health monitoring
8. Signal analysis techniques: ultrasonic signal characterization, Short Time Fourier Transform, Hilbert Transform
9. Numerical simulation of wave propagation into aerospace structures: crack detection, delamination in layered plates, skin-honeycomb disbanding in sandwiches, stringer disbanding in stiffened panels

Structural Health Monitoring System Design and Testing Principles: SHM Overview, NDT Techniques, Structural health monitoring technologies, Sensor technology, Signal Parameters (Sampling Frequency, Windowing) and analysis, Damage Index (DI) Approach, Guided waves based SHM methodologies, Tomographic analysis.

MODALITA' DIDATTICHE

Lectures. Experimental seminars, collaborative working

MATERIALE DIDATTICO

J.D. Achenbach, Wave propagation in solids, North Holland, 1973
 A.C. Eringen, Elastodynamics, Vol. II, Academic Press, 1974
 A.K. Mal and S. Singh, Deformation of elastic solids, Prentice Hall 1991
 J.L. Rose, Ultrasonic waves in solid media, Cambridge University Press, 1999
 K.F. Graff, Wave motion in elastic solids, republished by Dover Publications (Cambridge University Press, 1975), Course notes and slides.

MODALITA' DI ESAME

L'esame si articola in prova	Scritta e orale		Solo scritta	✓	Solo orale	
In caso di prova scritta i quesiti sono	A risposta multipla		A risposta libera	✓	Esercizi numerici	✓
Altro	È prevista una tesina finale che comprenda la realizzazione di un modello numerico di un test-case correlato con misure effettuate sul dimostratore fisico e correlazione numerico-sperimentale.					

FONDAMENTI ELETTRICI PER L'AERONAUTICA

SSD	CFU	Anno (I o II)		Semestre (I o II)		Lingua	
		I	II	I	II	Italiano	Inglese
ING-IND/32	6		✓		✓	✓	

Insegnamenti propedeutici previsti:

Classi				
Docenti				

OBIETTIVI FORMATIVI

Le prestazioni di un aeromobile moderno dipendono in larga misura dalle configurazioni, dalle caratteristiche e dalla continua affidabilità dei sistemi e sottosistemi elettrici ed elettronici, sui quali è, quindi, fondamentale acquisire conoscenze. Il corso intende fornire le nozioni di base e opportuni approfondimenti sui sistemi elettrici ed elettronici con particolare riferimento a quelli di potenza a bordo di velivoli ed altri sistemi aeronautici. Questi includono alternatori, convertitori statici di potenza, sistemi di accumulo, di distribuzione e di utilizzazione dell'energia elettrica a bordo, con riferimento anche a dispositivi di interruzione e protezione, e ad attuatori elettromeccanici. Vengono anche descritte le principali architetture previste per la propulsione elettrica e ibrida dei velivoli. Una parte del corso è dedicata a coprire i contenuti dei moduli 4 e 5 del programma previsto dalla normativa (EASA Parte 66/ EMAR 66), a beneficio di coloro che desiderano intraprendere una carriera nel settore della manutenzione aeronautica e conseguire una Licenza di Manutenzione Aeronautica (LMA)/Military Aircraft Maintenance License (MAML).

PROGRAMMA

Linee elettriche in continua ed in alternata. Analisi dei possibili schemi di distribuzione a bordo dei velivoli. Interruttori, contattori e dispositivi di manovra. Protezioni contro sovracorrenti e sovratensioni.

TRASFORMATORI – Principio di funzionamento, modelli, caratteristiche operative e cenni costruttivi dei **trasformatori monofase e trifase**. Simbologia. Configurazioni magnetiche e connessione degli avvolgimenti di trasformatori trifase. Parallelo di trasformatori. **Autotrasformatore**. Trasformatori di misura. Prove di laboratorio sui trasformatori.

MOTORI E GENERATORI ELETTRICI IN ALTERNATA - Conversione elettromeccanica dell'energia. Circuiti magnetici e avvolgimenti elettrici. **Motori asincroni trifase**: modelli, caratteristiche di funzionamento, avviamento, regolazione di velocità, legge tensione-frequenza per la regolazione a frequenza variabile. **Motori asincroni monofase**: funzionamento, problema dell'avviamento, motori a condensatore. **Motori sincroni trifase** a magneti permanenti, a riluttanza: caratteristiche di funzionamento, regolazione di velocità. **Generatori sincroni trifase** con eccitazione e a magneti permanenti: caratteristiche di funzionamento e regolazione della frequenza e della tensione. Funzionamento su rete propria e su rete a potenza prevalente. Simbologia. Prove di laboratorio per la determinazione dei parametri elettrici delle macchine rotanti.

DISPOSITIVI ELETTRONICI A SEMICONDUZIONE (M4.Part-66) – **Diodo**: Simbologia, Caratteristiche e proprietà. Connessione in serie ed in parallelo. Diodo ad emissione luminosa, Schottky, fotoconduttore, Zener. Varistori. **Tiristore**: Simbologia. Caratteristiche di funzionamento. Forma d'onda di tensione e corrente sul carico. Prove su diodi e tiristori. **Transistore**: Simbologia. Caratteristiche e proprietà. Configurazioni di base. Configurazioni multistadio. **Altri dispositivi di switching**: GTO, IGBT, MOSFET.

Circuiti elettronici di servizio - Circuiti integrati: descrizione e funzionamento dei circuiti logici e dei circuiti lineari; regolatori e comparatori. **Schede di circuiti stampati**: descrizione e modalità di realizzazione ed impiego.

Altre applicazioni dei transistori: amplificatori; circuiti di polarizzazione, disaccoppiamento, stabilizzazione; circuiti in cascata, push-pull, oscillatori, multivibratori, flip-flop. Circuiti logici, amplificatori operazionali.

CONVERTITORI STATICI DI ENERGIA ELETTRICA- Conversione ac-dc monostadio: raddrizzatori a semplice e doppia semionda; raddrizzatori semi- e total-controllati, monofase e trifase; configurazioni a 1, 2 e 4 quadranti. **Conversione dc-dc**: chopper abbassatore ed elevatore; configurazioni a 1, 2 e 4 quadranti. **Conversione ac-dc**: inverter monofase e trifase a tensione impressa; inverter ad onda rettangolare; modulazione sinusoidale della tensione. **Conversione ac-dc a doppio stadio**: configurazioni; dc-link. Sistemi di filtraggio lato rete e problemi di qualità dell'energia.

ACCUMULATORI DI ENERGIA ELETTRICA – Accumulo elettrochimico: caratteristiche principali delle batterie; analisi di differenti tipi di batterie; sistemi di ricarica delle batterie. Cenni su accumulatori elettrostatici (super condensatori) ed elettromeccanici (volani ad alta velocità).

Cenni sulle Celle a Combustibile: funzionalità, tipi di alimentazione dell'idrogeno.

AZIONAMENTI ELETTRICI - Combinazione motore+ convertitore; controllo in catena aperta ed in catena chiusa; controllo in cascata; impiego di sensori/trasduttori di tensione, corrente, velocità, posizione (encoder, resolver); regolatori standard; regolatori ad isteresi; controllo scalare e vettoriale di azionamenti con motore asincrono; azionamenti AC e DC brushless con motori sincroni a magneti permanenti. Funzionamento reversibile. Sistemi di controllo analogico o tramite microcontrollori. Esempi di azionamenti elettrici per la propulsione di velivoli.

SERVOMECCANISMI -Concetti di base, funzionalità ed aspetti fondamentali.

ATTUATORI ELETTROMECCANICI – Definizioni e classificazione; analisi di diversi tipi di attuatori con riferimento all'ambito aeronautico.

PARTE II - TECNICHE DIGITALI E SISTEMI ELETTRONICI DI STRUMENTAZIONE (M5 Part-66)

SISTEMI ELETTRONICI DI STRUMENTAZIONE: Disposizione tipica dei sistemi e layout di cabina dei sistemi elettronici di strumentazione. **Conversione di dati**: conversione analogico/digitale (A/D) e D/A. **Bus di dati**: Funzionamento nei sistemi aeronautici, inclusa la conoscenza della norma ARINC. **Circuiti logici**: Identificazione dei simboli comuni relativi a circuiti logici, tabelle e circuiti equivalenti. Applicazioni per i sistemi aeronautici. **Microcontrollori**: funzioni, lay-out tipici e caratteristiche dei microprocessori. **Circuiti integrati**: Funzioni ed impiego di codificatori e decodificatori. **Multiplexing**: Funzioni e applicazioni di

multiplexer e demultiplexer. **Ottica delle fibre:** Vantaggi e svantaggi della trasmissione dati mediante fibre ottiche. Bus dati a fibre ottiche. Terminologia. Terminazioni. Applicazioni nei sistemi aeronautici. **Display elettronici:** Modalità di funzionamento dei più comuni tipi di display usati nei moderni aeromobili. **Dispositivi sensibili all'elettricità elettrostatica:** Trattamento specifico dei componenti sensibili alle scariche elettrostatiche; consapevolezza dei rischi e dei possibili danni, dispositivi di protezione antistatici personali e per componenti. **Controllo della gestione software:** Consapevolezza delle restrizioni, dei requisiti di aeronavigabilità e dei possibili effetti catastrofici di modifiche ai programmi software non approvate. **Ambiente elettromagnetico:** influenza sulle pratiche di manutenzione del sistema elettronico di: EMC - Compatibilità elettromagnetica; EMI – Interferenza elettromagnetica; HIRF - Campi di radiazione ad alta intensità. Fulmini e protezioni dai fulmini. **TIPICI SISTEMI ELETTRONICI/DIGITALI AERONAUTICI:** Disposizionedegeneraledesistemi elettronici/digitaliaeronauticitipici e delle relative prove BITE (Built In Test Equipment), come: ACARS — ARINC Communication and Addressing and Reporting System; ECAM - Electronic Centralised Aircraft Monitoring; EFIS - Electronic Flight Instrument System; EICAS - Engine Indication and Crew Alerting System; FBW - Fly by Wire; FMS - Flight Management System; GPS - Global Positioning System; IRS - Inertial Reference System; TCAS - Traffic Alert Collision Avoidance System.

MODALITA' DIDATTICHE

Lezioni ed esercitazioni

MATERIALE DIDATTICO

- Appunti delle lezioni
- Materiale bibliografico fornito a lezione

MODALITA' DI ESAME

L'esame si articola in prova	Scritta e orale	<input checked="" type="checkbox"/>	Solo scritta	<input type="checkbox"/>	Solo orale	<input type="checkbox"/>
In caso di prova scritta i quesiti sono	A risposta multipla	<input type="checkbox"/>	A risposta libera	<input checked="" type="checkbox"/>	Esercizi numerici	<input checked="" type="checkbox"/>
Altro						

SISTEMI DI PROPULSIONE PER L'AUTOTRAZIONE

SSD	CFU	Anno (I o II)		Semestre (I o II)		Lingua	
		I	II	I	II	Italiano	Inglese
ING-IND/08	9		✓		✓	✓	

Insegnamenti propedeutici previsti:

Classi				
Docenti				

OBIETTIVI FORMATIVI

Il Corso ha l'obiettivo di approfondire lo studio di motori a combustione interna (MCI) alternativi e più in generale dei sistemi di propulsione per autotrazione di ultima generazione, per una mobilità sostenibile dal punto di vista energetico ed ambientale. Con riferimento a sistemi propulsivi per la trazione veicolare urbana ed extraurbana, si approfondiranno in particolare le metodologie più recenti disponibili per la riduzione dei consumi, delle emissioni e dell'impatto acustico. Con riferimento invece a motori ad alte prestazioni o da competizione, ci si prefigge di analizzare in dettaglio le tecniche per la massimizzazione della potenza. Si affronterà lo studio di sistemi di combustione innovativi (HCCI, combustione magra, motori a precamera, etc.) e si quantificherà il loro impatto sulla produzione di CO₂ su cicli di omologazione attualmente vigenti in ambito Europeo (WLTP), ed in condizioni di reale funzionamento (Real Driving Emission, RDE). Il Corso metterà in luce le complesse interazioni tra i diversi sottosistemi che compongono un moderno sistema di propulsione, al fine di conseguire specifici obiettivi in termini di prestazioni e consumi. Si definiranno le linee guida per la identificazione delle strategie di controllo dei flussi energetici in sistemi di propulsione ibrida (serie, parallelo e loro svariate combinazioni). Si accennerà alle problematiche di calibrazione sperimentale di un MCI e all'impiego di combustibili non convenzionali (idrogeno, metanolo, gas naturale, etc.). Sono previsti seminari integrativi tenuti da personale di aziende leader nel settore (FCA, Ferrari, Lamborghini), o di altri centri di ricerca (Istituto Motori del CNR).

PROGRAMMA

- 1) Situazione attuale e prospettive future di impiego del motore a combustione interna (MCI) per l'autotrazione: obiettivi progettuali dei MCI di ultima generazione compatibili con una mobilità sostenibile dal punto di vista energetico ed ambientale
- 2) Sistemi di propulsione per la trazione urbana ed extraurbana: tecniche per la riduzione dei consumi e della CO₂ su cicli di omologazione recenti (WLTP, RDE): sistemi a fasatura variabile (VVT, VVA), downsizing, ricircolo dei gas di scarico (EGR), motori a rapporto di compressione variabile, impiego integrato delle metodologie suddette. Quantificazione dei vantaggi sul consumo specifico in predeterminati punti operativi e sull'intero piano quotato del propulsore.
- 3) Motori ad alte prestazioni e da competizione: tecniche per la massimizzazione della potenza, incremento del coefficiente di riempimento e della velocità di combustione, analisi dell'interazione combustione/turbolenza, definizione dei diversi "regimi" di combustione. Disegno dei condotti di aspirazione e scarico, e loro impatto sui campi di moto interno cilindro per motori a 2 o 4 valvole per cilindro.
- 4) Sistemi di combustione non convenzionali: Homogeneous Charge Compression Ignition (HCCI), Spark Assisted Compression Ignition (SACI), Stratified Lean Combustion, motori a precamera.
- 5) Impatto acustico: rumore aerodinamico, gasdinamico, di combustione e tecniche per la riduzione delle emissioni acustiche
- 6) Schemi di sovralimentazione avanzati: two-stage boosting, e-boosting. Funzionamento a regime ed in transitorio. Problematiche di Turbo-Lag. Scelta del turbocompressore. Turbine a geometria variabile. Misura delle mappe caratteristiche su banchi di flussaggio sperimentali e analisi critica dei rendimenti interni delle macchine.
- 7) Combustibili non convenzionali (idrogeno, metanolo, gas naturale, etc.). Impatto su combustione, detonazione e emissioni inquinanti. Tecniche per aumentare la resistenza alla detonazione: EGR, iniezione d'acqua.
- 8) Sistemi di propulsione ibrida (serie/parallelo/schemi avanzati): definizione delle tipologie principali del sistema di propulsione e della ripartizione dei flussi energetici tra motore termico ed elettrico, gestione del cambio marcia, ricarica delle batterie.
- 9) Sperimentazione e calibrazione al banco: definizione delle mappe di calibrazione per la centralina
- 10) Controllo elettronico, gestione dei segnali forniti dai sensori on-board e logiche di regolazione ottimale

MODALITA' DIDATTICHE

Lezioni e seminari integrativi

MATERIALE DIDATTICO

Dispense e slides del corso

MODALITA' DI ESAME

L'esame si articola in prova	Scritta e orale		Solo scritta		Solo orale	✓
In caso di prova scritta i quesiti sono	A risposta multipla		A risposta libera		Esercizi numerici	
Altro						

STATISTICAL LAB FOR INDUSTRIAL DATA ANALYSIS

SSD	CFU	Anno (I o II)		Semestre (I o II)		Lingua	
		I	II	I	II	Italiano	Inglese
SEC-S/02	6		✓	✓			✓

Insegnamenti propedeutici previsti:

Classi				
Docenti				

OBIETTIVI FORMATIVI

Statistical Lab for Industrial Data Analysis is a problem-based learning course whose aims to train students on the application (illustrated through open-source statistical software environment R) of interpretable statistical techniques for decision-making, possibly scalable also up to big data frameworks. Every student must choose a data analysis project ga there delong the course by experts in industrial engineering fields and develop it by working in team. The industrial engineering experts may want to take part to initial, intermediate and final workshops, where student groups shall show their project work in progress. In this way, students will have the opportunity to improve the ability of recognizing and implementing the most suit able statistical techniques to the problem at hand as well as of communicating relevant results and impact of their analysis is also to non-statisticians

PROGRAMMA

Overview and course objectives. Description of multivariate data and inference about mean vectors. Elements of unsupervised learning: principal component analysis and clustering methods. Elements of supervised learning: problems in multivariate linear regression models; linear model selection and regularization (ridge regression, the lasso); reduction methods (principal components regression, partial least squares). Overview of classification methods. Statistical process monitoring and control: control charts for variables and attributes; the Hotelling control chart; regression adjustment; interpretation of out-of-control signals. Beyond multivariate data analysis: introduction to functional data analysis; statistical monitoring of functional data. Engineering examples through software environment

MODALITA' DIDATTICHE

Problem-based learning. Flipped classroom. Lectures. Lab Sessions and Seminars. Peer-grading. Team work. Interactive and anonymous quiz games.

MATERIALE DIDATTICO

Johnson, R.A. and Wichern, D.W., (2007). Applied Multivariate Statistical Analysis (6th edition), Prentice Hall, UpperSaddle River
 D. Montgomery, (2014) Introduction to Statistical Quality Control. 7th edition. John Wiley & Sons
 James, G., Witten, D., Hastie, T., & Tibshirani, R. (2013). An introduction to statistical learning. New York: Springer.
 MOOC Industry 4.0 Big Data e Data Analytics III - a cura di B. Palumbo e M. L. Chiusano (2019)
<https://landing.federica.eu/industria40/>

MODALITA' DI ESAME

L'esame si articola in prova	Scritta e orale	✓	Solo scritta		Solo orale	
In caso di prova scritta i quesiti sono	A risposta multipla		A risposta libera		Esercizi numerici	
Altro	Peer-graded project work					

AIRCRAFT ON-BOARD SYSTEMS

SSD	CFU	Anno (I o II)		Semestre (I o II)		Lingua	
		I	II	I	II	Italiano	Inglese
ING-IND/05	6		✓		✓		✓

Insegnamenti propedeutici previsti: NESSUNO

Classi				
Docenti				

OBIETTIVI FORMATIVI

The course discusses all aircraft on-board systems that are needed to develop a professional aircraft. Principle of operation and application examples will be presented. All development phases will be considered, such as design, manufacturing, integration, and maintenance.

PROGRAMMA

Air Conditioning and Cabin Pressurisation System. Electrical Power System. Equipment and Furnishings. Fire Protection System. Flight Controls System. Fuel Systems. Hydraulic Power System. Ice and Rain Protection System. Landing Gear. Lights. Oxygen System. Pneumatic/Vacuum System. Water/Waste System. On Board Maintenance Systems. Emergency Management System.

MODALITA' DIDATTICHE

Lectures. Experimental seminars. Tour to manufacturers plants.

MATERIALE DIDATTICO

Course notes and slides.
 Moir I. and Seabridge A., Aircraft Systems: Mechanical, Electrical and Avionics Subsystems, John Wiley and Sons, 2008.
 Moir I. and Seabridge A., Design and Development of Aircraft Systems, John Wiley and Sons, 2004.
 Clark C., Aircraft Fuel Systems, John Wiley and Sons, 2009.
 Seabridge A. and Morgan S., Air Travel and Health: A Systems Perspective, John Wiley and Sons, 2010.
 Tooley M. and Wyatt D., Aircraft Electrical and Electronic Systems – Principles, Maintenance, and Operations, Elsevier, 2009.

MODALITA' DI ESAME

L'esame si articola in prova	Scritta e orale	✓	Solo scritta		Solo orale	
In caso di prova scritta i quesiti sono	A risposta multipla		A risposta libera	✓	Esercizi numerici	
Altro						

PRINCIPI DI PROGETTAZIONE DI SISTEMI PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA RINNOVABILE DAL VENTO E DAL MARE

SSD	CFU	Anno (I o II)		Semestre (I o II)		Lingua	
		I	II	I	II	Italiano	Inglese
ING-IND/03	6		✓	✓		✓	

Insegnamenti propedeutici previsti:

Classi				
Docenti				

OBIETTIVI FORMATIVI

Il corso intende fornire agli allievi tutti gli elementi per comprendere il funzionamento completo di un sistema dedicato alla produzione di energia rinnovabile dal vento e del mare

PROGRAMMA

Metodi per quantificare l'energia disponibile nelle fonti primarie (vento, correnti di marea ed onde)
 Principi di conversione dell'energia dalla fonte primaria ad energia elettrica
 Principi di progettazione o di scelta dei vari elementi che costituiscono la catena di trasformazione
 Principi di controllo per limitare la potenza massima
 Normative esistenti per la determinazione dei carichi
 Metodi per la valutazione dei costi del sistema completo e dell'energia prodotta
 Esempi applicativi di sistemi per la generazione di energia rinnovabile da: eolico onshore ed offshore, correnti di marea ed onde

MODALITA' DIDATTICHE

Lezioni ed esercitazioni

MATERIALE DIDATTICO

- ✓ Appunti delle lezioni
- ✓ Materiale bibliografico fornito a lezione

MODALITA' DI ESAME

L'esame si articola in prova	Scritta e orale	✓	Solo scritta		Solo orale	
In caso di prova scritta i quesiti sono	A risposta multipla		A risposta libera		Esercizi numerici	
Altro						

NUMERICAL AND EXPERIMENTAL METHODS FOR AIRCRAFT DESIGN

SSD	CFU	Anno (I o II)		Semestre (I o II)		Lingua	
		I	II	I	II	Italiano	Inglese
ING-IND/03	9		✓	✓			✓

Insegnamenti propedeutici previsti: NESSUNO

Classi			
Docenti			

OBIETTIVI FORMATIVI

The course has the objective to show the numerical and experimental procedures for an accurate analysis of aircraft aerodynamics, stability, and control and to provide information on aircraft MDA(Multi-Disciplinary-Analysis)/MDO(Multi-Disciplinary-Optimization) frameworks. The numerical section provides details on the application of software tools for aircraft aerodynamic analysis, load estimations and aircraft stability and control. The second part will deal with the detailed presentation of multi-disciplinary frameworks for aircraft MDA/MDO. The third part will cover experimental section and will present the procedures and the typical issues of aircraft wind tunnel testing. The course will provide about 10-16 hours of laboratory activities in the department main subsonic, closed-circuit, closed test-section wind tunnel.

PROGRAMMA

Motivational aspects (including certification) of the aircraft aerodynamic analysis and optimization.
 Possible software for aircraft aerodynamic analysis, stability, control and high-lift capabilities. Some real applications.
 Aircraft drag polar, longitudinal and lateral-directional stability and control, effects of Reynolds and Mach number.
 High lift devices, aerodynamic design and analysis.
 MDA/MDO frameworks for aircraft multi-disciplinary design, critical aspects. Collaborative framework. Aircraft representation and integration tools. Examples and applications.
 Aircraft wind tunnel testing. Measuring instrumentation, sensors and processing of acquired data.
 Type of test, aircraft and airfoil model design and manufacturing. Correction of the experimental data. Uncertainty of measurements. Real applications on aircraft model or components with measurements of drag polar, longitudinal and lateral-directional stability and control, high lift. Possible applications on propulsive effects with small electric engines.

MODALITA' DIDATTICHE

Lectures on theory and practical examples with software application. Laboratory activities in the department main subsonic, closed-circuit, closed test-section wind tunnel.

MATERIALE DIDATTICO

Slides and course notes. Academic or free-license software tools.
 Low-speed wind-tunnel testing – Barlow, Rae, Pope

MODALITA' DI ESAME

L'esame si articola in prova	Scritta e orale		Solo scritta		Solo orale	✓
In caso di prova scritta i quesiti sono	A risposta multipla		A risposta libera		Esercizi numerici	
Altro	Examination also includes a written report that the student will develop in group throughout the course, focused on both numerical and experimental activities.					

MODELLAZIONE GEOMETRICA E PROTOTIPAZIONE VIRTUALE AEROSPAZIALE

SSD	CFU	Anno (I o II)		Semestre (I o II)		Lingua	
		I	II	I	II	Italiano	Inglese
ING-IND/15	9		✓	✓		✓	

Insegnamenti propedeutici previsti:

Classi				
Docenti				

OBIETTIVI FORMATIVI

Studio ed uso delle metodologie più avanzate per la progettazione, la modellazione e la gestione di sistemi complessi di interesse aeronautico ed aerospaziale mediante software CAD 3D. Capacità di importare informazioni e gestire matematiche in ambiente CAD ed esportare modelli utili alle analisi FEM e multi-fisiche. Capacità di interpretare disegni complessi ed analizzare problemi di progettazione mediante approccio interdisciplinare. Risoluzione di problemi di dimensionamento geometrico e stesura della relativa documentazione di progetto secondo ISO-GPS ed ASME-GD&T.

PROGRAMMA

Tecniche di modellazione geometrica avanzate: Feature Based Modeling, Modellazione per superfici, Modellazione Ibrida, Knowledge Based Engineering, Direct Modeling. Curve e superfici di Hermite, Spline, Bézier, B-Spline, NURBS. Scambio-Dati tra sistemi CAx. Tecniche di Reverse Engineering. Algoritmi e software per la ricostruzione di curve e superfici a partire da nuvole di punti (Curve and Surface Fitting). Studio, progettazione e modellazione di assiemi meccanici ed aeronautici e riconoscimento di caratteristiche tecnologiche. Tolleranze geometriche, classificazione e designazione. Standard ISO-GPS ed ASME-GDT ed applicazioni in campo aeronautico. Modellazione di assiemi con approcci Bottom-Up e Top-Down. Modellazione CAD avanzata per la prototipazione virtuale dettagliata dei principali assiemi di un velivolo: Fusoliera (Nose, Cabin, Tailcone), Ala, Impennaggi, Carrelli. Analisi e realizzazione al CAD di strutture con Longheroni, Ordinate, Correnti e Centine. Analisi e simulazione di cinematismi mediante CAD 3D. Principi di Design for Assembly. Impiego di manichini virtuali per analisi ergonomiche di progetto e di assemblaggio. Gestione di modelli CAD complessi mediante PDM (Product Data Management). Cenni sulle fasi di Pre-Processing e Post-Processing di analisi FEM. Esempi ed applicazioni in campo strutturale e fluidodinamico. Cenni su analisi multi-fisiche. Tecniche di resa fotorealistica. Equazione del Rendering. Algoritmi di Ray-Tracing e Radiosity.

MODALITA' DIDATTICHE

Il corso si fonda sull'equilibrio tra didattica frontale in aula ed esercitazioni di laboratorio al computer. In particolare, grazie all'uso di software CAD 3D specifici per il mondo aeronautico, gli allievi sono messi in grado di sviluppare complessi e dettagliati modelli CAD parametrici di velivoli o di parti di essi, gestiti poi mediante strumenti PDM. I modelli CAD 3D sviluppati permettono poi di svolgere attività multidisciplinari sulla base delle competenze acquisite nel corso mediante analisi ergonomiche, strutturali, fluidodinamiche e multi-fisiche.

MATERIALE DIDATTICO

-- Norme UNI, ISO, EN. -- Temi di esercitazione e tutorial disponibili sul sito docente. -- Mortenson M.E., "Modelli geometrici in Computer Graphics", McGraw-Hill Companies 1989. -- Dispense del corso.

MODALITA' DI ESAME

L'esame si articola in prova	Scritta e orale	✓	Solo scritta		Solo orale	
In caso di prova scritta i quesiti sono	A risposta multipla		A risposta libera	✓	Esercizi numerici	
Altro	Esercizio di laboratorio CAD					

ELABORAZIONE DI SEGNALI MULTIMEDIALI

SSD	CFU	Anno (I o II)		Semestre (I o II)		Lingua	
		I	II	I	II	Italiano	Inglese
ING-INF/03	9		✓		✓	✓	

Insegnamenti propedeutici previsti: Nessuno

Classi				
Docenti				

OBIETTIVI FORMATIVI

Acquisire gli strumenti concettuali e matematici di base per l'elaborazione di immagini digitali e di sequenze video. Saper applicare tali concetti allo sviluppo di algoritmi per l'elaborazione di segnali multimediali.

PROGRAMMA

Generalità sulle immagini e sulle principali elaborazioni d'interesse. Immagini a due livelli, a toni di grigio, a colori, multispettrali, a falsi colori. Elaborazioni delle immagini nel dominio spaziale: modifica degli istogrammi, operazioni geometriche, filtraggio morfologico, filtraggio lineare, clustering, segmentazione, classificazione. Trasformata di Fourier bidimensionale e filtraggio nel dominio di Fourier. Analisi delle componenti principali. Codifica di segnali multimediali:

richiami su quantizzazione e predizione lineare, codifica mediante trasformata, compressione di immagini e di segnali video, cenni sulla compressione di segnali audio. Principali standard (JPEG, MPEG, H26x). Analisi tempo-frequenza e trasformata wave let, analisi multi-risoluzione, Banci di filtri. Tecniche avanzate per la codifica basate su wave et. Esempi di applicazioni: denoising, restauro (in painting), protezione del diritto d'autore (water marking), rivelazione di manipolazioni, identificazione di sorgente.

MODALITA' DIDATTICHE

Lezioni, esercitazioni in laboratorio

MATERIALE DIDATTICO

R.C.Gonzalez, R.E.Woods: Digital Image Processing, Prentice Hall, appunti del Corso

MODALITA' DI ESAME

L'esame si articola in prova	Scritta e orale	<input type="checkbox"/>	Solo scritta	<input type="checkbox"/>	Solo orale	<input checked="" type="checkbox"/>
In caso di prova scritta i quesiti sono	A risposta multipla	<input type="checkbox"/>	A risposta libera	<input type="checkbox"/>	Esercizi numerici	<input type="checkbox"/>
Altro						

FONDAMENTI ELETTROMAGNETICI PER APPLICAZIONI SPAZIALI

SSD	CFU	Anno (I o II)		Semestre (I o II)		Lingua	
		I	II	I	II	Italiano	Inglese
ING-INF/02	9		✓	✓		✓	

Insegnamenti propedeutici previsti: Nessuno

Classi				
Docenti				

OBIETTIVI FORMATIVI

Lo studente acquisirà le conoscenze di elettromagnetismo necessarie a studiarne le applicazioni, con particolare riferimento a quelle aerospaziali. Il corso sarà corredato da esercitazioni di laboratorio numerico/sperimentali mediante l'utilizzo di strumentazione di misura e software di progettazione commerciali.

PROGRAMMA

Richiami di elettromagnetismo. Le equazioni di Maxwell. Le proprietà elettromagnetiche generali dei mezzi materiali. Il dominio del tempo e il dominio della frequenza. Il regime sinusoidale e il dominio dei fasori. Il concetto di banda di un segnale elettromagnetico. L'energia associata al campo elettromagnetico. Impostazione del problema elettromagnetico. Il concetto di polarizzazione di un campo elettromagnetico in regime sinusoidale. Soluzioni elementari delle equazioni di Maxwell: le onde piane. Propagazione, attenuazione e dispersione. Riflessione, rifrazione e diffusione elettromagnetica. Il concetto di Radar Cross Section. L'effetto Doppler.

Il plasma, e le sue declinazioni.

Propagazione guidata e libera. Strutture per la propagazione guidata: cavi, guide metalliche, guide stampate, e guide dielettriche. Elementi di propagazione libera: antenna trasmittente e antenna ricevente.

Il canale di comunicazione e la formula del collegamento. Il fenomeno del multi-path. Il radar. Il radar atmosferico.

Elementi di propagazione atmosferica. Propagazione radio, alle microonde e alle onde millimetriche. Onde superficiali. Attenuazione per nebbia, pioggia, neve, ghiaccio e gas atmosferici. Diffusione da pioggia e depolarizzazione. Propagazione troposferica e ionosferica.

I principali componenti di una rete in propagazione guidata: divisori, attenuatori, sfasatori, giunzioni ibride, isolatori, circolatori, filtri, generatori ed amplificatori.

Antenne per applicazioni spaziali: antenne per stazioni di terra, per satelliti, per microsattelliti, per sonde interplanetarie e per Rover. Antenne per applicazioni aeronautiche. Antenne per droni. Antenne radar. Antenne per radiolocalizzazione e radionavigazione. Il problema dell'Antenna Placement.

Il blackout elettromagnetico e possibili contromisure. La propulsione elettrica.

Elementi di compatibilità elettromagnetica con riferimento alle applicazioni spaziali.

Laboratorio numerico/sperimentale, nel quale si trattano alcuni esempi notevoli utilizzando la strumentazione di laboratorio e software commerciali impiegati per la progettazione professionale.

MODALITA' DIDATTICHE

Lezioni frontali ed esercitazioni di laboratorio

MATERIALE DIDATTICO

Libri di testo ed appunti dalle lezioni

MODALITA' DI ESAME

L'esame si articola in prova	Scritta e orale	<input type="checkbox"/>	Solo scritta	<input type="checkbox"/>	Solo orale	<input checked="" type="checkbox"/>
In caso di prova scritta i quesiti sono	A risposta multipla	<input type="checkbox"/>	A risposta libera	<input type="checkbox"/>	Esercizi numerici	<input type="checkbox"/>
Altro						

SISTEMI RADAR

SSD	CFU	Anno (I o II)		Semestre (I o II)		Lingua	
		I	II	I	II	Italiano	Inglese
ING-INF/03	9		✓	✓		✓	

Insegnamenti propedeutici previsti: Nessuno

Classi				
Docenti				

OBIETTIVI FORMATIVI

Acquisire i principi di funzionamento dei vari sistemi radar. Saper effettuare il dimensionamento di un sistema radar e saperne analizzare le prestazioni

PROGRAMMA

Introduzione. Breve storia del radar. Principio di funzionamento del radar ad impulsi e ad onda continua. L'equazione Radar. Bersagli, Disturbi e loro caratterizzazione. Equazioni radar per l'analisi della portata. Effetti atmosferici e loro correzione. Rivelazione radar. Rivelazione di un bersaglio sulla base di un solo eco. Rivelazione sulla base di N echi, coerenti o incoerenti, con ampiezza fluttuante e no. Analisi delle prestazioni. Tecniche per il controllo dei falsi allarmi (CFAR) e loro analisi su dati radar reali. Misure dei parametri del bersaglio. Funzione di ambiguità e sue proprietà. Segnali radar codificati in fase e in frequenza. Accuratezza in distanza e doppler. Inseguimento di bersagli. Tecniche monoposte: inseguimento mediante radar di sorveglianza. Tecniche basate sui filtri di Kalman, cenni sul filtraggio a modelli multipli interagenti (IMM). Contromisure Elettroniche (ECM ed ECCM): caratteristiche del Jamming, il Sidelobe Blanker, il Sidelobe Canceller, tecniche di cancellazione adattative. Apparati radar: Antenne, Trasmettitori e Ricevitori.

MODALITA' DIDATTICHE

lezioni, esercitazioni al calcolatore, esercitazioni in laboratorio con prototipi hardware

MATERIALE DIDATTICO

M. A. Richards, J. A. Scheer, and W. A. Holmes: "Principles of Modern Radar: Basic Principles", Scitech, 2010.
M. Skolnik: "Radar Handbook", Third Edition, Mc Graw Hill, 2008.
Appunti del corso

MODALITA' DI ESAME

L'esame si articola in prova	Scritta e orale	<input type="checkbox"/>	Solo scritta	<input type="checkbox"/>	Solo orale	<input checked="" type="checkbox"/>
In caso di prova scritta i quesiti sono	A risposta multipla	<input type="checkbox"/>	A risposta libera	<input type="checkbox"/>	Esercizi numerici	<input type="checkbox"/>
Altro						

MACHINE LEARNING AND BIG DATA

SSD	CFU	Anno (I o II)		Semestre (I o II)		Lingua	
		I	II	I	II	Italiano	Inglese
ING-INF/05	9		✓		✓		✓

Insegnamenti propedeutici previsti: Nessuno

Classi				
Docenti				

OBIETTIVI FORMATIVI

The aim of the course is to present the main machine learning techniques, covering all aspects from data preparation to performance evaluation, through practical exercises carried out with commercial and/or open-source tools. An introduction to Big Data and Data Analytics lifecycle is also provided, with reference to the design of large and complex databases, and to the process of modelling, acquiring, sharing, analyzing and visualizing the information embedded into Big Data.

PROGRAMMA

Data Mining and Machine Learning. Knowledge representation: Trees, Rules, Clusters.
 Basic Machine Learning methods: Statistical Modelling, Linear Models, Instance based learning, Clustering.
 Performance Evaluation: Cross-Validation, Cost-sensitive classification, ROC curves.
 Advanced Machine Learning: Decision Trees, Support Vector Machines, MLP, Bayesian Network, Hierarchical Clustering, EM, Semi-supervised Learning.
 Data transformation: attribute selection, PCA, Sampling, Cleansing.
 Deep Learning: training and performance evaluation of Deep Networks, Convolutional Neural Networks. Introduction to database systems. Definition of a Big Data system. Data model for Big Data. The Hadoop CoSystems. Yarn. Pig. Hive. Giraph. Spark. NoSQL database: Key-value - Column-family, Graph database systems.
 Introduction to Big Data Analytics (BDA): BDA Lifecycle: knowledge discovery in database, data preparation, model planning, model building, data visualization.
 Examples of commercial and open-source Tools: Oracle, IBM Business Analytics, Microsoft Power BI, Microsoft Azure. AWS. SAP Hana

MODALITA' DIDATTICHE

Lectures and laboratory activities

MATERIALE DIDATTICO

Data mining: practical machine learning tools and techniques - 4th ed., Ian H. Witten, Frank Eibe, Mark A. Hall, Christopher J. Pal —The Morgan Kaufmann, 2017.
 Mining of Massive Datasets, J. Leskovec, A. Rajaram, J.D.Ullman, 2014 (online book)

MODALITA' DI ESAME

L'esame si articola in prova	Scritta e orale	<input type="checkbox"/>	Solo scritta	<input type="checkbox"/>	Solo orale	<input checked="" type="checkbox"/>
In caso di prova scritta i quesiti sono	A risposta multipla	<input type="checkbox"/>	A risposta libera	<input type="checkbox"/>	Esercizi numerici	<input type="checkbox"/>
Altro: Project development						

SPACECRAFT DYNAMICS AND CONTROL

SSD	CFU	Anno (I, II or III)			Semestre (I or II)		Lingua	
		I	II	III	I	II	Italiano	Inglese
ING-IND/05	6		7.			.		8.

Insegnamenti Propedeutici previsti: Nessuno

Classi				
Docenti				

OBIETTIVI FORMATIVI

This course covers basic and advanced topics in attitude dynamics and control of satellites. Classic examples of control systems components, operation and design are presented and detailed to provide the basic knowledge essential to tackle more complex problems.

PROGRAMMA

Gyroscopic instruments, momentum exchange techniques, mass movement techniques. The environmental torques. Selection of actuators and control strategies for different missions and applications. Representative examples of attitude determination and control. Autonomous attitude stabilization systems. Tethered systems dynamics and control, tether tension control. Design of a bias momentum system, the pitch and the roll/yaw loops, torque compensation. Design of a three-axis reaction wheel system. Design of an all-thruster system, duty-cycle analysis. Magnetic Control, magnetic torquers, three-axis control, de-tumbling.

MODALITA' DIDATTICHE

Lectures, tutorials, exercises.

MATERIALE DIDATTICO

Course notes distributed by the teacher.
 Agrawal, Design of Geosynchronous Spacecraft, Prentice-Hall, 1986, ISBN-13: 978-0132001144.
 Chobotov, V.A., Spacecraft attitude dynamics and control, 1991, Krieger, ISBN 0-89464-031-3.
 Kaplan, M.H., Modern spacecraft dynamics & control, 1976, John Wiley & Sons, ISBN 0-471-45703-5.
 Wertz, J.R., ed., Spacecraft attitude determination and control, 1980, D. Reidel, ISBN 9-027-71204-2.

MODALITA' DI ESAME

L'esame si articola in prova	Scritta e Orale	9.	Solo scritta		Solo orale	
In caso di prova scritta i quesiti sono	A risposta multipla		A risposta libera	10.	Esercizi numerici	11
Altro						