



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

**DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA INDUSTRIALE**

**GUIDA DELLO STUDENTE**

**CORSO DI LAUREA**  
**MAGISTRALE IN INGEGNERIA AEROSPAZIALE**

*Classe delle Lauree magistrali in Ingegneria Aerospaziale e Astronautica, Classe LM-20*

Napoli, Luglio 2016

## **Finalità del Corso di Studi e sbocchi occupazionali**

Il corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Aerospaziale si propone di fornire agli allievi una conoscenza approfondita degli aspetti teorico-scientifici dell'ingegneria, per metterli in grado di identificare, formulare e risolvere, anche in modo innovativo, problemi complessi o che richiedano un approccio interdisciplinare nel campo dell'ingegneria industriale in generale e di quella aerospaziale in particolare. Ulteriori obiettivi formativi riguardano la capacità di ideare, pianificare, progettare e gestire sistemi, processi e servizi complessi e/o innovativi e di progettare e gestire esperimenti di elevata complessità nel campo dell'ingegneria aerospaziale.

Filoni culturali specifici sono la fluidodinamica, la meccanica del volo, le costruzioni, le strutture e le tecnologie aerospaziali, gli impianti e i sistemi aeronautici e spaziali, la propulsione aerea e spaziale.

Gli ambiti professionali tipici per i laureati magistrali in Ingegneria Aerospaziale sono quelli dell'innovazione e dello sviluppo della produzione, della progettazione avanzata, della pianificazione e della programmazione, della gestione di sistemi complessi, sia nella libera professione, sia nelle imprese manifatturiere, o di servizi, che nelle amministrazioni pubbliche. I laureati magistrali potranno trovare occupazione presso industrie aeronautiche e spaziali; enti pubblici e privati ed aziende per la sperimentazione e la ricerca applicata in campo aerospaziale e per l'utilizzo a fini applicativi dei sistemi aerospaziali; aziende di trasporto aereo; enti per la regolamentazione e la gestione del traffico aereo e per la certificazione degli aeromobili; aeronautica militare e settori aeronautici di altre armi; enti per la ricerca e lo sviluppo ed aziende per la produzione e l'esercizio di macchine, impianti e apparecchiature dove sono rilevanti la fluidodinamica, le strutture leggere, la capacità di modellazione avanzata, il controllo dei sistemi, le tecnologie avanzate. In generale, il laureato magistrale in Ingegneria Aerospaziale e astronautica, pur focalizzato su un particolare profilo professionale, sarà in grado di seguire la mobilità e la variabilità del mercato del lavoro e le continue innovazioni tecnologiche e gestionali, che, giova sottolineare, proprio nel settore aerospaziale sono particolarmente forti.

## Manifesto degli Studi Laurea Magistrale in Ingegneria Aerospaziale – AA 2016/2017

Insegnamento o attività formativa	Modulo (ove presente)	Semestre	CFU	SSD	Tipologia (*)	Ambito disciplinare	Propedeuticità
<b>I Anno</b>							
Aerodinamica degli aeromobili		1°	9	ING-IND/06	2	Ingegneria aerospaziale ed astronautica	
Analisi matematica III		1°	6	MAT/05	4	Attività formative affini/integrative	
Strutture aerospaziali avanzate		1°	9	ING-IND/04	2	Ingegneria aerospaziale ed astronautica	
Meccanica applicata		2°	9	ING-IND/13	4	Attività formative affini/integrative	
Economia e organizzazione aziendale		2°	6	ING-IND/35	4	Attività formative affini/integrative	
Avionica		2°	6	ING-IND/05	2	Ingegneria aerospaziale ed astronautica	
Dinamica e simulazione di volo		2°	6	ING-IND/03	2	Ingegneria aerospaziale ed astronautica	
Attività formative a scelta autonoma dello studente** <b>vedi nota a)</b> , per il <i>percorso Pegasus</i> <b>vedi nota g)</b>		1°-2°	0-15		3		
<b>II Anno</b>							
Attività formative curriculari a scelta dello studente ( <b>vedi nota b)</b>		1°-2°	27		2	Ingegneria aerospaziale ed astronautica	
Ulteriori Conoscenze ( <b>vedi nota c)</b>		1°-2°	12		6		
Attività formative a scelta autonoma dello studente** ( <b>vedi nota a)</b>		1°-2°	0-15		3		
Prova finale ( <b>vedi nota d)</b>		2°	15		5		

### percorso “PEGASUS”

<b>II Anno</b>							
Attività formative curriculari a scelta dello studente ( <b>vedi nota e)</b>		1°-2°	27		2	Ingegneria aerospaziale ed astronautica	
Ulteriori Conoscenze ( <b>vedi nota f)</b>		1°-2°	12		6		
Attività formative a scelta autonoma dello studente** ( <b>vedi nota g)</b>		1°-2°	0-15		3		

Prova finale (vedi nota h)		2°	15		5		
----------------------------	--	----	----	--	---	--	--

**Note:**

- a) I 15 CFU\*\* di insegnamenti a scelta autonoma possono essere scelti fra:
- Insegnamenti presenti nella tabella A e nella tabella B (approvazione automatica del piano di studi)
  - Insegnamenti erogati presso la scuola politecnica o corsi svolti in ambito ERASMUS (previa approvazione del piano di studi).
  - 6 CFU possono essere conseguiti con Certificazione Lingua Inglese CEFR Level C1 ottenuta presso ente certificatore accreditato MIUR.
- b) **Tre insegnamenti** con un totale di almeno 27 CFU scelti nell'ambito delle attività formative indicate in tabella A
- c) I 12 CFU destinati alle attività formative Ulteriori conoscenze possono essere acquisiti mediante: Tirocinio, eventualmente in sinergia con la preparazione della prova finale, svolto in *intra moenia* o *extra moenia* presso struttura italiana o estera (per cominciare un tirocinio bisogna aver conseguito almeno 60 CFU del percorso di laurea magistrale) o mediante insegnamenti selezionabili come quelli a scelta autonoma (la cui votazione concorrerà alla media base per l'esame di laurea).
- d) 14 CFU Prova Finale: attività di preparazione elaborato di laurea o attività di preparazione elaborato di laurea svolta presso struttura estera; 1 CFU Prova Finale: Presentazione e discussione elaborato di laurea.
- e) **Tre insegnamenti** con un totale di almeno 27 CFU scelti nell'ambito delle attività formative indicate in tabella C **di tre settori disciplinari diversi.**
- f) I 12 CFU destinati alle attività formative Ulteriori conoscenze possono essere acquisiti mediante Tirocinio, eventualmente in sinergia con la preparazione della prova finale, svolto di norma *extra moenia* presso struttura estera.
- g) I 15 CFU\*\* di insegnamenti a scelta autonoma possono essere scelti fra:
- Insegnamenti presenti nella tabella C (approvazione automatica del piano di studi)
  - Insegnamenti erogati in lingua inglese presso la scuola politecnica o corsi svolti in ambito ERASMUS (previa approvazione del piano di studi).
  - 6 CFU possono essere conseguiti con Certificazione Lingua Inglese CEFR Level C1 ottenuta presso ente certificatore accreditato MIUR.
- h) 14 CFU Prova Finale: attività di preparazione elaborato di laurea in lingua inglese eventualmente svolta presso struttura estera; 1 CFU Prova Finale: presentazione e discussione elaborato di laurea.

(\*) Legenda delle tipologie delle attività formative ai sensi del DM 270/04

Attività formativa	1	2	3	4	5	6	7
rif. DM270/04	Art. 10 comma 1, a)	Art. 10 comma 1, b)	Art. 10 comma 5, a)	Art. 10 comma 5, b)	Art. 10 comma 5, c)	Art. 10 comma 5, d)	Art. 10 comma 5, e)

(\*\*) CFU collocabili al I o al II anno. Se l'allievo ha scelto più di 27 CFU di attività curriculari (tipologia 2) il numero di CFU Attività formative a scelta autonoma dello studente (tipologia 3) si riduce in maniera complementare in modo da raggiungere 120 CFU totali nel piano di studi. In alternativa l'allievo può presentare un piano di studi con CFU totali maggiore di 120 (max 126).

**Tabella A) Attività formative curriculari a scelta dello studente  
Ambito disciplinare Ingegneria Aerospaziale e Astronautica**

Insegnamento o attività formativa	Modulo (ove presente)	Semestre	CFU	SSD	Tipologia (*)	Propedeuticità
Aeroelasticity (1)	Fluid-structure Interaction	1°	6	ING-IND/04	2	Strutture aerospaziali avanzate
	Aeroelasticity	2°	6			
Aircraft Design (1)		2°	9	ING-IND/03	2	Aerodinamica degli aeromobili, Dinamica e simulazione di volo
Costruzioni aerospaziali II (1)		2°	6	ING-IND/04	2	Strutture aerospaziali avanzate
Strutture aerospaziali avanzate II (1)		Annuale	12	ING-IND/04	2	Strutture aerospaziali avanzate
Advanced Gasdynamics (2)		1°	9	ING-IND/06	2	Analisi matematica III
Aerodinamica dell'ala rotante (2)		1°	9	ING-IND/06	2	Aerodinamica degli aeromobili
Fluid-dynamic Stability (2)		2°	6	ING-IND/06	2	
Fluidodinamica numerica (2)	Fluidodinamica numerica I	1°	6	ING-IND/06	2	
	Fluidodinamica numerica II	2°	6			
Turbolenza (2)		2°	6	ING-IND/06	2	
Aerospace Remote Sensing Systems (3) (4)		2°	9	ING-IND/05	2	
Fluidodinamica spaziale (3)	Aerodinamica ipersonica	1°	6	ING-IND/06	2	
	Space experiments (*)	2°	6	ING-IND/06	2	
Space Systems (3)(4)		1°	9	ING-IND/05	2	
Air Traffic Management and Control (4)		Annuale	12	ING-IND/05	2	
Unmanned Aircraft Systems (4)		2°	6	ING-IND/05	2	Avionica

**Note:**

La scelta di **tre insegnamenti** con almeno 27 CFU contrassegnati con (1) *percorso velivoli*, (2) *percorso fluidodinamica*, (3) *percorso spazio* o (4) *percorso sistemi* rende il piano di studi di automatica approvazione.

La scelta di **tre insegnamenti** con almeno 27 CFU curriculari ricompresi in più percorsi, rende il piano di studi di automatica approvazione.

Nella stesura dell'orario delle lezioni sarà garantita la non sovrapposizione solamente per gli insegnamenti contenuti in uno stesso percorso.

**Tabella B) Attività formative disponibili per la scelta autonoma dello studente**

Insegnamento o attività formativa	Modulo (ove presente)	Semestre	CFU	SSD	Tipologia (*)	Propedeuticità
Combustione (dal Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Chimica)		1°	6	ING-IND/25	3	
Complementi di strutture aerospaziali		1°	6	ING-IND/04	3	Strutture aerospaziali avanzate
Fondamenti chimici delle tecnologie		1°	9	CHIM/07	3	
Statistica per l'innovazione		1°	9	SEC-S/02	3	<i>per quanti provengono dall'ordinamento 509/99</i> Affidabilità e qualità
Metodi numerici in ingegneria aerospaziale (%)		1°	9	ING-IND/06	3	
Combustione (dal Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Meccanica per l'Energia e l'Ambiente)		2	12	ING-IND/25	3	
Elaborazione di segnali multimediali		2°	9	ING-INF/03	3	
Experimental Vibroacoustic		2	6	ING-IND/04	3	

Note:

(%) E' fortemente consigliato l'inserimento di questo insegnamento della laurea triennale riordinata negli esami a scelta di primo anno (primo semestre) a quanti, provenienti dall'ordinamento didattico 509/99, non abbiano superato l'esame di "Metodi di fluidodinamica numerica".

**Tabella C) Attività formative curriculari disponibili per la scelta autonoma dello studente  
Nel percorso PEGASUS**

Insegnamento o attività formativa	Modulo (ove presente)	Semestre	CFU	SSD	Tipologia (*)	Propedeuticità
Advanced Gasdynamics		1°	9	ING-IND/06	2	Analisi matematica III
Aeroelasticity (1)	Fluid-structure Interaction	1°	6	ING-IND/04	2	Strutture aerospaziali avanzate
	Aeroelasticity	2°	6			
Aerospace Remote Sensing Systems		2°	9	ING-IND/05	2	
Aircraft Design		2°	9	ING-IND/03	2	Aerodinamica degli aeromobili, Dinamica e simulazione di volo
Air Traffic Management and Control		Annuale	12	ING-IND/05	2	
Fluid-dynamic Stability		2°	6	ING-IND/06	2	
Space Systems		1°	9	ING-IND/05	2	
Unmanned Aircraft Systems		2°	6	ING-IND/05	2	Avionica

## Attività formative

<b>Insegnamento:</b> Aerodinamica degli aeromobili	
<b>Modulo (ove presente suddivisione in moduli):</b>	
<b>CFU:</b> 9	<b>SSD:</b> ING-IND/06
<b>Ore di lezione:</b> 60	<b>Ore di esercitazione:</b> 12
<b>Anno di corso:</b> I	
<b>Obiettivi formativi.</b> Studio teorico dei fenomeni aerodinamici che intervengono nelle diverse condizioni di volo di un aeromobile, impostazione dei relativi modelli fisico – matematici e metodi di soluzione. Completamento della preparazione in Aerodinamica Applicata per lo studio delle altre materie professionalizzanti e per affrontare esperienze lavorative in un ufficio di Aerodinamica.	
<b>Contenuti.</b> 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: singolarità, flusso intorno al cilindro, strato limite su lastra, onde d'urto, espansione supersonica. Il carico alare, relazioni con la vorticità per profili ed ali. Il metodo delle trasformazioni conformi: il campo non viscoso attorno ad un profilo. Singolarità distribuite, singolarità supersoniche. Le Identità di Green. Teorie, metodi e soluzioni per superfici portanti e non portanti in campo non viscoso: teorie linearizzate, metodi a pannelli, metodi semiempirici. Ala a freccia, ala a delta. 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. Soluzioni simili. Equazione di Von Karman, parametri integrali, metodi di strato limite diretti e inversi, previsione di transizione e separazione. Accoppiamento viscoso/non viscoso e metodi di calcolo aerodinamico. Introduzione all'Aerodinamica Numerica: metodi per l'Aerodinamica Applicata. Funzionamento di un profilo alare al variare di geometria, assetto, stato della superficie, condizioni di volo. Stalli di bassa ed alta velocità, il buffet. Polari. Profili per bassa ed alta velocità. Ipersostentazione. Progetto o modifica di un profilo. Funzionamento dell'ala e del velivolo al variare dei parametri geometrici, della configurazione, dei numeri di Mach e Reynolds. Effetti di allungamento, rastremazione e svergolamento, freccia, l'effetto diedro. Ali di basso allungamento alle basse velocità. Stallo dell'ala, stallo in manovra. Polari. Regola delle aree. Decomposizione della resistenza di un aeromobile, interferenza aerodinamica, metodo semiempirico per la stima della polare di un velivolo. Derivate di stabilità. Sonic Boom. Interferenza mutua tra velivoli. Effetto suolo. Aerodinamica della propulsione: eliche, prese d'aria. Effetti delle formazione di ghiaccio.	
<b>Docente</b>	
<b>Codice:</b>	<b>Semestre:</b> primo
<b>Prerequisiti / Propedeuticità:</b> nessuno	
<b>Metodo didattico:</b> lezione in aula	
<b>Materiale didattico:</b> - 'Aerodinamica degli Aeromobili', fascicolo per la didattica a cura di Carlo de NICOLA, 2010 - V. LOSITO, 'Fondamenti di Aeronautica Generale', Accademia Aeronautica, 1983	
<b>Modalità di esame:</b> esame orale e valutazione del fascicolo degli esercizi eventualmente svolti	



<b>Insegnamento:</b> Aerodinamica dell'ala rotante	
<b>Modulo (ove presente suddivisione in moduli):</b>	
<b>CFU:</b> 9	<b>SSD:</b> ING-IND/06
<b>Ore di lezione:</b> 56	<b>Ore di esercitazione:</b> 16
<b>Anno di corso:</b> secondo	
<b>Obiettivi formativi:</b> Acquisizione degli strumenti teorici e pratici necessari alla progettazione aerodinamica di eliche, rotori e turbine eoliche.	
<b>Contenuti:</b> <b>Parte I.</b> Aerodinamica dell'elica Introduzione all'aerodinamica instazionaria. Teorie impulsive: modello di disco attuatore, teoria impulsiva semplice, distribuzione di carico ottima, teoria impulsiva generale, induzioni assiale e rotazionale ottime. Teorie dell'elemento di pala: il sistema vorticoso dell'elica, teoria generale dell'elemento di pala, regimi di funzionamento, perdite del mozzo, una condizione di ottimo approssimata, effetto del numero di pale finito, progetto dell'elica. Eliche intubate: analisi con la teoria impulsiva semplice, effetto della geometria della carenatura, profili a schiera. Effetti della comprimibilità: la teoria impulsiva semplice in regime comprimibile, correzioni alla teoria generale dell'elemento di pala. <b>Parte II.</b> Aerodinamica del rotore Il rotore in hovering: teoria impulsiva per il rotore in hovering, teoria dell'elemento di pala per il rotore in hovering, il rotore ideale, il rotore ottimo, il rotore reale, cifra di merito, velocità di salita, autorotazione, curve di funzionamento in salita e discesa, effetto suolo in hovering. Il rotore rigido in volo traslato: teoria impulsiva per le eliche in flusso non assiale, il rotore in volo traslato, potenza parassita in volo traslato, stima della potenza necessaria al volo traslato livellato, potenza parassita della fusoliera, la zona di flusso inverso, effetto suolo in volo traslato. Il rotore articolato: necessità del rotore articolato, passo ciclico e collettivo, la dinamica della pala, interpretazione fisica dei coefficienti di flappeggio, il profilo, oscillante, teoria di Theodorsen, la velocità effettiva sull'elemento di pala, le forze aerodinamiche sul rotore, la potenza in volo traslato, calcolo dei coefficienti di flappeggio, rateo di salita, procedura per il calcolo delle prestazioni del rotore, lo stallo del rotore, stallo dinamico, aerodinamica della fusoliera. <b>Parte III.</b> Aerodinamica degli aeromotori Aeromotori ad asse orizzontale: generalità, le caratteristiche delle turbine, classificazione, il limite di Betz, coppia e potenza ottime per un aeromotore ad asse orizzontale, coppia ottima allo spunto, geometria della pala, concentratori di vento, alette di estremità. Aeromotori ad asse verticale: turbine ad azione differenziale, turbine tipo Darrieus, teoria a singolo tubo di flusso. <b>Part IV.</b> Metodi numerici per l'ala rotante Metodi per flussi non viscosi. Metodi per flussi viscosi. Un modello numerico di disco attuatore in regime comprimibile. Simulazione delle scie.	
<b>Docente:</b>	
<b>Codice:</b>	<b>Semestre:</b> I
<b>Prerequisiti / Propedeuticità:</b> Aerodinamica degli aeromobili	
<b>Metodo didattico:</b> lezioni, laboratorio, seminari applicativi	
<b>Materiale didattico:</b> appunti del corso disponibili online	
<b>Modalità di esame:</b> colloquio	

<b>Course title:</b> Aeroelasticity	
<b>Course module (if applicable):</b> Fluid-Structure Interaction	
<b>ECTS:</b> 6	<b>SSD:</b> ING-IND/04
<b>Lectures (hrs):</b> 40	<b>Tutorials (hrs):</b> 8
<b>Code:</b>	<b>Semester:</b> The first semester
<b>Required/expected prior knowledge:</b> Advanced Aerospace Structures	
<b>Year:</b> II	
<b>Course objectives:</b> 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: <ul style="list-style-type: none"> <li>*) will be introduced to the specific themes by using examples very close to the common engineering practice;</li> <li>*) will acquire lexicon, tools and methods</li> <li>*) will learn how to manage complex and complete procedures</li> <li>*) will analyze if the available data and tools are enough for getting the required results</li> </ul>	
<b>Course content:</b> Generalities about the Fluid-Structure Interaction (Aero/Acousto/Elasticity) Summary of the modal method in continuous and discrete coordinates schemes. Waves, Modes and Energy (characteristic wave speed in solids, modal density, mechanical and acoustic impedances, damping). Deterministic Approaches. Energy Methods. Hybrid Methods. From the Modes to the Energy: Energy Distribution Approach. Spectral Finite Element Approach: Dispersion Curves (material characterization). Lifting Aeroelasticity: remarks on instability and response for simplified scheme. Influence of the excitation/acquisition set-up on the measurements. Stochastic response of linear systems. Fundamentals of aeroacoustoelastic problems.	
<b>Teacher:</b>	
<b>Code:</b>	<b>Semester:</b> Secondo
<b>Required/expected prior knowledge:</b>	
<b>Education method:</b> classical oral lessons and numerical/experimental laboratory activities	
<b>Textbooks and learning aids:</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. S. De Rosa: (draft) Textbook in pdf.</li> <li>2. NASA Technical Handbook, DYNAMIC ENVIRONMENTAL CRITERIA</li> <li>3. L. Cremer L., M. Heckl, Petersson. Structure-Borne Sound, Springer</li> </ol> <p style="margin-left: 40px;">Presentations in pdf and powerpoint, Mathcad Sheets, VAOne Samples, Nastran models, FastBEM Acoustics models.</p>	
<b>Assessment:</b> exercises, final student project, oral exam.	

<b>Course title:</b> Aeroelasticity	
<b>Course module (if applicable):</b> Aeroelasticity	
<b>ECTS:</b> 6	<b>SSD:</b> ING-IND/04
<b>Lectures (hrs):</b> 40	<b>Tutorials (hrs):</b> 8
<b>Year:</b> Second	
<b>Course objectives:</b> 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.

**Course content:**

Static aeroelasticity. Lift distribution on elastic airplane, divergence and control effectiveness. Introduction to unsteady aerodynamics. Experimental modal analysis. Ground vibration tests. Measurements and identification of structural modal parameters. The reduced frequency. The simple aeroelastic wing section. Dynamic aeroelasticity. The flutter phenomenon. The wing section flutter speed. The numerical flutter calculations. The aeroelastic behavior of control surfaces. The V-g and p-k method. 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.

**Teacher:**

**Code:** **Semester: The second semester**

**Required/expected prior knowledge:** Advanced Aerospace Structures

**Education method:** Class lessons, guided tutorials and seminars on specific topics

**Textbooks and learning aids:**

*Course notes and Slides. Suggested textbooks:*

1. Bisplinghoff R. L., Ashley H., Halfman R. L., *Aeroelasticity*, Dover Publications, 1996
2. D.J. Ewins, *Modal Testing: Theory and Practice*, Research Studies Press, Ltd., Letchworth, Hertfordshire, UK, 1984
3. Wright J. R., Cooper J. E., *Introduction to Aircraft Aeroelasticity and Loads*, John Wiley & Sons, Ltd. 2007

**Assessment:** Oral discussion and/or written tests, self selected project work (not mandatory)

**Course title:** Aerospace Remote Sensing Systems

**Course module (if applicable):**

**ECTS: 9 CFU** **SSD:ING-IND/05**

**Lectures (hrs): 60** **Tutorials (hrs): 12**

**Year: II**

**Course objectives:**

This course is intended to provide a basic knowledge of scientific and engineering problems related to the aerospace systems for earth observation with particular reference to airborne and spaceborne high resolution sensors and to space remote sensing mission analysis.

**Course content:**

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. Examples of possible solutions and system design.

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 multistatic systems, basics of interferometric processing. Examples of possible solutions and system design.

Mission analysis of space remote sensing systems, sunsynchronous orbits, repetition factor and coverage patterns, pointing maneuvers, factors affecting orbit and pointing design. Constellations and formations. Examples.

**Teacher:**

**Code:** **Semester: second**

**Required/expected prior knowledge:**

**Education method:** Lectures and exercises

**Textbooks and learning aids:** Slides, lecture notes, technical papers.  
Textbooks:  
T.M. Lillesand and R.W. Kiefer, *Remote Sensing and Image Interpretation*, 4<sup>th</sup> Ed., John Wiley & Sons, Ltd,

2000.

F.T. Ulaby, R.K. Moore, and A.K. Fung, Microwave remote sensing, Artech House, Inc., 1986.

M. Cherniakov, Editor, Bistatic Radar Emerging Technology, John Wiley & Sons, Ltd, 2008.

K.I. Duck and J.C. King, Orbital Mechanics for Remote Sensing, Chapter 16 in Manual of Remote Sensing, 2<sup>nd</sup> Ed., vol I, R.N. Colwell, Editor, American Society of Photogrammetry, 1983.

**Assessment:** Written and/or oral examination

**Insegnamento:** Affidabilità e qualità

**Modulo (ove presente suddivisione in moduli):**

**CFU:** 6

**SSD:** SECS-S/02

**Ore di lezione:** 40

**Ore di esercitazione:** 8

**Anno di corso:** I

**Obiettivi formativi:**

Capacità di valutare i rischi di guasto di unità e sistemi tecnologici sia in fase di progetto che di gestione degli stessi. Verifiche di affidabilità e collaudi di durata. Scelta della politica di manutenzione e valutazione del costo per ciclo di vita di unità tecnologiche. Capacità d'impiegare i metodi statistici per la valutazione, il controllo e il miglioramento della qualità dei processi produttivi. Capacità di collaudare la qualità di un lotto di prodotti.

**Contenuti:**

Funzione affidabilità e sue proprietà. Vita media. Tasso di guasto. Modelli di affidabilità: genesi ed approccio probabilistico. Guasti per deriva e per sollecitazione eccessiva. Modello Sollecitazione Resistenza. Trasformazioni di variabili aleatorie. Metodo dei momenti.

Affidabilità di sistemi non riparabili: sistemi serie, parallelo e stand-by. Sistemi di protezione e sicurezza. Alberi dei guasti. Ripartizione dell'affidabilità.

Affidabilità di unità riparabili. Disponibilità e manutenibilità. Teoria del rinnovo. Politiche di manutenzione.

Studio sperimentale di variabili aleatorie e stima parametrica. Analisi sperimentale dei dati di guasto: stima dell'affidabilità di unità riparabili e non. Campioni completi e censurati Metodo della Massima Verosimiglianza. Metodi grafici: carte di probabilità. Metodi non parametrici.

Affidabilità e analisi economica dei guasti. Modelli previsionali di costo per ciclo di vita.

Elementi di controllo statistico di processo: carte di controllo, indici di capacità di processo e collaudo in accettazione.

Seminari RAMS (Reliability, Availability, Maintainability, Safety).

**Docente:**

**Codice:**

**Semestre:** II

**Prerequisiti / Propedeuticità:**

**Metodo didattico:** lezioni e seminari applicativi

**Materiale didattico:**

P. Erto, 2008, Probabilità e statistica per le scienze e l'ingegneria 3/ed, McGraw-Hill

**Modalità di esame:**

Prova scritta individuale e successiva discussione orale incentrata sulla stessa.

<b>Course title:</b> Advanced Gasdynamics	
<b>Course module (if applicable):</b>	
<b>ECTS: 9</b>	<b>SSD: ING-IND/06</b>
<b>Lectures (hrs): 72</b>	<b>Tutorials (hrs):</b>
<b>Year:2<sup>nd</sup></b>	
<b>Course objectives:</b> In depth study of the gasdynamics and compressible flow. Methodologies for the determination of unsteady and two-dimensional compressible flow fields.	
<b>Course content:</b> Mass addition. Generalized one dimensional flow. Conical supersonic flow. Solution of the Taylor Maccoll equation. Detonation and deflagration. Structure of a shock wave. Potential equation. Partial differential equation, theory of the characteristics. Unsteady flow and theory of the characteristics. Intersection and reflections of waves. Shock tube. Linearized equations for subsonic and supersonic flows and second order corrections.	
<b>Teacher:</b>	
<b>Code:</b>	<b>Semester:1<sup>st</sup></b>
<b>Required/expected prior knowledge:</b>	
<b>Education method:</b> lectures and laboratory tests.	
<b>Textbooks and learning aids:</b> <i>Course slides.</i> <i>Anderson, J. D., Modern Compressible Flow, 2nd ed., McGraw-Hill, 1990.</i> <i>John and Keith, Gas dynamics, Pearson Education 2006.</i> <i>Liepmann H.W. and A. Roshko, Elements of gasdynamics, Dover, 2002</i> <i>Thompson, P. A., Compressible Fluid Dynamics, McGraw-Hill, 1972.</i> <i>Hodge B. K. and E K. Koenig, Compressible Fluid Dynamics: With Personal Computer Applications, Prentice Hall College Div, 1995.</i> <i>Shapiro, A. H., The Dynamics and Thermodynamics of Compressible Fluid Flow, Vol. I and II, John Wiley &amp; Sons, 1953.</i> <i>White F. M., Fluid Mechanics, McGraw Hill, 1999.</i>	
<b>Assessment:</b> Written and oral exam	

<b>Course title:</b> Air Traffic Management and Control	
<b>Course module (if applicable):</b>	
<b>ECTS:12</b>	<b>SSD:ING-IND/05 Aerospace Systems</b>
<b>Lectures (hrs):92</b>	<b>Tutorials (hrs):4</b>
<b>Year:2<sup>nd</sup></b>	
<b>Course objectives:</b> This course will give students a complete knowledge about Air Traffic Management and Air traffic Control systems and procedures. In this mainframe, 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:  <ul style="list-style-type: none"> <li>i) Regulations;</li> <li>ii) Surveillance;</li> <li>iii) Communication;</li> <li>iv) Navigation;</li> </ul>	

- v) Operations;
- vi) Weather and environmental issues;
- vii) Advanced topics: UAS integration, 4D navigation, 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, such as UAS integration, 4D navigation, and Airport Automation.

**Course content:**

- 1) ATM fundamentals:
  - a. System Structure;
  - b. Basic Procedures;
  - c. Operational Rules.
- 2) Surveillance
  - a. Ground infrastructure (radars and ground control rooms);
  - b. Onboard systems (transponders);
  - c. ADS-B.
- 3) Communication
  - a. Voice radio links;
  - b. Data radio links.
- 4) Navigation
  - a. Definition of air routes;
  - b. Navigation regulations;
  - c. Advanced concepts of radio navigation;
    - i. Terrestrial Radio Navigation;
    - ii. Satellite Radio Navigation;
  - d. Advanced concepts of integrated navigation;
- 5) Airport and Terminal Operations;
- 6) En route Operations;
- 7) Oceanic Operations;
- 8) Weather and environmental issues;
- 9) ATM System Modeling;
- 10) UAS integration;
- 11) 4D Navigation;
- 12) Airport Automation: ASMGCS;
- 13) System Modernization: Next Gen and Sesar.

**Lecturer:**

**Code:**

**Semester:2nd**

**Required/expected prior knowledge:**

**Education method:** Oral lectures and laboratory experiences

**Textbooks and learning aids:**

Lecture notes and slides

**Assessment:**

Oral exam and written test

<b>Course title:</b> Aircraft Design	
<b>Course module (if applicable):</b>	
<b>ECTS:</b> 9	<b>SSD:</b> ING-IND/03
<b>Lectures (hrs):</b> 52	<b>Tutorials (hrs):</b> 20
<b>Year:</b> II – 2nd semester	
<b>Course objectives:</b> 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 component's 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.	
<b>Course content:</b> 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 ( $V_{MC}$ ). Adverse yaw. Lateral stability and dihedral effect. Aircraft cost, safety and environmental issues.	
<b>Teacher:</b>	
<b>Code:</b>	<b>Semester:</b> Second
<b>Required/expected prior knowledge:</b> <i>Aerodinamica degli Aeromobili</i>	
<b>Education method:</b> <i>lessons and exercises</i>	
<b>Textbooks and learning aids:</b> <i>Course slides and books: Perkins "Airplane Performance, Stability and Control"; Torenbeck "Synthesis of Subsonic Airplane Design"; Roskam "Aircraft Design"; Jenkinson "Civil Jet Aircraft Design"</i>	
<b>Assessment:</b> <i>Oral examination and developed project</i>	

<b>Insegnamento:</b> Analisi matematica III	
<b>Modulo (ove presente suddivisione in moduli):</b>	
<b>CFU:</b> 6	<b>SSD:</b> MAT/05
<b>Ore di lezione:</b> 28	<b>Ore di esercitazione:</b> 20
<b>Anno di corso:</b> I	
<b>Obiettivi formativi:</b> Acquisizione e consapevolezza operativa dei concetti e dei risultati fondamentali, in vista delle principali applicazioni, relativi alle equazioni differenziali ordinarie e alle derivate parziali, all'analisi	

complessa e all'analisi di Fourier.

**Contenuti:**

Richiami sulla sviluppabilità in serie di Taylor di funzioni reali. 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. Cenni sugli spazi di Hilbert. Serie di Fourier; convergenza puntuale e convergenza in media quadratica. Trasformata di Fourier: definizione e proprietà formali; trasformata e convoluzione; antitrasformata. Trasformata di Laplace: definizione; esempi notevoli di trasformata di Laplace; proprietà formali; antitrasformata. Problemi ai limiti per equazioni differenziali omogenee e non. Equazioni differenziali alle derivate parziali: equazioni differenziali alle derivate parziali del primo ordine e il metodo delle caratteristiche; equazione di Laplace; equazione del calore; equazioni delle onde. Elementi di calcolo delle variazioni.

**Docente:**

**Codice:**

**Semestre: I**

**Prerequisiti / Propedeuticità:**

**Metodo didattico:** lezioni, esercitazioni

**Materiale didattico:** libri di test consigliati:

S. Abenda - S. Matarasso, Metodi Matematici, Esculapio.

G.C. Barozzi, Matematica per l'Ingegneria dell'Informazione, Zanichelli.

G. Di Fazio - M. Frasca, Metodi Matematici per l'Ingegneria, Monduzzi

S. Salsa, Equazioni a derivate parziali, Springer

**Modalità di esame:** prova scritta, colloquio

**Insegnamento:**Avionica

**Modulo (ove presente suddivisione in moduli):**

**CFU:** 6

**SSD:** ING-IND/05

**Ore di lezione:**46

**Ore di esercitazione:**2

**Anno di corso:**I anno

**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 ed ai moderni sistemi di supporto delle funzioni di Air Traffic Management e di Air Traffic Control. 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). Inoltre, dovrà avere padronanza delle tecniche di integrazione delle misure quali il Filtro di Kalman. Infine, il corso presenterà la struttura di sistemi e servizi collegata al controllo del traffico aereo composta da: radar primari e secondari, trasponder, TCAS, GPWS ed ADS-B.

**Contenuti:**

Sottosistemi componenti l'avionica di bordo. Richiami sul moto dei corpi rigidi e sulla dinamica rotazionale. Angoli di Eulero. Equazioni cinematiche del moto di assetto. Moto di un giroscopio simmetrico. Strumentazione giroscopica per la misura dell'assetto: Giroscopio verticale e giroscopio orizzontale, Integrazione di un giroscopio verticale con un magnetometro, Bussola Giroscopica. Meccanismo di erezione di un giroscopio verticale. Giroscopi con un grado di libertà. Piattaforma stabilizzata. Giroscopi non convenzionali: Giroscopi di Coriolis, Dinamicamente Tuned Gyro, Giroscopi MEMS, Giroscopi ottici. Equazioni della navigazione inerziale. Errore della navigazione inerziale. Filtro di Kalman. Navigazione integrata. Sistemi air data. Radioassistenze: NDB, ADF, VOR, TACAN, DME, RNAV, LORAN-C. Sistema di atterraggio strumentale (ILS). Radar Doppler. Laser altimetri. Sorveglianza aerea: Trasponder, Radar primari, Radar secondari, Modi di interrogazione – Modo S. Gestione delle informazioni del radar. Sistema TCAS per la prevenzione delle collisioni. Sistemi di sorveglianza di nuova generazione: ADS-B, ADS-C. Ground Proximity Warning System. Sistemi di navigazione satellitare: Sistema GPS, Pseudorange equations, Dilution of Precision. Fonti di errore del GPS. Ricevitori a doppia frequenza. GPS differenziale. Modernizzazione del GPS e Galileo.

**Docente:**

**Codice:**

**Semestre: II**

**Prerequisiti / Propedeuticità:**

**Metodo didattico:**

Lezioni frontali ed esercitazioni di laboratorio



<p><b>Materiale didattico:</b>  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., "Avionics Navigation Systems", 2nd ed., John Wiley&amp;Sons, 1997  Farrell J. and Barth M., "The Global Positioning System and Inertial Navigation", McGraw Hill, New York NY, USA, 1999  Savage P.G., Strapdown Analytics, Strapdown Associates Inc., Maple Plain MN, USA, 2000  Rogers R. M., "Applied Mathematics in Integrated 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</p>
<p><b>Modalità di esame:</b> Colloquio orale</p>

<b>Insegnamento:</b> Combustione (dal Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Chimica)	
<b>Modulo (ove presente suddivisione in moduli):</b>	
<b>CFU:</b> 6	<b>SSD:</b> ING-IND 25
<b>Ore di lezione:</b> 42	<b>Ore di esercitazione:</b> 3
<b>Anno di corso:</b> 1° o 2°	
<p><b>Obiettivi formativi:</b>  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.</p>	
<p><b>Contenuti:</b>  Definizioni e tematiche legate alla Combustione/Formulazione caratterizzazione combustione/ Combustibili gassosi e liquidi/ Combustibili e propellenti solidi/ Temperatura Adiabatica. Equilibri/ Fondamenti di cinetica chimica/Esplosione ed auto ignizione/Rankine Hugoniot . 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/</p>	
<b>Docente:</b>	
<b>Codice:</b>	<b>Semestre:</b> 1°
<b>Prerequisiti / Propedeuticità:</b> Conoscenza delle equazioni di bilancio	
<b>Metodo didattico:</b> Lezioni e seminari applicativi	
<p><b>Materiale didattico:</b>  Slides del corso riportate in <a href="http://www.federica.unina.it/corsi/combustione/">http://www.federica.unina.it/corsi/combustione/</a>  Libri di testo: "Lezioni di Combustione" di Antonio Cavaliere, Ed Enzo Albano, 2001 e riportato in <a href="http://wpage.unina.it/antcaval/">http://wpage.unina.it/antcaval/</a></p>	
<b>Modalità di esame:</b> colloquio	

<b>Insegnamento:</b> Combustione (dal Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Meccanica per l'Energia e l'Ambiente)	
<b>Modulo (ove presente suddivisione in moduli):</b>	
<b>CFU:</b> 12	<b>SSD:</b> ING-IND 25
<b>Ore di lezione:</b> 78	<b>Ore di esercitazione:</b> 10
<b>Anno di corso:</b> 1° o 2° anno	

<b>Obiettivi formativi:</b>	
<p>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.</p> <p>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 sottoprocessi che possano essere affrontati con metodi di calcolo consolidati a carattere monodisciplinare.</p> <p>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.</p>	
<b>Contenuti:</b>	
<p>Definizioni e tematiche legate alla Combustione/Formulazione caratterizzazione combustione/ Combustibili gassosi e liquidi/ Combustibili e propellenti solidi/ Temperatura Adiabatca. Equilibri/ Fondamenti di cinetica chimica/Esplosione ed auto ignizione/Rankine Hugoniot . Classificazione processi di Combustione/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/Aspetti diagnostici e di controllo /Processi innovativi di combustione. Combustione Dolce. /I sistemi di combustione nelle turbine a gas/ I sistemi di combustione nei razzi/Formazione e tecniche per la riduzione degli inquinanti/ Esercitazioni su codici modello con l'uso di data base di letteratura.</p>	
<b>Docente:</b>	
<b>Codice:</b>	<b>Semestre: 2°</b>
<b>Prerequisiti / Propedeuticità:</b>	
Conoscenza delle equazioni di bilancio	
<b>Metodo didattico:</b> Lezioni e seminari applicativi	
<b>Materiale didattico:</b>	
<p>Slides del corso riportate in <a href="http://www.federica.unina.it/corsi/combustione/">http://www.federica.unina.it/corsi/combustione/</a></p> <p>Libri di testo: "Lezioni di Combustione" di Antonio Cavaliere, Ed Enzo Albano, 2001 e riportato in <a href="http://wpage.unina.it/antcaval/">http://wpage.unina.it/antcaval/</a></p>	
<b>Modalità di esame:</b> colloquio	

<b>Insegnamento:</b> Complementi di strutture aeronautiche	
<b>Modulo (ove presente suddivisione in moduli):</b>	
<b>CFU:</b> 6	<b>SSD:</b> ING-IND/04
<b>Ore di lezione:</b> 40	<b>Ore di esercitazione:</b> 12
<b>Anno di corso:</b> II	
<b>Obiettivi formativi:</b>	
<p>Il corso è organizzato in due parti fondamentali: un approfondimento dei problemi di stabilità strutturale in campo aeronautico e una trattazione dei problemi di progettazione strutturale delle turbomacchine.</p> <p>Relativamente al primo aspetto, il corso prepara gli studenti alla progettazione e verifica di strutture aerospaziali con riferimento ai fenomeni di instabilità elastica e non elastica. Il corso prevede esempi ed esercitazioni pratico/numerice. Sono affrontati i principi della stabilità statica strutturale e i metodi di soluzione dei relativi problemi. Sono, inoltre, presentate formulazioni e metodi di pratico impiego per la progettazione e verifica di strutture relativamente ai fenomeni di instabilità.</p> <p>Per quanto riguarda la seconda tematica, lo studente imparerà a distinguere i diversi tipi di motori a turbina, in base alla loro architettura ed al tipo di velivolo su cui sono installati. Ne apprenderà i principi di funzionamento e sarà in grado di riconoscere dalla loro geometria i singoli componenti motore, dei quali conoscerà anche la funzione. Saprà quali sono i carichi applicati sul motore e sarà in grado di determinarne l'intensità e la distribuzione.</p> <p>Conoscerà tutti i possibili modi di cedimento dei diversi componenti strutturali di un motore e sarà in grado di eseguire calcoli di resistenza e di durata. Sarà, in particolare, in grado di determinare lo stato tensionale in una pala di turbina o di compressore e di determinarne la resistenza e la durata. Sarà, infine, in grado di effettuare il dimensionamento strutturale di pale di turbina o di compressore.</p>	

<b>Contenuti:</b>	
Elementi di base della teoria della stabilità e modelli semplici a 1 e 2 gdl. Equilibrio ed effetti delle imperfezioni. Metodi energetici. Effetti del taglio sul carico di instabilità. Teoria ed applicazioni delle travi colonne. Instabilità flessione - torsionale delle travi. Instabilità laterale delle travi. Instabilità delle piastre e dei pannelli irrigiditi. Instabilità dei gusci cilindrici. Carico ultimo di un cassone alare. Instabilità nelle fusoliere irrigidite e pressurizzate, diverse modalità di cedimento. Instabilità a carichi combinati. Fenomeni di instabilità locale. Cenni sull'instabilità di travi e pannelli in materiale composito (Equivalent Orthotropic Plate, CFRP e Sandwich).	
Architettura e principi di funzionamento dei motori aeronautici a turbina a gas: Arrangiamento meccanico e ciclo operativo. Origine dei carichi: Carichi di assemblaggio, carichi di funzionamento e carichi di manovra; Distribuzione della spinta. Modi di cedimento: relazione tra tensione e deformazione, deformazione plastica, rottura, cedimento sotto carico ciclico, relazione tra tensione e deformazione ciclica, meccanica della frattura, accrescimento di una fessura per fatica, danno cumulativo, conteggio dei cicli, metodo del rainflow, scorrimento viscoso, parametro di Larson-Miller, creep accumulato.	
Palette di compressore e di turbina. Geometria delle palette, fissaggio delle pale, pale di compressore, pale di turbina, pala raffreddata e pala non raffreddata, pale con forte curvatura e svergolamento, carichi applicati, modi di cedimento: HCF, creep/stress rupture, LCF, integrità di una pala, dimensionamento di una pala, compensazione, vibrazioni delle pale, diagramma di Campbell, diagramma di Goodman, determinazione della vita a scorrimento viscoso di una pala, diagramma di Simon, fatica oligociclica.	
<b>Docente:</b>	
<b>Codice:</b>	<b>Semestre: 2°</b>
<b>Prerequisiti / Propedeuticità:</b> Strutture Aerospaziali Avanzate	
<b>Metodo didattico:</b> lezioni, esercitazioni guidate in aula, visita virtuale delle principali aziende aviomotoristiche mondiali, analisi guidata di disegni costruttivi e di particolari reali, visita di una azienda aerospaziale campana	
<b>Materiale didattico:</b> Slides del corso : <a href="http://www.dias.unina.it/?id=16&amp;sid=0">http://www.dias.unina.it/?id=16&amp;sid=0</a>	
<b>Modalità di esame:</b> prova scritta (test a risposte multiple) + colloquio	

<b>Insegnamento:</b> Costruzioni aerospaziali avanzate	
<b>Modulo (ove presente suddivisione in moduli):</b>	
<b>CFU: 6</b>	<b>SSD: ING-IND/04</b>
<b>Ore di lezione: 44</b>	<b>Ore di esercitazione: 10</b>
<b>Anno di corso:</b> II	
<b>Obiettivi formativi:</b>	
Il corso ha l'obiettivo di completare le conoscenze relative al progetto strutturale, inquadrare i problemi applicativi e risolvere specifiche applicazioni pratiche. In particolare si approfondiranno le conoscenze sui criteri di utilizzo ed i metodi di calcolo per i materiali compositi con riferimento ai meccanismi di rottura statici e per impatto, saranno affrontati i problemi di fatica e meccanica della frattura, verranno analizzate le procedure di dimensionamento e verifica di serbatoi in pressione con particolare riferimento alle fusoliere pressurizzate.	
<b>Contenuti:</b>	
Comportamento elastico laminati multi-direzionali sottoposti a carichi termo-mecanici. Criteri di rottura in laminati. Stress e rotture interlaminari di laminati multi-direzionali. Metodi di progetto di strutture in 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.	
<b>Docente:</b>	
<b>Codice:</b>	<b>Semestre: I</b>
<b>Prerequisiti / Propedeuticità:</b>	
Strutture aerospaziali avanzate	
<b>Metodo didattico:</b> lezioni frontali ed esercitazioni numeriche	
<b>Materiale didattico:</b>	
I. M. Daniel and O. Ishai - <i>Engineering Mechanics of Composite Materials</i> – Oxford University Press S. Abrate – <i>Impact on Composite Structures</i> , Cambridge University Press M.C.Y. Niu – <i>Composite Airframe Structures</i> , Hong Kong Conmilit Press LTD. E.F. Bruhn, <i>Analysis and Design of Flight Vehicle Structures</i> - Jacobs Publishing Inc.	

J. Schijve – *Fatigue of Structures and Materials*, Kluwer Academic Publisher

F. Ricci - *Dispense dal corso*

**Modalità di esame:** Prova scritta intercorso, prova scritta finale ed eventuale colloquio integrativo.

**Insegnamento:** DINAMICA E SIMULAZIONE DEL VOLO

**Modulo (ove presente suddivisione in moduli):**

**CFU:** 6

**SSD:** ING-IND/03

**Ore di lezione:** 36

**Ore di esercitazione:** 16

**Anno di corso:** I

**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.

**Contenuti:**

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.

**Docente:**

**Codice:**

**Semestre:** II

**Prerequisiti / Propedeuticità:**

Prestazioni, manovre e stabilità statica dei velivoli.

**Metodo didattico:**

*lezioni, laboratorio, seminari applicativi.*

**Materiale didattico:**

*Slides del corso, dispense cartacee. Libri di testo:*

[1] M. Calcara, *Elementi di dinamica del velivolo*. Edizioni CUEN, Napoli, 1988.

[2] W. F. Phillips, *Mechanics of Flight*. John Wiley & Sons, Inc., 2004.

[3] B. Stevens, F. Lewis, *Aircraft Control and Simulation*. John Wiley & Sons, Inc., 1992. [4] B. N. Pamadi, *Performance, Stability, Dynamics and Control of Airplanes*. AIAA Education Series, 1998.

**Modalità di esame:** colloquio.

**Insegnamento:** Economia e organizzazione aziendale

**Modulo (ove presente suddivisione in moduli):**

**CFU:** 6

**SSD:** ING-IND/35

**Ore di lezione:** 40

**Ore di esercitazione:** 14

**Anno di corso:** I

**Obiettivi formativi:**

- Capacità di valutare il posizionamento competitivo dell'impresa nel settore in cui opera.
- Capacità di diagnosi dell'organizzazione utilizzando un approccio di tipo sistemico.
- Capacità di analizzare un bilancio aziendale, attraverso i più diffusi quozienti di bilancio, al fine di valutare i risultati della gestione.

**Contenuti:**

Parte I: conoscere l'impresa:

L'Impresa: definizione, obiettivi economici, modellizzazione del concetto di impresa.

Fattori e costi di produzione. Criteri di classificazione delle imprese. L'impresa e l'ambiente. L'impresa e il mercato.

Caratteristiche strutturali e competitive delle principali tipologie di mercato: concorrenza perfetta, oligopolio e concorrenza monopolistica, monopolio.

Settore, impresa e competitività: Definizione di settore; analisi e valutazione dell'attrattività di un settore; ciclo di vita del settore. Differenziali competitivi. Tecniche di portafoglio. Strategie concorrenziali di base. L'analisi del posizionamento competitivo dell'impresa attraverso la SWOT analysis.

L'analisi interna dell'impresa. La catena del valore. Le funzioni aziendali. Le strutture organizzative. Criteri per la scelta della struttura organizzativa. L'evoluzione della struttura organizzativa nel corso della vita dell'impresa. L'impresa come sistema: il modello delle 7 S.

Parte II: introduzione al bilancio aziendale.

Introduzione alla Gestione aziendale, I fondamenti della Contabilità aziendale, La costruzione del Bilancio, Riclassificazione e analisi del bilancio.

Seminari. Testimonianze aziendali, sessioni di approfondimento, studio di casi aziendali.

<b>Insegnamento:</b> Elaborazione di Segnali Multimediali (9 CFU)	
<b>CFU:</b> 9	<b>SSD:</b> ING-INF/03
<b>Ore di lezione:</b> 52	<b>Ore di esercitazione:</b> 26
<b>Anno di corso:</b> II	
<b>Obiettivi formativi:</b> 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.	
<b>Contenuti:</b> 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 a 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, MP3, AVI). Analisi tempo-frequenza e trasformata wavelet, analisi multirisoluzione, banchi di filtri. Tecniche avanzate per la codifica (standard JPEG2000, codifica video basata su wavelet). Problematiche legate alla trasmissione su rete. Video 3D. Esempi di applicazioni: denoising, protezione del diritto d'autore (watermarking), rivelazione di manipolazioni, restauro (inpainting).	
<b>Docente:</b>	
<b>Codice:</b>	<b>Semestre:</b> II
<b>Prerequisiti:</b> Sistemi LTI, trasformata di Fourier, concetti base di probabilità.	
<b>Metodo didattico:</b> Lezioni e laboratorio.	
<b>Materiale didattico:</b> Appunti del corso R.C.Gonzalez-R.E.Woods – <i>Digital Image Processing</i> , third ed., Prentice Hall; K.Sayood – <i>Introduction to Data Compression</i> , second ed., Morgan Kaufmann.	
<b>Modalità di esame:</b> Prova al calcolatore; colloquio.	

<b>Course title:</b> Experimental Vibroacoustic (6 CFU)	
<b>Course module (if applicable):</b>	
<b>ECTS: 6</b>	<b>SSD: ING-IND/04</b>
<b>Lectures (hrs): 20</b>	<b>Tutorials (hrs): 24</b>
<b>Year: II</b>	
<p><b>Course objectives:</b>  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:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>*) will be introduced to the specific themes through the study of a large variety of examples very close to the common engineering practice;</li> <li>*) will acquire knowledge, tools and methods for experimental measurement in the field of the course</li> <li>*) will learn how to manage complex and complete experimental set-up</li> <li>*) will be able to organize a test report</li> <li>*) will be able to manage the verification and updating process of numerical models</li> </ul>	
<p><b>Course content:</b>  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 sessions where will be able to experiment the theoretical knowledge self-performing real test.</p>	
<b>Teacher:</b>	
<b>Code:</b>	<b>Semester: Second</b>
<b>Required/expected prior knowledge:</b>	
<b>Education method:</b> oral lessons and numerical/experimental laboratory activities	
Textbooks and learning aids: <ol style="list-style-type: none"> <li>4. M. Viscardi. Experimental Vibroacoustics handouts</li> <li>5. C.M. Harris . Handbook of Noise Control . McGraw-Hill Higher Education; 2nd edition</li> <li>6. B&amp;K Technical Review Collection</li> <li>7. LMS Reference manual</li> <li>8. R. Spagnolo. Manuale di acustica applicata . Edizione 2005</li> <li>9. UNI-EN and ISO reference normative</li> </ol>	
<b>Assessment: exercises, final student project, oral exam.</b>	

<b>Course title:</b> Fluid dynamics stability	
<b>Course module (if applicable):</b>	
<b>ECTS:</b> 6	<b>SSD:</b> ING-IND/06
<b>Lectures (hrs):</b> 44	<b>Tutorials (hrs):</b> 10
<b>Year:</b> I/II	
<b>Course objectives:</b> The present course addresses the basic theories and advanced investigation methodologies in order to analyse flows instabilities. The course analyses particularly shear flows. The industrial problem linked to the prediction of the laminar-to-turbulence transition is one of the main applications.	
<b>Course content:</b> Basic concepts and definitions of stability in Fluid mechanics. Linearization of the equations. Normal modes analysis for parallel flows. Some classic cases: Kelvin-Helmholtz instability, capillary instability of a jet. Localized disturbances in space and time. Absolute and convective instability. Landau-Ginzburg equation. Stability of parallel flows: inviscid and viscous theories. Orr-Sommerfeld equation. Stability of non-parallel flows. Global instability. Connections between global instability and absolute/convective instability for locally parallel flows. Theory of the non-modal instability. Laminar-to-turbulent transition in wall bounded flows. Criteria of turbulence prediction .	
<b>Teacher:</b>	
<b>Code:</b>	<b>Semester:</b> second
<b>Required/expected prior knowledge:</b> Some arguments of Analisi matematica III, equations and models of Fluid mechanics, numerical methods in linear Algebra e Fluid mechanics	
<b>Education method:</b> frontal lectures	
<b>Textbooks and learning aids:</b> didactic material issued by the teacher	
<b>Assessment:</b> oral examination	

<b>Insegnamento:</b> Fluidodinamica Numerica	
<b>Modulo:</b> Fluidodinamica Numerica I	
<b>CFU:</b> 6	<b>SSD:</b> ING-IND/06
<b>Ore di lezione:</b> 28	<b>Ore di esercitazione:</b> 28
<b>Anno di corso:</b> II	
<p>Obiettivi formativi: Obiettivo comune ai due moduli è quello di fornire all'allievo 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.</p> <p>In questo primo modulo del corso l'allievo avrà modo di comprendere le problematiche lineari associate ai flussi Stokesiani stazionari ed instazionari, esercitandosi nella costruzione di codici alle Differenze Finite (DF) e con il Metodo degli Elementi Finiti (MEF) ed affacciandosi alle problematiche del trattamento numerico dei termini convettivi delle Equazioni di Navier-Stokes.</p> <p>Scopo della preparazione dell'intero corso di Fluidodinamica Numerica è quello di fornire all'allievo i mezzi sia per rispondere alla domanda di lavoro nel settore della Fluidodinamica Computazionale (CFD), sia per disporre -da utente- di sufficiente consapevolezza delle potenzialità e dei limiti dei codici commerciali di Fluidodinamica Computazionale.</p>	

Contenuti: Richiami di algebra lineare, metodi alle Differenze Finite (DF) ed il Metodo agli Elementi Finiti (MEF) con il Matlab: PDE\_tool. Fondamenti di calcolo iterativo. Il Problema Inverso del Calcolo Vettoriale (PICV) e la sua risoluzione numerica alle DF e col MEF: test case con i metodi analitici classici nel caso di specificazione 2D del PICV nel modello delle Equazioni di Cauchy-Riemann. Relazioni tra il PICV e le Equazioni di Navier-Stokes (NS) per moti incompressibili in regime stazionario ed instazionario. Modelli per flussi Stokesiani con le DF ed il MEF: matrici di Galerkin associate e problematiche della loro risoluzione numerica. Il trasporto lineare di grandezze scalari passive. I termini convettivi nell'equazione di bilancio della quantità di moto delle NS incompressibili: le varie forme analitiche ed il loro trattamento numerico: l'approccio semi-Lagrangiano e gli schemi principali nei metodi dei Volumi di Controllo.

Docente:	
Codice:	Semestre: I
Prerequisiti: Meccanica dei Fluidi, Basi di Metodi Numerici	
Metodo didattico: lezioni teoriche, applicazioni ed esercitazioni al computer	
Materiale didattico: Meola-de Felice: Fondamenti Lineari per la Fluidodinamica Numerica - L'Ateneo Napoli. Appunti del docente, Codici da esercitazioni al computer.	
Modalità di esame: lavoro finale al computer e colloquio orale	

<b>Insegnamento:</b> Fluidodinamica Numerica	
<b>Modulo:</b> Fluidodinamica Numerica II	
<b>CFU:</b> 6	<b>SSD:</b> ING-IND/06
<b>Ore di lezione:</b> 28	<b>Ore di esercitazione:</b> 28
<b>Anno di corso:</b> II	
<p><b>Obiettivi formativi:</b> Obiettivo comune ai due moduli è quello di fornire all'allievo 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.</p> <p>In questo secondo modulo del corso verranno considerate le problematiche non-lineari tipiche della Simulazione Numerica delle Equazioni di Navier Stokes per i flussi compressibili. Infine si accennerà alla modellistica della turbolenza nei moti incompressibili ed alle relative applicazioni numeriche.</p> <p>Scopo della preparazione dell'intero corso di Fluidodinamica Numerica è quello di fornire all'allievo i mezzi sia per rispondere alla domanda di lavoro nel settore della Fluidodinamica Computazionale (CFD), sia per disporre -da utente- di sufficiente consapevolezza delle potenzialità e dei limiti dei codici commerciali di Fluidodinamica Computazionale.</p> <p><b>Contenuti:</b> Problemi del trasporto convettivo non lineare con particolare riferimento ai flussi compressibili instazionari a partire dal modello dell'eq. di Burgers: soluzioni deboli, soluzioni stabili, proprietà di monotonia, TVD. Teorema di Lax-Wendroff per gli schemi alle DF; Teorema di Godunov. Principi di costruzione dei flussi numerici per le Equazioni di Eulero nel caso 1D, basata sulla conoscenza delle Soluzioni d'Onda e delle Soluzioni Simili. Costruzione in aula di codici per flussi compressibili non viscosi. I problemi di modellazione della convezione per i flussi turbolenti: modifica delle variabili dipendenti e chiusura del modello convettivo (RANS).</p>	
Docente:	
Codice:	Semestre: II
Prerequisiti: Meccanica dei Fluidi	
Metodo didattico: lezioni teoriche, applicazioni ed esercitazioni al computer	
Materiale didattico: Meola-de Felice: Fondamenti Lineari per la Fluidodinamica Numerica - L'Ateneo Napoli. Appunti del docente, Codici da esercitazioni al computer.	
Modalità di esame: lavoro finale al computer e colloquio orale	

<b>Insegnamento:</b> Fluidodinamica Spaziale	
<b>Modulo:</b> Aerodinamica Ipersonica	
<b>CFU:</b> 6	<b>SSD:</b> Ing-Ind-06
<b>Ore di lezione:</b> 40	<b>Ore di esercitazione:</b> 20
<b>Anno di corso:</b> II	
<b>Obiettivi formativi:</b>	



Introdurre la problematica del rientro e delle correnti ad alta velocità; spiegare i principi fisici dell'Aerodinamica degli alti numeri di Mach e l'evoluzione del gas in cui avvengono reazioni chimiche; spiegare le semplificazioni derivanti dall'applicabilità della teoria dei piccoli disturbi nella soluzione dei campi ipersonici; generalizzare le equazioni del bilancio e quelle di strato limite per tenere conto della presenza di reazioni chimiche e diffusione di specie chimiche. Introdurre l'aerodinamica dei mezzi discreti e descrizione della fenomenologia dei regimi di molecole libere e di transizione. Ampio spazio è dato alle esercitazioni numeriche che costituiscono l'estensione e il completamento della teoria stessa. Le esercitazioni di laboratorio consisteranno nella misura di flussi di calore e di forze aerodinamiche che possono insorgere su di una capsula spaziale in fase di rientro. Queste esercitazioni saranno svolte nella galleria SPES (Small Planetary Entry Simulator) del Dipartimento di Ingegneria Aerospaziale.

**Contenuti:**

Problematica ipersonica. Rientro. Aerotermochimica: modello di Lighthill e modello di Monti-Napolitano. Richiami sulle onde d'urto, equazioni fondamentali, calcolo dell'angolo d'urto (metodo di Newton-Raphson) e valutazione della zona di rilassamento chimico a valle di onde d'urto normali. Risoluzione del campo ipersonico e implementazione numerica del metodo delle caratteristiche per campi non omentropici e campi non isoentropici: metodo del "Predictor-Corrector" di Eulero. Teoria dei piccoli disturbi, principio di equivalenza di Hayes e sua applicazione. Teorie approssimate e paragone dei risultati. Campo di moto intorno al cono, campo conico, equazioni di Taylor a Maccoll e tecnica dei valori ai limiti. Strato limite ipersonico: soluzioni simili e "shooting technique". Interazione viscosa. Valutazione sperimentale degli effetti della catalicità sul flusso di calore. Regimi di moto in mezzi rarefatti: regime di molecole libere e teoria di Maxwell, regime di transizione e metodo del DSMC (Direct Simulation Monte Carlo). Gallerie ipersoniche.

**Docente:**

**Codice:** \_\_\_\_\_ **Semestre:** 1°

**Prerequisiti / Propedeuticità:**

**Metodo didattico:** lezioni, laboratorio, seminari applicativi

**Materiale didattico:** libri di testo, appunti, proiezione di filmati:

**Modalità di esame:** colloquio

**Course title:** FLUIDODINAMICA SPAZIALE

**Course module (if applicable):** Space Experiments

**ECTS:** 6 CFU **SSD:** ING-IND/06

**Lectures (hrs):** 35 **Tutorials (hrs):** 25

**Year:** II

**Course objectives:**

This course is intended to provide an overview of the scientific and engineering problems related to the execution of experiments onboard space platforms, with particular reference to the current microgravity research.

**Course content:**

**Part A:**

Introduction to space utilization and overview of main scientific space programmes. Role of principal investigators, space industries and agencies. Space platforms. Microgravity environments. 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. Microgravity Fluid dynamics: capillarity, balance equations, order of magnitude analysis and examples.

**Part B:**

International Space Station (ISS) overview. Principal pressurized and unpressurized elements. Accommodation and utilisation resources for payloads. Columbus laboratory. Microgravity facilities. Scientific operations. Ground Segment. Role of User Support Operation Centers (USOC's). Telescience. Optical diagnostics for microgravity fluid dynamics.

<b>Teacher:</b>	
<b>Code:</b>	<b>Semester: second</b>
<b>Required/expected prior knowledge:</b> Fundamental knowledge of Fluid Dynamics and Aerospace Systems	
<b>Education method:</b> Lectures, laboratory, seminars	
<b>Textbooks and learning aids:</b> Slides, chapters of books related to Microgravity Sciences and International Space Station facilities and operations	
<b>Assessment:</b> Oral examination	

<b>Insegnamento:</b> Fondamenti Chimici delle tecnologie	
<b>Modulo (ove presente suddivisione in moduli):</b>	
<b>CFU: 9</b>	<b>SSD: CHIM/07</b>
<b>Ore di lezione: 64</b>	<b>Ore di laboratorio: 6</b>
<b>Anno di corso: I o II</b>	
<b>Obiettivi formativi:</b> Piena conoscenza della struttura della materia e della cinetica e termodinamica delle trasformazioni con particolare riferimento a tecnologie e problematiche di interesse ingegneristico (materiali, ambiente, energia...). Ampio spazio è dedicato alle tecniche d'indagine sui materiali e ambiente	
<b>Contenuti:</b> 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. Genesi 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. 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, isomeria e classi di reazione. Generalità sui combustibili: potere calorifico superiore ed 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	
<b>Docente:</b>	
<b>Codice:</b>	<b>Semestre: 1°</b>
<b>Prerequisiti / Propedeuticità:</b>	
<b>Metodo didattico:</b> <i>lezioni, laboratorio</i>	
<b>Materiale didattico:</b> - <i>B.H.Mahan, Chimica Generale ed Inorganica, casa editrice Ambrosiana</i> - <i>Appunti</i> su argomenti specifici a carattere applicativo	

<b>Insegnamento:</b> Meccanica applicata	
<b>Modulo (ove presente suddivisione in moduli):</b>	
<b>CFU: 9</b>	<b>SSD: ING-IND/13</b>

<b>Ore di lezione: 60</b>	<b>Ore di esercitazione: 20</b>
<b>Anno di corso: primo</b>	
<b>Obiettivi formativi:</b> Il corso tratta i problemi connessi con il movimento dei corpi materiali di cui sono costituiti i sistemi meccanici. Viene affrontato lo studio cinematico dei meccanismi, del contatto tra organi meccanici, della trasmissione del moto, dei fenomeni dinamici dovuti alla deformabilità dei corpi; una parte del corso è dedicata allo studio dinamico del veicolo dotato di ruote con pneumatico.	
<b>Contenuti:</b> Richiami di fisica matematica; sistemi ridotti; sistemi equivalenti. Forze di contatto tra solidi; fenomeni di attrito, usura, stick-slip; cuscinetti a rotolamento ed a strisciamento; rendimento meccanico dei meccanismi. La trasmissione del moto e principali trasmissioni meccaniche: ruote di frizione, ruote dentate, trasmissioni a cinghie, rotismi ordinari ed epicicloidali. Studio di meccanismi a camma ed articolati: meccanismo di comando valvola; quadrilatero articolato; catena cinematica aperta; manovellismo di spinta rotativa. Organi meccanici rotanti: bilanciamento statico e dinamico; velocità critiche flessionali. Azioni periodiche e velocità critiche torsionali. Problemi di isolamento delle vibrazioni. Meccanica del veicolo: interazione pneumatico-suolo; veicolo in moto rettilineo; i freni e la frenatura; sterzata e dinamica del veicolo in curva; sospensioni e dinamica verticale dei veicoli; sospensioni dei carrelli aeronautici; ruota girevole e fenomeno dello shimmy. Funzionamento e regolazione di gruppi di macchine e curve caratteristiche meccaniche.	
<b>Docente:</b>	
<b>Codice:</b>	<b>Semestre: II</b>
<b>Prerequisiti / Propedeuticità:</b>	
<b>Metodo didattico:</b> lezioni in aula, esercitazioni in aula ed in sala di calcolo; visite in laboratorio.	
<b>Materiale didattico:</b> testi: A. R. Guido, L. della Pietra – Meccanica delle macchine - CUEN L. della Pietra - Lezioni di meccanica applicata alle macchine – EDISES Appunti integrativi disponibili sul sito: <a href="http://www.docenti.unina.it">www.docenti.unina.it</a>	
<b>Modalità di esame:</b> prova orale	

<b>Insegnamento:</b> Metodi numerici in ingegneria aerospaziale	
<b>Modulo (ove presente suddivisione in moduli):</b>	
<b>CFU: 9</b>	<b>SSD: ING-IND/06</b>
<b>Ore di lezione: 54</b>	<b>Ore di esercitazione: 27</b>
<b>Anno di corso: I o II</b>	
<b>Obiettivi formativi:</b> Sviluppo delle capacità di impiego del calcolatore nella risoluzione di problemi elementari di calcolo associati a equazioni algebriche ed integro-differenziali con approccio sia numerico che simbolico.	
<b>Contenuti:</b> Calcolo scientifico e relativa programmazione in MATLAB (e/o dialetti, ad es. OCTAVE). Richiami di Algebra Lineare con particolare riferimento alla risoluzione numerica di sistemi lineari. Utilizzo di tools simbolici per la risoluzione di semplici problemi di calcolo. Teoria della interpolazione Lagrangiana monodimensionale. Cenni alla teoria dell'interpolazione Hermitiana e alla interpolazione Spline. Teoria della derivazione numerica. Principi dei metodi alle differenze. Cenni ai metodi ai volumi di controllo ed agli elementi finiti. Applicazioni a equazioni differenziali che modellano fenomeni di trasporto convettivo-diffusivo stazionario ed instazionario. Metodi di risoluzione numerica di equazioni differenziali ordinarie. Problemi di valori ai limiti per equazioni differenziali ordinarie: tecniche shooting. Esercizi di scrittura e messa a punto di codici orientati a fenomenologie spazio-temporali di tipo 1D e confronto con soluzioni analitiche e/o ottenute con tools simbolici.	
<b>Docente:</b>	
<b>Codice:</b>	<b>Semestre: I</b>
<b>Prerequisiti / Propedeuticità:</b>	
<b>Metodo didattico:</b> lezioni, seminari applicativi, esercitazioni	
<b>Materiale didattico:</b> Slides del corso	
<b>Modalità di esame:</b> colloquio e/o test a risposte multiple.	

<b>Course title:</b> Space Systems	
<b>Course module (if applicable):</b>	
<b>ECTS: 9</b>	<b>SSD: ING-IND/05</b>
<b>Lectures (hrs): 66</b>	<b>Tutorials (hrs): 12</b>
<b>Year: Second</b>	
<b>Course objectives:</b>	
<p>The course provides the basic elements for the design of a space system with particular concern to the subsystems on board a satellite, in terms of mathematical and physical modeling of the subsystem behavior, technologies and development examples and solutions</p>	
<b>Course content:</b>	
<p><u>Elements of space system design and engineering:</u> space project phases, space mission architecture, system and subsystem mass and power budgets from mission objectives, design margins, examples of different missions.</p> <p><u>The Space Environment and its interaction with the satellite and its subsystems:</u> the atmosphere, the ionosphere, the magnetosphere, the radiation environment and its main effects, the thermal environment, the main perturbations acting on a satellite</p> <p><u>Elements for the design of the satellite subsystems:</u> main subsystems and components of a satellite, architectures, operating principles, derivation of the design requirements from mission objectives. Simplified mathematical models for subsystem and component design: guidance, navigation and control subsystem (attitude and orbital control), electrical power subsystem, thermal control subsystem, telemetry and telecommunication subsystem. Design examples.</p> <p><u>Introductory elements on space qualification and ground testing.</u></p>	
<b>Teacher:</b>	
<b>Code:</b>	<b>Semester: I</b>
<b>Required/expected prior knowledge:</b>	
<b>Education method:</b> Lessons and exercises	
<p><b>Textbooks and learning aids:</b> course viewgraphs and the following suggested textbooks:  Charles D. Brown, Elements of Spacecraft Design, AIAA education series, American Institute of Aeronautics and Astronautics, Inc., 2002, ISBN 1563475243  James Richard Wertz, Wiley J. Larson, Space mission analysis and design, Space Technology Library, Volume 8, Springer, 1999, ISBN 0792359011  James Richard Wertz, Spacecraft attitude determination and control, Astrophysics and space science library, Springer, 1978, ISBN 9027709599  Vincent L. Pisacane, Fundamentals of space systems, Johns Hopkins University/Applied Physics Laboratory series in science and engineering, Oxford University Press US, 2005, ISBN 0195162056</p>	
<b>Assessment:</b> Written and Oral Examination	

<b>Insegnamento:</b> Statistica per l'Innovazione	
<b>Modulo (ove presente suddivisione in moduli):</b>	
<b>CFU: 6</b>	<b>SSD: SECS-S02</b>
<b>Ore di lezione: 40</b>	<b>Ore di esercitazione: 12</b>
<b>Anno di corso: I o II</b>	

<b>Obiettivi formativi:</b> Il corso è di tipo metodologico-applicativo e ha come obiettivo trasferire all'allievo gli strumenti statistici utilizzati per promuovere e gestire l'innovazione dei sistemi di ingegneria in rapporto all'ambiente in cui essi devono operare. Gli esempi applicativi e i casi studio riguardano varie attività strategiche quali: la pianificazione di esperimenti per lo studio di effetti semplici ed incrociati di più fattori ambientali o di progetto; l'ottimizzazione di processi e/o prodotti industriali; la valutazione previsionale delle prestazioni di opere d'ingegneria in condizioni d'incertezza al riguardo del relativo contesto ambientale.	
<b>Contenuti:</b> Complementi sulle variabili aleatorie e teoria dei valori estremi. Metodo Monte Carlo. Progettazione degli esperimenti e analisi della varianza. Progettazione robusta e innovazione. Analisi di regressione lineare. Esperimenti di statistica condotti in aula per la verifica di efficacia dei metodi proposti	
<b>Docente:</b>	
<b>Codice:</b>	<b>Semestre: I</b>
<b>Prerequisiti / Propedeuticità:</b>	
<b>Metodo didattico:</b> lezioni, esercitazioni, laboratorio, seminari applicativi	
<b>Materiale didattico:</b> P. Erto, 2008, <i>Probabilità e statistica per le scienze e l'ingegneria 3/ed</i> , McGraw-Hill P. Erto, 2002, <i>La Qualità Totale... in cui credo</i> , CUEN	
<b>Modalità di esame:</b> Prova scritta personalizzata e successiva discussione orale incentrata sulla stessa	

<b>Insegnamento:</b> Strutture aerospaziali avanzate	
<b>Modulo (ove presente suddivisione in moduli):</b>	
<b>CFU:</b> 9	<b>SSD:</b> ING-IND/04
<b>Ore di lezione:</b> 65	<b>Ore di esercitazione:</b> 20
<b>Anno di corso:</b> I	
<b>Obiettivi formativi:</b> Il corso ha l'obiettivo di far familiarizzare gli allievi con le problematiche della Dinamica delle Strutture e dare la capacità ai futuri ingegneri aerospaziali di considerare e di gestire le diverse possibilità di modellare, analizzare e risolvere specifiche applicazioni pratiche, connesse al comportamento delle strutture tipiche aerospaziali sotto l'azione di carichi funzioni del tempo. Inoltre dà la possibilità agli allievi di approfondire i concetti e le applicazioni del calcolo strutturale con il Metodo degli Elementi Finiti. In tale prospettiva vengono affrontate le problematiche della 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.	
<b>Contenuti:</b> Introduzione alla Dinamica delle Strutture. Modelli discreti e 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. Sistemi conservativi e non. 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). Economizzazione dell'analisi dinamica con il FEM. I superelementi e l'analisi per sottostrutture. 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.	
<b>Docente:</b>	
<b>Codice:</b>	<b>Semestre: I</b>
<b>Prerequisiti / Propedeuticità:</b> Conoscenze di base del FEM. Conoscenze di base di software applicativo, tipo Mathcad e/o Matlab.	
<b>Metodo didattico:</b> Lezioni frontali ed esercitazioni di tipo numerico, laboratorio di dinamica delle strutture	
<b>Materiale didattico:</b> <i>Appunti delle lezioni.</i> Testi di riferimento:	

1. ZIENKIEWICZ, *The Finite Element Method*, McGraw Hill, 1991 4th Edit., vol. I e II.
1. CESARI F., *Comportamento non lineare delle strutture col metodo degli elementi finiti*, Ed. Pitagora, 1985.
2. CESARI F., *Metodi di calcolo nella Dinamica delle Strutture*, Ed. Pitagora, 1984.

**Modalità di esame:** *Prova scritta intercorso, prova scritta finale, eventuale colloquio integrativo.*

<b>Insegnamento:</b> Strutture Aerospaziali Avanzate II	
<b>Modulo (ove presente suddivisione in moduli):</b>	
<b>CFU:</b> 12	<b>SSD:</b> ING-IND/04
<b>Ore di lezione:</b> 90	<b>Ore di esercitazione:</b> 30
<b>Anno di corso:</b> Secondo	
<b>Obiettivi formativi:</b> 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.	
<b>Contenuti:</b> Richiami sulle proprietà descrittive dei dati random (funzioni di autocorrelazione, funzioni di densità spettrale, ecc.). Proprietà accoppiate per i dati random. Richiami sulla risposta dinamica dei sistemi meccanici. La relazione input-output per i sistemi fisici. Analisi statistica degli errori di analisi per i dati random. Richiami analitici e sperimentali di analisi modale per i sistemi con molti gradi di libertà. Identificazione di sistemi dinamici. Uso dei parametri modali e validazione dei modelli. Aggiornamento dei modelli e metodi di correzione. Ottimizzazione strutturale: parametri topologici e scelta degli algoritmi. Formulazioni agli elementi finiti con metodi variazionali e con metodi ai residui pesati. Introduzione alla dinamica non-lineare. Vibrazioni non lineari di piastre rettangolari. Vibrazioni di gusci cilindrici vuoti o riempiti con un fluido.	
<b>Docente:</b> F. Franco	
<b>Codice:</b>	<b>Corso Annuale</b>
<b>Prerequisiti / Propedeuticità:</b> <i>Strutture Aerospaziali Avanzate</i>	
<b>Metodo didattico:</b> <i>Lezioni frontali, esercitazioni guidate, seminari applicativi su alcuni temi specifici.</i>	
<b>Materiale didattico:</b> <i>Slides del corso, libri di testo consigliati:</i>	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. J.S. Bendat, A. G. Piersol: <i>Random Data: Analysis and Measurement Procedures</i>, John Wiley and Sons, 2010.</li> <li>2. D. J. Ewins: <i>Modal Testing: Theory, Practice and Application</i>, Research Studies Press Ltd., 2001.</li> <li>3. R. D. Cook: <i>Concepts and Applications of Finite Element Analysis</i>, John Wiley &amp; Sons, 2001.</li> <li>4. M. Amabili: <i>Nonlinear Vibrations and Stability of Shells and Plates</i>, Cambridge University Press, 2008.</li> </ol>	
<b>Modalità di esame:</b> <i>Prova scritta e successivo colloquio.</i>	

<b>Insegnamento:</b> Turbolenza	
<b>CFU:</b> 6	<b>SSD:</b> ING-IND/06
<b>Ore di lezione:</b> 46	<b>Ore di esercitazione:</b> 8
<b>Anno di corso:</b> Primo o Secondo	
<b>Obiettivi formativi:</b> Dopo aver introdotto le problematiche più basilari dei moti turbolenti ed i corrispondenti modelli semplificati per flussi interni od esterni, condurre gli allievi, attraverso alcuni approfondimenti teorici, alla comprensione ed all'impiego cosciente delle modellistiche teoriche e simulate più recenti.	
<b>Contenuti:</b> 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	

<p>           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 Simulations (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 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.         </p>	
<b>Docente:</b>	
<b>Codice:</b>	<b>Semestre: I</b>
<b>Prerequisiti:</b> <i>Equazioni di Navier-Stokes</i>	
<b>Metodo didattico:</b> <i>Lezioni, esercitazioni</i>	
<b>Materiale didattico:</b> <i>Dispense e libri di testo internazionali quali ad es.: S. B. Pope, TURBULENT FLOWS, Cambridge University Press, 2003</i>	
<b>Modalità di esame:</b> <i>Colloquio orale</i>	

<b>Course title:</b> Unmanned Aircraft Systems	
<b>Course module (if applicable):</b>	
<b>ECTS: 6 CFU</b>	<b>SSD:ING-IND/05</b>
<b>Lectures (hrs): 52</b>	<b>Tutorials (hrs): 2</b>
<b>Year: I or II</b>	
<p><b>Course objectives:</b>            The course is intended to provide a basic knowledge about architecture and operation of Unmanned Aircraft Systems (UAS), dealing in particular with UAS classification, regulations, sensors and data fusion algorithms, autonomous guidance, navigation and control, communication and data links, ground stations.            Special emphasis will be given to enabling technologies for integrating UAS in the civil airspace such as ground-based and airborne sense and avoid systems.</p>	
<p><b>Course content:</b>            Introduction. Definitions and principles.            UAS Configurations and Applications: Military &amp; Civilian Roles. Evolution, current and future systems.            UAS Onboard Systems:            - Basics of airborne sensors: atmospheric transmission, radar, electro-optical (visible/IR), lidar, other sensors. Estimation and data fusion techniques: basics of stochastic filtering, Kalman filter, Extended Kalman filter, nonlinear filtering techniques, taxonomy of data fusion algorithms. Basics of airborne tracking systems;            - UAS guidance, navigation and control systems. Architectures and basic algorithms of UAS autopilots.            UAS communications and data links.            UAS ground stations and human factors, levels of automation, mission planning systems.            Regulations and airspace integration: airspace categories and current UAS operations, cooperative and non cooperative collision avoidance systems, ground-based and airborne sense and avoid systems and algorithms. Practical anti-collision system design examples.            MicroUAS and vision-based techniques.</p>	

<b>Teacher:</b>	
<b>Code:</b>	<b>Semester:</b> second
<b>Required/expected prior knowledge:</b> Avionica	
<b>Education method:</b> Lectures and exercises	
<b>Textbooks and learning aids:</b> Slides, lecture notes, technical papers. Textbooks: J. Gundlach, Designing Unmanned Aircraft Systems: A Comprehensive Approach, AIAA Education Series, 2012 R.K. Barnhart, S. B. Hottman, D.M. Marshall J.D., E. Shappee (Editors), Introduction to Unmanned aircraft systems, CRC press, 2011 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 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	
<b>Assessment:</b> Written and/or oral examination	



## Requisiti curriculari minimi per l'accesso alla Laurea Magistrale in Ingegneria Aerospaziale (LM-20)

(ai sensi del Regolamento didattico del Corso di Laurea Magistrale e del Decreto del Presidente della Scuola Politecnica e delle Scienze di Base n.176 del 27.11.2015)

L'ammissione ai Corsi di Laurea Magistrale non a ciclo unico prevede, ai sensi dell'Art. 6 D.M. 16 marzo 2007 (Decreto di Istituzione delle Classi delle Lauree Magistrali), la verifica del possesso dei **requisiti curriculari** specificati nel Regolamento didattico del Corso di Laurea Magistrale, nonché la verifica di **requisiti di adeguatezza della personale preparazione** dello studente.

### Requisiti curriculari

Per essere ammessi al Corso di Laurea Magistrale occorre essere in possesso della Laurea, ovvero di altro titolo di studio conseguito all'estero riconosciuto idoneo. La Commissione di Coordinamento Didattico (CCD) ha individuato per l'accesso diretto al Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Aerospaziale i seguenti requisiti curriculari minimi in termini di CFU acquisiti per Settore Scientifico Disciplinare

SSD	CFU minimi
MAT/03, MAT/05, ING-INF/05, FIS/01, CHIM/07	42
ING-IND/03, ING-IND/04, ING-IND/05, ING-IND/06, ING-IND/07	69
MAT/07, MAT/08, ICAR/08, ING-IND/10, ING-IND/13, ING-IND/14, ING-IND/15, ING-IND/16, ING-IND/22, ING-IND/31, ING-IND/35, ING-INF/04, SEC-S/02	30

Le condizioni indicate in tabella sono **necessarie ma non sufficienti** per l'iscrizione alla Laurea Magistrale in Ingegneria Aerospaziale. La Commissione del Corso di Studio valuterà il possesso di requisiti culturali che si ritengono necessari per una adeguata frequenza del Corso di Laurea Magistrale di Ingegneria Aerospaziale (distribuzione dei CFU tra i settori scientifico disciplinari, presenza di specifici insegnamenti), analizzando nel dettaglio il curriculum dello studente. **Il possesso dei requisiti curriculari è automaticamente soddisfatto dai laureati In Ingegneria Aerospaziale dell'Università di Napoli Federico II.**

L'iscrizione al Corso di Laurea Magistrale non è consentita in difetto dei requisiti minimi curriculari specificati nel regolamento didattico del Corso. La CCD, eventualmente avvalendosi di un'apposita commissione istruttoria, valuta in questo caso i requisiti curriculari posseduti dal candidato e ne riconosce i crediti in tutto o in parte.

La CCD, quindi, dispone la modalità attraverso la quale lo studente può effettuare l'integrazione curriculare, da selezionare, in ragione dell'entità e della natura delle integrazioni richieste, tra le opzioni seguenti:

- 1) integrazioni curriculari da effettuare anteriormente alla iscrizione, ai sensi dell'art. 6 comma 1 del D.M. 16 marzo 2007, mediante iscrizione a singoli corsi di insegnamento attivati l'Ateneo e superamento dei relativi esami di profitto, ai sensi dell'art. 16 comma 6 del RDA (cfr.: <http://www.unina.it/-/5601348-iscrizione-ai-corsi-singoli>).

- 2) iscrizione ad un Corso di Laurea che dà accesso automatico al CdS con abbreviazione di percorso ed assegnazione di un Piano di Studi che prevede le integrazioni curriculari richieste per l'iscrizione al Corso di Laurea Magistrale.
- 3) iscrizione al corso di Laurea Magistrale con assegnazione di un Piano di Studi che prevede le integrazioni curriculari richieste, in coerenza con l'art. 6 comma 3 del D.M. 16 marzo 2007. Questa opzione contempla la possibilità che le integrazioni curriculari richieste comportino un numero complessivo di CFU superiore a 120.

### **Requisiti di adeguatezza della personale preparazione dello studente**

L'art. 6 comma 2 del D.M. 16 marzo 2007 stabilisce la verifica dell'adeguatezza della personale preparazione dello studente, ai fini della ammissione al Corso di Laurea Magistrale.

Sono esonerati dalla verifica dell'adeguatezza della personale preparazione gli studenti che si trovano in una delle seguenti condizioni:

- 1) studenti in possesso del titolo di Laurea che dà titolo alla iscrizione al Corso di Laurea Magistrale conseguito presso l'Ateneo Federico II a completamento di un Corso di Laurea al quale l'interessato si è immatricolato anteriormente al 1 settembre 2011;
- 2) studenti che non si trovino nella condizione precedente per i quali la media **M** delle votazioni (in trentesimi) conseguite negli esami di profitto per il conseguimento del titolo di Laurea che dà accesso al Corso di Laurea Magistrale - pesate sulla base delle relative consistenze in CFU - e la durata degli studi **D1** espressa in anni di corso - confrontata con la **durata normale D2** del percorso di studi - soddisfino il seguente criterio di **automatica ammissione**:

provenienti da Federico II			provenienti da altri Atenei
<b>D1=D2</b>	<b>D1=D2+1</b>	<b>D1≥D2+2</b>	<b>D1 qualunque</b>
M ≥ 21	M ≥ 22.5	M ≥ 24	M ≥ 24

Richieste di ammissione al Corso di Laurea Magistrale da parte di studenti **in difetto dei criteri per l'automatica ammissione** saranno esaminate dalla CCD che valuterà con giudizio insindacabile l'ammissibilità della richiesta, stabilendo gli eventuali adempimenti da parte dell'interessato ai fini dell'ammissione al Corso. La CCD potrà esaminare il curriculum seguito dall'interessato, eventualmente prendendo in considerazione le votazioni di profitto conseguite in insegnamenti caratterizzanti o in insegnamenti comunque ritenuti di particolare rilevanza ai fini del proficuo svolgimento del percorso di Laurea Magistrale, ovvero predisponendo modalità di accertamento (colloqui, test) per la verifica della adeguatezza della personale preparazione dello studente, ovvero adottando le modalità 1 o 3 previste per le integrazioni curriculari.

**Corrispondenza fra CFU degli insegnamenti del Corso di Laurea Specialistica in Ingegneria Aerospaziale e Astronautica degli ordinamenti preesistenti e CFU degli insegnamenti del Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Aerospaziale dell'Ordinamento regolato dal D.M. 270/04, direttamente sostitutivo dei preesistenti.**

**Tabella 1: Opzioni dal Corso di Laurea Specialistica regolato dall'ordinamento ex DM509/99 al Corso di Laurea Magistrale regolato dall'ordinamento ex DM270/04**

- Ai CFU dell'insegnamento del preesistente ordinamento corrispondono i crediti indicati nella colonna 4, assegnati ai moduli del Corso di Laurea Magistrale del nuovo ordinamento riportati nella colonna 3.
- I CFU residui, differenza fra i CFU in colonna 2 e i CFU in colonna 4, sono attribuiti ai settori scientifico-disciplinari indicati in colonna 5. Essi potranno essere utilizzati nell'ambito delle attività formative autonomamente scelte dallo studente, nei limiti di CFU previsti per questa tipologia di attività formativa, con modalità che saranno specificate.
- Il riconoscimento di CFU acquisiti nell'ambito dei Corsi regolati dall'ordinamento ex 509/99 potrà avvenire nel caso in cui i CFU in colonna 2 siano in numero inferiore ai CFU in colonna 4 senza ulteriori adempimenti ove si riconosca la sostanziale coincidenza di obiettivi formativi e contenuti. Negli altri casi (contrassegnati da un asterisco in colonna 6) il riconoscimento avverrà previe forme integrative di accertamento con il docente titolare dell'insegnamento ex DM 270/04.
- L'eventuale corrispondenza di insegnamenti dell'Ordinamento preesistente che non compaiono nella tabella sarà valutata caso per caso.

<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>
<b>L'insegnamento/modulo dell'ordinamento ex DM 509/99</b>	<b>CFU</b>	<b>corrisponde all'insegnamento/modulo dell'Ordinamento ex DM 270/04</b>	<b>CFU</b>	<b>Settore scientifico - disciplinare dei CFU residui</b>	
Aerodinamica degli aeromobili	9	Aerodinamica degli aeromobili	9		
Aerodinamica del rotore	6	Aerodinamica dell'ala rotante	9		*
Aerodinamica ipersonica	6	Aerodinamica ipersonica, modulo da 6 CFU all'interno del corso integrato Fluidodinamica spaziale (12 CFU), per la convalida dell'intero esame occorre superare il secondo modulo. In alternativa si può chiedere la convalida dell'esame 509/99 come esame curriculare o a scelta libera nei limiti di CFU previsti per queste tipologie di attività formative.	6		
Aerodinamica ipersonica	6	Fluidodinamica spaziale	12		
Space experiments	6				
Aerospace remote sensing systems	6	Aerospace remote sensing systems	6		
Affidabilità e manutenzione	6	Affidabilità e qualità	6		
Analisi matematica III	6	Analisi matematica III	6		
Combustione	6	Combustione	9		*
Costruzioni aeronautiche avanzate	6	Costruzioni aerospaziali avanzate	6		
Costruzioni e strutture spaziali	6	Interazione fluido-struttura	6		
Dinamica delle strutture ed aeroelasticità	9	Aeroelasticità	12		
Analisi modale sperimentale	3				
Dinamica e qualità di volo	6	Dinamica e simulazione di volo	6		
Fluidodinamica	6	Fluidodinamica	6		

1	2	3	4	5	6
L'insegnamento/modulo dell'ordinamento ex DM 509/99	CFU	corrisponde all'insegnamento/modulo dell'Ordinamento ex DM 270/04	CFU	Settore scientifico - disciplinare dei CFU residui	
Fluidodinamica numerica I	6	Si può chiedere la convalida dell'esame 509/99 come esame curriculare o a scelta libera nei limiti di CFU previsti per queste tipologie di attività formative, oppure concordare col docente di Fluidodinamica numerica (12 CFU) l'integrazione da superare ai fini della convalida dell'intero corso da 12 CFU.	6		
Fluidodinamica numerica I	6	Fluidodinamica numerica	12		
Fluidodinamica numerica II	6				
Fondamenti chimici delle tecnologie	6	Fondamenti chimici delle tecnologie	6		
Gasdinamica II	9	Metodi teorici in gasdinamica, modulo da 6 CFU all'interno del corso integrato Complementi di Gasdinamica (12 CFU), per la convalida dell'intero esame occorre superare il secondo modulo (utilizzando 3 CFU da quelli a scelta libera). In alternativa si può chiedere la convalida dell'esame 509/99 come esame curriculare o a scelta libera nei limiti di CFU previsti per queste tipologie di attività formative.	6	ING-IND/06	
Meccanica applicata	9	Meccanica applicata	9		
Progetto generale di velivoli	9	Progetto generale di velivoli	9		
Propulsione aerospaziale II	6	Si può chiedere la convalida dell'esame 509/99 come esame a scelta libera nei limiti di CFU previsti per questa tipologia di attività formativa.	6		
Sistemi aerospaziali I	6	Avionica	6		
Sistemi aerospaziali II	6	Sistemi spaziali	9		*
Space experiments	6	Space experiments, modulo da 6 CFU all'interno del corso integrato Fluidodinamica spaziale (12 CFU), per la convalida dell'intero esame occorre superare il secondo modulo. In alternativa si può chiedere la convalida dell'esame 509/99 come esame curriculare o a scelta libera nei limiti di CFU previsti per questa tipologia di attività formativa.	6		

1	2	3	4	5	6
<b>L'insegnamento/modulo dell'ordinamento ex DM 509/99</b>	<b>CFU</b>	<b>corrisponde all'insegnamento/modulo dell'Ordinamento ex DM 270/04</b>	<b>CFU</b>	<b>Settore scientifico - disciplinare dei CFU residui</b>	
Sperimentazione fluidodinamica	6	Gasdinamica sperimentale, modulo da 6 CFU all'interno del corso integrato Complementi di Gasdinamica (12 CFU) , per la convalida dell'intero esame occorre superare il secondo modulo. In alternativa si può chiedere la convalida dell'esame 509/99 come esame curriculare o a scelta libera nei limiti di CFU previsti per queste tipologie di attività formative.	6		
Stabilità delle strutture	6	Complementi di strutture aeronautiche	6		
Stabilità fluidodinamica	6	Stabilità fluidodinamica	6		
Strutture aerospaziali avanzate	9	Strutture aerospaziali avanzate	9		
Turbolenza	6	Turbolenza	6		

## Calendario delle attività didattiche - a.a. 2016/2017

	<b>Inizio</b>	<b>Termine</b>
<b>1° periodo didattico</b>	20 settembre 2016	16 dicembre 2016
<b>1° periodo di esami</b> <sup>(a)</sup>	17 dicembre 2016	4 marzo 2017
<b>2° periodo didattico</b>	6 marzo 2017	9 giugno 2017
<b>2° periodo di esami</b> <sup>(a)</sup>	10 giugno 2017	31 luglio 2017
<b>3° periodo di esami</b> <sup>(a)</sup>	29 agosto 2017	30 settembre 2017

(a): per allievi in corso

### Referenti del Corso di Studi

Coordinatore dei Corsi di Studio in Ingegneria Aerospaziale è il Professore Gennaro Cardone – Dipartimento di Ingegneria Industriale - tel. 081/7682529 - e-mail: gennaro.cardone@unina.it

Referente del Corso di Laurea per il Programma ERASMUS è il Professore Francesco Marulo – Dipartimento di Ingegneria Industriale - tel. 081-7683325 081-7683585 - e-mail: francesco.marulo@unina.it.

Referente del Corso di Laurea per l'orientamento è il Professore Francesco Franco – Dipartimento di Ingegneria Industriale - tel. 081-7683632 - e-mail: francesco.franco@unina.it.