

FACOLTÀ di INGEGNERIA - Corso di laurea magistrale in Ingegneria Meccanica Aeronautica
Classe LM-33 Ingegneria meccanica
REGOLAMENTO DIDATTICO
Parte generale

Art. 1. Premessa e ambito di competenza

Il presente Regolamento, in conformità allo Statuto e al Regolamento Didattico di Ateneo, disciplina gli aspetti organizzativi dell'attività didattica del corso di laurea magistrale in Ingegneria Meccanica Aeronautica, nonché ogni diversa materia ad esso devoluta da altre fonti legislative e regolamentari.

Il Regolamento didattico del corso di laurea magistrale in Ingegneria Meccanica Aeronautica ai sensi dell'articolo 19, comma 3 del Regolamento Didattico di Ateneo, parte generale, è deliberato dal Consiglio dei corsi di studio (CCS) di Ingegneria Meccanica Aeronautica a maggioranza dei componenti e sottoposto all'approvazione del Consiglio di Facoltà, in conformità con l'ordinamento didattico riportato nella parte speciale del Regolamento didattico di Ateneo.

Art. 2. Requisiti di ammissione. Modalità di verifica

L'ammissione alla Laurea Magistrale in Ingegneria Meccanica Aeronautica è subordinata al possesso di specifici requisiti curriculari e di adeguatezza della preparazione personale.

I requisiti curriculari necessari per l'iscrizione al corso di laurea magistrale sono indicati nell'ordinamento didattico del corso e devono essere acquisiti prima dell'immatricolazione.

Nel caso di possesso di lauree differenti da quelle indicate nell'ordinamento didattico del corso, il CCS verificherà la presenza dei requisiti curriculari o delle conoscenze equivalenti, sulla base degli esami sostenuti dallo studente nel corso di laurea di provenienza, nonché la presenza di eventuali esami extracurriculari, le attività di stage e le esperienze lavorative maturate.

Ai fini dell'ammissione al corso di laurea magistrale gli studenti, in possesso dei requisiti curriculari, dovranno sostenere con esito positivo una prova per la verifica della preparazione personale, salvo i casi disposti dall'ultimo comma.

La prova di verifica sarà svolta sotto forma di colloquio pubblico o di test scritto, e sarà finalizzata ad accertare la preparazione generale dello studente con particolare riferimento alle materie ingegneristiche di base e caratterizzanti specifiche dell'ingegneria industriale.

La prova è sostenuta davanti ad una Commissione nominata dal CCS e composta da docenti afferenti al CCS.

Nel Bando per l'Immatricolazione ai Corsi di Laurea della Facoltà saranno indicati: la composizione della Commissione d'esame, le modalità della prova, il luogo e la data, gli argomenti oggetto d'esame, i criteri di valutazione dei candidati.

Ai fini della valutazione dello studente la Commissione terrà conto anche del curriculum ottenuto nel percorso di laurea triennale. L'esito della prova prevede la sola dicitura "superato", "non superato".

L'adeguatezza della preparazione personale è automaticamente verificata per coloro che hanno conseguito la laurea triennale, italiana od estera, o titolo giudicato equivalente in sede di accertamento dei requisiti curriculari, con una votazione finale di almeno 9/10 del voto massimo previsto dalla propria laurea o che hanno conseguito una votazione finale corrispondente almeno alla classifica "A" del sistema ECTS.

Art. 3. Attività formative

Per ogni insegnamento vi è un docente responsabile. E' docente responsabile di un insegnamento chi ne sia titolare a norma di legge, ovvero colui al quale il Consiglio di Facoltà abbia attribuito la responsabilità stessa in sede di affidamento dei compiti didattici ai docenti.

L'elenco degli insegnamenti e delle altre attività formative attivabili è riportato nell'apposito allegato (ALL. 1) che costituisce parte integrante del presente regolamento.

La lingua usata per erogare le attività formative (lezioni, esercitazioni, laboratori) è l'italiano o un'altra lingua della UE. In ogni insegnamento, se previsto in ogni modulo, e in ogni ciclo di esercitazioni e/o di laboratorio la lingua usata sarà unica. Nel Manifesto degli studi sarà specificata la lingua in cui viene erogata ogni attività formativa.

Art. 4. Curricula

Il corso di laurea magistrale in Ingegneria Meccanica Aeronautica è articolato nei seguenti curricula:

Curriculum Fluidi e Propulsione Curriculum Avionica e Velivolo

Il percorso formativo prevede un primo anno con insegnamenti comuni che integrano competenze classiche dell'ingegneria meccanica ad altre competenze più proprie del settore aeronautico (che includono aerodinamica, propulsione, materiali aeronautici, avionica e sistemi, strutture e costruzioni aerospaziali), della matematica, e dell'informazione. Dal secondo semestre del primo anno si biforca in due differenti curricula: Fluidi e propulsione e Avionica e velivolo.

Il curriculum Fluidi e Propulsione approfondisce i metodi numerici e sperimentali moderni per la fluidodinamica e la gasdinamica, l'aeroacustica, la combustione nei sistemi propulsivi, e l'aerodinamica di turbine e compressori.

Il curriculum Avionica e Velivolo approfondisce l'architettura e l'integrazione generale dell'aereo, le tecniche di simulazione di processo (continua, discreta o combinata) comuni in ambito aeronautico, i sistemi elettro-avionici ed oleodinamici di controllo del velivolo, sulle telecomunicazioni e sulla sicurezza dei sistemi elettrici.

Art. 5. Impegno orario complessivo

La definizione della frazione oraria dedicata a lezioni o attività didattiche equivalenti è stabilita, per ogni insegnamento, dal CCS contestualmente alla definizione del Manifesto degli studi. In ogni caso si assumono i seguenti intervalli di variabilità della corrispondenza ore aula/ CFU: $6 \div 13$ ore di lezione o di attività didattica integrativa (art. 32 dello statuto) = 1 credito; $12 \div 19$ ore di esercitazione = 1 credito; $18 \div 25$ ore di laboratorio = 1 credito.

Il Preside e il Presidente del CCS sono incaricati di verificare il rispetto delle predette prescrizioni, anche ai fini della pubblicazione dei programmi dei corsi.

Art. 6. Piani di studio e propedeuticità

Lo studente a tempo pieno svolge la propria attività formativa tenendo conto del piano di studio predisposto dal corso di laurea magistrale, distinto per anni di corso e pubblicato nel Manifesto degli studi. Il piano di studio formulato dallo studente deve contenere l'indicazione delle attività formative, con i relativi crediti che intende conseguire, previsti dal piano di studio ufficiale per tale periodo didattico, da un minimo di 45 ad un massimo di 65 dei crediti previsti in ogni anno.

Il corso di laurea magistrale, con esplicita e motivata deliberazione, può autorizzare gli studenti che nell'anno accademico precedente hanno dimostrato un rendimento negli studi particolarmente elevato ad inserire nel proprio piano di studio un numero di crediti superiore a 65, ma in ogni caso non superiore a 75.

Per "rendimento particolarmente elevato" si intende che lo studente abbia superato tutti gli esami del proprio piano di studio entro il mese di settembre.

Il limite di 75 crediti è elevato a 90 unicamente nei casi di trasferimenti da sedi universitarie diverse o qualora questo consenta il completamento del piano di studio.

La modalità e il termine per la presentazione del piano di studio sono stabiliti annualmente dalla Facoltà nel Manifesto degli studi.

La Facoltà vincola il percorso formativo dello studente attraverso un sistema di propedeuticità che sono indicate esplicitamente per ciascun corso di studio. Le propedeuticità sono indicate nel Manifesto degli studi.

Art. 7. Frequenza e modalità di svolgimento delle attività didattiche

Gli insegnamenti possono assumere la forma di: (a) lezioni, anche a distanza mediante mezzi telematici; (b) esercitazioni pratiche; (c) esercitazioni in laboratorio.

La frequenza alle lezioni e alle altre forme di attività formativa è obbligatoria. La frequenza è riconosciuta agli studenti che frequentano almeno il 70% dell'attività formativa svolta nell'ambito dei singoli insegnamenti e delle altre forme di attività formativa.

In presenza di documentate motivazioni, come lavoro o malattia, l'obbligo della frequenza può essere ridotto o limitato a specifiche attività (esercitazioni, laboratori, ecc.), subordinatamente a specifica delibera del CCS.

Il CCS può esonerare lo studente dall'obbligo di frequenza, in tutto o in parte, limitatamente al periodo di tempo strettamente pertinente, in caso di trasferimento da altra Università in corso d'anno, o di iscrizione tardiva per motivi non imputabili allo studente stesso.

La frequenza è anche riconosciuta per gli insegnamenti non curricolari inseriti nel piano di studio della laurea di provenienza, qualora lo studente ne abbia regolarmente frequentato le attività secondo quanto definito in precedenza.

Gli studenti non possono sostenere esami di profitto per gli insegnamenti e le altre attività formative di cui non abbiano ottenuto il riconoscimento della frequenza e devono frequentare tali attività nell'anno accademico successivo.

Le modalità della verifica della frequenza sono definite e gestite dal CCS e riportate nella relativa parte del manifesto.

Il calendario delle lezioni è articolato in semestri.

Di norma, il semestre è suddiviso in almeno 12 settimane di lezione più almeno 4 settimane complessive per prove di verifica ed esami di profitto.

Il periodo destinato agli esami di profitto termina con l'inizio delle lezioni del nuovo anno accademico.

L'orario delle lezioni per l'intero anno accademico è esposto all'albo della Facoltà e pubblicato prima dell'inizio dell'anno accademico. L'orario delle lezioni garantisce la possibilità di frequenza per anni di corso previsti dal vigente Manifesto degli studi. Per ragioni pratiche non è garantita la compatibilità dell'orario per tutte le scelte formalmente possibili degli insegnamenti opzionali. Gli studenti devono quindi formulare il piano di studio tenendo conto dell'orario delle lezioni.

Art. 8. Esami e altre verifiche del profitto

Gli esami di profitto possono essere svolti in forma scritta, orale, o scritta e orale, secondo le modalità indicate dal docente. Tale modalità è riportata nel Manifesto degli studi.

Nel caso di insegnamenti strutturati in moduli con più docenti, questi partecipano collegialmente alla valutazione complessiva del profitto dello studente che non può, comunque, essere frazionata in valutazioni separate sui singoli moduli.

Il calendario degli esami di profitto è stabilito entro il 31 ottobre per l'anno accademico successivo e viene pubblicizzato dalla Facoltà.

Il calendario delle eventuali prove di verifica in itinere è stabilito dal CCS e comunicato agli studenti prima dell'inizio di ogni ciclo didattico.

Gli esami si svolgono nei periodi di interruzione delle lezioni. Per gli studenti non soggetti a obblighi di frequenza gli esami possono essere svolti in ogni periodo dell'anno.

Tutte le verifiche del profitto relative alle attività formative debbono essere superate dallo studente almeno venti giorni prima della data prevista per il sostenimento della prova finale.

L'esito dell'esame, con la votazione conseguita, è verbalizzato seduta stante. Nel caso in cui l'esame non si concluda con una prova orale la verbalizzazione avviene al momento della presentazione dello studente per la registrazione del voto. Lo studente deve essere convocato a tal fine, di norma, entro un mese dall'effettuazione dell'esame ed è tenuto a presentarsi alla convocazione. Nel caso in cui lo studente non si presenti alla convocazione il voto è registrato d'ufficio.

Il trattamento individualizzato in favore degli studenti diversamente abili per il superamento degli esami è consentito previa intesa con il docente della materia e con l'ausilio del docente referente per gli studenti disabili.

Agli studenti diversamente abili sono consentite prove d'esame equipollenti e tempi più lunghi per l'effettuazione delle stesse e la presenza di assistenti per l'autonomia e/o la comunicazione in relazione al grado e alla tipologia della loro disabilità.

Art. 9. Riconoscimento di crediti

Il corso di laurea magistrale delibera sull'approvazione delle domande di passaggio o trasferimento da un altro corso di laurea magistrale dell'Ateneo o di altre Università secondo le norme previste dall'art. 22 del Regolamento didattico di Ateneo. Delibera altresì il riconoscimento, quale credito formativo, per un numero massimo di 20 CFU, di conoscenze e abilità professionali certificate ai sensi della normativa vigente.

Nella valutazione delle domande di passaggio si terrà conto delle specificità didattiche e dell'attualità dei contenuti formativi dei singoli esami sostenuti, riservandosi di stabilire di volta in volta eventuali forme di verifica ed esami integrativi.

Art. 10. Mobilità, studi compiuti all'estero, scambi internazionali

Il corso di laurea magistrale incoraggia fortemente le attività di internazionalizzazione, in particolare la partecipazione degli studenti ai programmi di mobilità e di scambi internazionali (Socrates/Erasmus, ecc.) e gli accordi per l'ottenimento di titoli multipli e/o congiunti a livello internazionale. A tal fine garantisce, secondo le modalità previste dalle norme vigenti, il riconoscimento dei crediti formativi conseguiti all'interno di tali programmi, e organizza le attività didattiche opportunamente in modo da rendere agevole ed efficaci tali attività.

Il CCS riconosce agli studenti iscritti, che abbiano regolarmente svolto e completato un periodo di studi all'estero, gli esami sostenuti all'estero e il conseguimento dei relativi crediti che lo studente intenda sostituire a esami del proprio piano di studi.

Ai fini del riconoscimento di tali esami, lo studente all'atto della compilazione del piano delle attività formative che intende seguire nell'ateneo estero, dovrà produrre idonea documentazione comprovante l'equivalenza dei contenuti tra l'insegnamento impartito all'estero e l'insegnamento che intende sostituire impartito nel corso di laurea magistrale in Ingegneria Meccanica Aeronautica. L'equivalenza è valutata dal CCS.

La conversione dei voti avverrà secondo una tabella approvata dal CCS, congruente con il sistema europeo ECTS.

Art. 11. Modalità della prova finale

La prova finale consiste nella discussione di un elaborato scritto, tendente ad accertare la preparazione tecnico-scientifica e professionale del candidato.

Ai fini del conseguimento della laurea magistrale, l'elaborato finale consiste nella redazione di una tesi, elaborata dallo studente in modo originale sotto la guida di uno o più relatori, su un argomento definito attinente ad una disciplina di cui abbia superato l'esame. In ogni caso tra i relatori deve essere presente almeno un docente della Facoltà.

La tesi può essere redatta anche in lingua Inglese; in caso di utilizzo di altra lingua della UE è necessaria l'autorizzazione del CCS. In questi casi la tesi deve essere corredata dal titolo e da un ampio sommario in italiano.

La tesi dovrà rivelare lo sviluppo da parte dell'allievo delle capacità di applicare conoscenze e comprendere problemi anche nuovi, che vanno dallo sviluppo tecnologico ai temi di ricerca tipici dell'ingegneria aeronautica.

La Commissione per la prova finale è composta da cinque componenti compreso il Presidente ed è nominata dal Preside.

Le modalità di svolgimento della prova finale consistono nella presentazione orale della tesi di laurea da parte dello studente alla commissione per la prova finale, seguita da una discussione sulle questioni eventualmente poste dai membri della commissione.

La valutazione della prova finale da parte della commissione per la prova finale avviene, in caso di superamento della prova finale, attribuendo un incremento, variabile da 0 ad un massimo stabilito dalla Facoltà e riportato nel manifesto degli studi, alla media ponderata dei voti riportati nelle prove di verifica relative ad attività formative che prevedono una votazione finale, assumendo come peso il numero di crediti associati alla singola attività formativa.

Art. 12. Orientamento e tutorato

Il CCS organizza e gestisce un servizio di tutorato per l'accoglienza e il sostegno degli studenti, al fine di prevenire la dispersione e il ritardo negli studi e di promuovere una proficua partecipazione attiva alla vita universitaria in tutte le sue forme.

Il corso di laurea prevede un tutor ogni 20 studenti iscritti e i nominativi dei tutor nonché gli orari di ricevimento sono reperibili nel sito web del CS.

Art. 13. Verifica dell'obsolescenza dei crediti

I crediti acquisiti nell'ambito del corso di laurea magistrale hanno validità per 6 anni.

Trascorso il periodo indicato, i crediti acquisiti debbono essere convalidati con apposita delibera qualora il CCS riconosca la non obsolescenza dei relativi contenuti formativi.

Qualora il CCS riconosca l'obsolescenza anche di una sola parte dei relativi contenuti formativi, lo stesso CCS stabilisce le prove integrative che dovranno essere sostenute dallo studente, definendo gli argomenti delle stesse e le modalità di verifica.

Una volta superate le verifiche previste, il CCS convalida i crediti acquisiti con apposita delibera. Qualora la relativa attività formativa preveda una votazione, la stessa potrà essere variata rispetto a quella precedentemente ottenuta, su proposta della Commissione d'esame che ha proceduto alla verifica.

Art. 14. Verifica periodica dei crediti

Ogni tre anni le competenti strutture didattiche, previa opportuna valutazione, deliberano se debba essere attivata una procedura di revisione dei regolamenti didattici dei corsi di studio, con particolare riguardo al numero dei crediti assegnati ad ogni attività formativa. La stessa procedura viene altresì attivata ogni volta in cui ne facciano richiesta il Presidente del CCS o almeno un quarto dei componenti del consiglio stesso.

Art. 15. Manifesto degli Studi

La Facoltà pubblica annualmente il Manifesto degli studi. Nel manifesto sono indicate le principali disposizioni dell'ordinamento didattico e del regolamento didattico del corso di laurea magistrale, a cui eventualmente si aggiungono indicazioni integrative.

Il Manifesto degli studi del corso di laurea magistrale contiene l'elenco degli insegnamenti attivati per l'anno accademico in questione e per ognuno di essi:

- gli obiettivi formativi specifici
- numero di CFU
- settore scientifico-disciplinare ove pertinente
- tipologia e ambito dell'attività formativa
- modalità di svolgimento delle lezioni
- lingua in cui vengono svolte le lezioni
- numero di ore di lezione frontale
- numero di ore di esercitazioni, se pertinente

- numero di ore di attività di laboratorio, se pertinente
- titolo e numero di ore del corso integrativo, se pertinente
- modalità della prova di esame (scritto, orale, solo scritto o solo orale)

Se l'insegnamento è composto da più moduli, tali informazioni sono ripetute per ogni modulo. Inoltre sono riportate le disposizioni relative alla prova finale, i sistemi di propedeuticità e tutte le altre informazioni utili agli studenti.

Il Manifesto è approvato dalla Facoltà.

Art. 16. Sistema di valutazione della qualità

Il corso di laurea magistrale adotta e gestisce un sistema di gestione per la qualità.

Esso consiste in un sistema di autovalutazione, incentrato sulla compilazione, con cadenza annuale, di una scheda / questionario proposta dal Nucleo di Valutazione di Ateneo, articolata sui seguenti punti caratterizzanti:

1. Obiettivi formativi e di apprendimento
2. Progettazione dell'attività didattica e dell'erogazione dei servizi
3. Criteri di ammissione
4. Erogazione della didattica
5. Esami e prova finale
6. Modalità di monitoraggio
7. Modalità di revisione
8. Comitati di indirizzo
9. Commissioni paritetiche
10. Risorse
11. Verifica dei risultati raggiunti dagli studenti

Le indicazioni proposte sono oggetto di validazione a cura del Nucleo, che esamina punti di forza o debolezza del corso di laurea magistrale e del relativo sistema, e suggerisce azioni finalizzate al miglioramento continuo.

Art. 17. Norme transitorie e finali

Ai sensi dell'art. 13 comma 5 del D.M. 270/2004 è assicurata la facoltà, per gli studenti iscritti a corsi di studio attivati a norma degli ordinamenti didattici previgenti, di optare per l'iscrizione ai corsi di studio previsti dal nuovo ordinamento ex DM 270/04. Le corrispondenti convalide di crediti ed esami saranno riconosciute agli interessati dal CCS.

Allegato 1 al Regolamento didattico del Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Meccanica Aeronautica della Facoltà di Ingegneria

Elenco delle attività formative attivabili e relativi obiettivi formativi

Attività formativa	CFU	ORE*	SSD Ins	Obiettivi formativi
Aeroacustica	6	60	ING-IND/08	Rappresentazione del rumore generato aerodinamicamente. Rumore generato dalla turbolenza. Rumore generato dall'interazione aerodinamica. Rumore generato da flussi reattivi e da getti. Applicazioni a turbomacchine aeronautiche, eliche e turbogetti. Esercitazioni pratiche di laboratorio
Aerodinamica	6	60	ING-IND/06	Il corso si propone di fornire le basi dell'aerodinamica dei corpi immersi in un fluido a velocità subsonica, facendo riferimento principalmente ai concetti di strato limite e di potenziale di velocità, e mettendo l'accento su forze e momenti agenti sul corpo, che ne provocano il movimento.
Aerodinamica dei Compressori	6	60	ING-IND/08	Aerodinamica dei compressori assiali. Stadi di compressore ad elevato carico aerodinamico. Stadi transonici e supersonici. Lo stadio di compressore centrifugo. Limiti di funzionamento dei turbocompressori e instabilità. Le moderne tecniche di progetto e di verifica per lo studio delle turbomacchine aeronautiche.
Aerodinamica delle Turbine	6	60	ING-IND/08	Concetti generali sull'aerodinamica delle turbine aeronautiche. Turbine di alta pressione: flussi secondari, raffreddamento palare, flussi transonici. Turbine di bassa pressione: carico aerodinamico, strato limite sulle pale di turbina, transizione e separazione, scie palari, interazione aerodinamica rotore-statore, controllo della separazione dello strato limite.
Aeroelasticità	6	60	ING-IND/06 ICAR/08	Il corso inizia fornendo un background storico sui problemi delle interazioni tra fluidi e strutture in ambito aeronautico, per poi trattare tutti i vari fenomeni di accoppiamento aeroelastico la cui conoscenza è indispensabile per il progetto di un velivolo aereo.
Architettura e progetto del velivolo	6	60	ING-IND/13	Obiettivo dell'insegnamento è fornire le conoscenze relative al progetto del sistema velivolo nelle sue principali componenti : aerodinamica, strutturale, impiantistica, partendo dai requisiti richiesti e dalle norme di aeronavigabilità fino alla definizione dei criteri di progetto (in termini di funzioni, geometrie, pesi e carichi) dei principali elementi che compongono il velivolo. Architettura e problematiche progettuali di specifici componenti di velivoli.
Automazione a fluido	6	60	ING-IND/13	Il modulo si propone di fornire gli strumenti per la conoscenza, l'identificazione e l'analisi di componenti e sistemi pneumatici ed oleoidraulici ed elementi di approfondimento su una loro utilizzazione in sistemi di automazione industriale, attraverso un approccio teorico-sperimentale.

Campi elettromagnetici	6	60	ING-INF/02	Acquisire conoscenze e competenze relative ai campi elettromagnetici, alla propagazione e radiazione elettromagnetica, alle antenne e ai sensori, ai collegamenti wireless e soprattutto alla compatibilità elettromagnetica.
Combustione nei Sistemi Propulsivi	6	60	ING-IND/08	Fondamenti di combustione: modelli teorici e dati sperimentali. Combustori per impianti turbogas aeronautici: progetto della camera di combustione, sistemi di iniezione, postcombustori, combustori a basse emissioni inquinanti. Tecniche ottiche di diagnostica della combustione.
Controllo multivariabile	6	60	ING-INF/04	Definizione delle caratteristiche prestazionali desiderate. Incertezza di modello e robustezza. Parametrizzazione di controlli stabilizzanti. Controllo ottimo in H2, Hinf. Controllo ottimo a tempo discreto.
Costruzioni Aeronautiche	6	60	ING-IND/14	Obiettivo del corso è quello di fornire gli strumenti e le tecniche correnti per le verifiche strutturali ed il dimensionamento dei componenti portanti di un velivolo sottoposti ai carichi indotti dalle manovre aeronautiche.
Dinamica e Controllo dei Sistemi Propulsivi	6	60	ING-IND/09	Obiettivo del corso è quello di fornire i concetti generali sull'analisi delle performance dinamiche e del controllo delle macchine e dei sistemi per la propulsione aeronautica. Analisi dei transienti e della dinamica dei propulsori aeronautici. Simulazione dinamica dei sistemi propulsivi: approccio metodologico, implementazione con Matlab-Simulink e sviluppo di modelli real-time. Sensoristica per il monitoraggio e il controllo dei sistemi propulsivi e delle emissioni inquinanti. Problemi di controllo delle instabilità: stallo rotante e pompaggio.
Elettronica Applicata	6	60	ING-INF/01	L'obiettivo è quello di fornire gli strumenti base per la comprensione del funzionamento dei componenti elettronici, l'analisi di circuiti elettronici, e il loro utilizzo nei sistemi elettronici analogici e digitali.
Fluidodinamica Avanzata	6	60	ICAR/01	Approfondimenti sulla fisica delle onde, sulla ricettività del flusso a disturbi esterni, e sul controllo (attivo, passivo e reattivo) dello strato limite. Introduzione alla bio-aerodinamica: sistemi ispirati dalla natura, le problematiche legate all'ala mobile e rotante, propulsione ed efficienza di ali battenti, propulsione ciliare e flaggelare.
Fondamenti di controlli automatici	6	60	ING-INF/04	Conseguire le competenze relative allo studio del comportamento dei sistemi lineari e non sia a tempo discreto che continuo a partire dalla loro rappresentazione in forma di stato

Gasdinamica	6	60	ING-IND/08	Flusso permanente quasi-1D e flusso bidimensionale in regime transonico e supersonico, onde d'urto e onde di espansione. Moto monodimensionale instazionario. Flussi ad alta velocità intorno a profili alari e superfici portanti. Gasdinamica dei sistemi propulsivi: ugelli, diffusori, prese d'aria, componenti delle turbomacchine. Schiere transoniche e supersoniche di compressori e turbine assiali.
Meccanica del volo	6	60	ING-IND/03	Modelli matematici ed equazioni di moto degli aeromobili, caratteristiche meccaniche longitudinali e latero-direzionali, linearizzazione e disaccoppiamento, stabilità longitudinale e laterale, prestazioni e manovrabilità e controllo. Ottimizzazione.
Meccanica delle vibrazioni	6	60	ING-IND/13	Sistemi lineari e non lineari, discreti, continui. Determinazione dello smorzamento. Fondazioni. Misure, prove, effetti sulle macchine e sull'uomo. Diagnostica vibratoria e monitoraggio. Modal analysis, Operational modes, Transfer Path Analysis, Structural modification, SEA. Vibrazioni di rotori, veicoli, trasmissioni. Urti. Rumore. Cancellazione attiva. Ground Vibration Testing.
Metodi matematici per l'ingegneria	6	60	MAT/07	Il modulo intende fornire conoscenze di meccanica dei sistemi a più gradi di libertà e contestualmente descrivere e studiare le più importanti equazioni differenziali alle derivate parziali attraverso le loro applicazioni più significative della Fisica Matematica.
Metodi matematici per l'ingegneria	6	60	MAT/08	Il modulo intende fornire gli elementi di base dell'analisi numerica e del metodo degli elementi finiti per le equazioni alle derivate parziali. Le esercitazioni di laboratorio sono svolte utilizzando il linguaggio Matlab; i programmi creati durante le esercitazioni sono confrontati con le analoghe funzioni fornite da Matlab stesso.
Metodi Numerici nella Fluidodinamica e nei Sistemi Propulsivi	6	60	ING-IND/08	Il modello fisico-matematico: le equazioni di conservazione, tipologia delle equazioni differenziali, condizioni al contorno. Tecniche di discretizzazione: volumi finiti e differenze finite. Schemi numerici: consistenza, stabilità, convergenza. Schemi impliciti e schemi espliciti. Procedure di calcolo: procedura time-marching per flussi comprimibili, Pressure Correction Tecniche per flussi incomprimibili. Generazione di magliature.
Metodi Sperimentali nella Fluidodinamica e nei Sistemi Propulsivi	6	60	ING-IND/08	Richiami di teoria delle misure e trattamento dei segnali. Strumentazione e tecniche di misura fluidodinamiche, teoria ed applicazioni: CTA, LDV, PIV. Gallerie del vento subsoniche e transoniche e banchi prova per misure fluidodinamiche. Forze aerodinamiche su profili portanti. Sperimentazione sui componenti dei sistemi propulsivi.
Motori Aeronautici	6	60	ING-IND/08	Generalità sulle turbomacchine per la propulsione aerea. Le equazioni fondamentali delle turbomacchine nei sistemi assoluto e relativo. Modelli di calcolo generali e semplificati. Compressori assiali. Compressori e pompe centrifughe. Funzionamento fuori progetto delle macchine operatrici. Turbine assiali.

Propulsione Aeronautica	6	60	ING-IND/09	Obiettivo del corso è quello di fornire all'allievo i fondamenti dello studio dei sistemi per la propulsione aeronautica e di presentare modelli semplici per la valutazione delle prestazioni on-design e off-design di propulsori aeronautici. Tipologie di materiali compositi. Tecnologie di lavorazione dei materiali compositi a rinforzo particellare ed a fibra lunga. Controlli non distruttivi dei compositi multistrato.
Prove a terra e di volo dei sistemi aeronautici	6	60	ING-IND/07 ING-IND/05	Progettazione di piani di prove da eseguire su sistemi aeronautici con particolare attenzione alle verifiche di resistenza a fatica
RAMS e certificazione di Velivoli	6	60	ING-IND/32	Il Corso si propone di fornire all'allievo le conoscenze e le procedure operative necessarie per effettuare l'analisi predittiva delle caratteristiche di affidabilità e sicurezza di un sistema o processo, unitamente a quelle richieste per la certificazione dei prodotti in ambito aeronautico.
Sistemi avionici ed elettrici	6	60	ING-INF/01 ING-IND/32	Il corso offre una sintetica panoramica dei sistemi avionici e delle relative problematiche realizzative e di impiego. Saranno passati in rassegna gli standard, gli enti e le normative di riferimento e si offriranno allo studente cenni sui vari sistemi di bordo (strumentazione di base, per le comunicazioni, per la sicurezza e per la gestione del volo). Il corso fornisce inoltre competenze di base sui principali tipi di azionamenti elettrici e sulla relativa elettronica di comando e controllo, consentendo di effettuare confronti e di individuare le principali problematiche dei sistemi elettrici di bordo ai fini della progettazione.
Sistemi di Comunicazione	6	60	ING-INF/03	Il corso si propone di fornire le principali conoscenze delle reti per le telecomunicazioni, destinate all'interconnessione di apparati. L'obiettivo è quello di presentare le diverse soluzioni tecnologiche per il progetto, la realizzazione e la verifica del funzionamento delle moderne reti di telecomunicazioni.
Sistemi informatici per la produzione	6	60	ING-IND/17	Il corso si propone di fornire le principali conoscenze relative alle procedure di revisione progetto, definizione tecnologie e processi produttivi, strumenti informatici di sviluppo procedure per i sistemi di produzione.
Sistemi Oleopneumatici e Meccanici per Velivoli	6	60	ING-IND/13	Impianti oleoidraulici e pneumatici di bordo. Sistemi di attuazione per ipersostentatori di bordo ala, superfici primarie, diruttori, timoneria, aerofreni. Servo-azionamenti e loro interazione con controlli fly-by-wire. Azionamenti meccanici speciali.

Stage in industria o laboratori di ricerca qualificati	3	60		Obiettivo degli stage presso industrie aeronautiche o istituti di ricerca qualificati è consentire agli allievi un'applicazione pratica nell'ambito della progettazione/costruzione o nel campo della ricerca applicata dei concetti sviluppati negli insegnamenti del 1° anno.
Tecniche Numeriche Avanzate	6	60	MAT/08	Il modulo intende fornire gli elementi di base dell'analisi numerica e dei metodi per la risoluzione delle equazioni differenziali ordinarie e alle derivate parziali. Le lezioni sono affiancate da esercitazioni di laboratorio riguardanti l'Ingegneria Aeronautica e svolte tramite Matlab e Comsol. Matlab è utilizzato sia come software che come linguaggio di programmazione.
Tecnologie Aeronautiche e Gestione della Produzione	6	60	ING-IND/16 ING-IND/17	Approfondimenti sulle lavorazioni per asportazione di truciolo e per abrasione. Macchine utensili a controllo numerico, Lavorazioni non tradizionali: EDM, Laser Beam Machining, Rapid Prototyping. Tecnologie di lavorazione di materiali utilizzati in ambito aeronautico con particolare attenzione alle leghe d'alluminio. Gestione dei sistemi di produzione dei componenti del velivolo
Tecnologie e materiali per l'aeronautica	6	60	ICAR/08 ING-IND/16	Obiettivo del corso è quello di presentare all'allievo modelli analitici e numerici per lo studio del comportamento meccanico di materiali utilizzati in ambito aeronautico con particolare attenzione ai compositi multistrato. Tipologie di materiali compositi. Tecnologie di lavorazione dei materiali compositi a rinforzo particellare ed a fibra lunga. Controlli non distruttivi dei compositi multistrato.
Transizione e Turbolenza	6	60	ING-IND/06	Il corso si propone di introdurre i concetti chiave della stabilità idrodinamica e della transizione verso la turbolenza (principalmente per il caso dello strato limite). Lo studio della turbolenza vera e propria si baserà sulle equazioni mediate di Reynolds. Verranno inoltre introdotte alcune metodologie classiche di modellazione.
Trasmissione del calore	6	60	ING-IND/10	Il corso provvede a richiamare i concetti di base sulla trasmissione del calore e a fornire i necessari approfondimenti con particolare riguardo alle applicazioni in campo aeronautico, come il controllo termico di componenti elettronici e di pale di turbina.

*Il numero di ore è riportato indicativamente valorizzando mediamente 1 CFU in 10 ore di lezione. Per ogni attività formativa le ore effettive verranno stabilite in funzione dei CFU, in accordo con gli intervalli indicati all'art. 5 del presente regolamento, e specificate nel Manifesto degli studi in base a quanto previsto dagli artt. 7 e 15 del presente regolamento.