



SAPIENZA
UNIVERSITÀ DI ROMA

Space and astronautical engineering - Ingegneria spaziale e astronautica (2024)

Il corso

Codice corso: 31825

Classe di laurea: LM-20

Durata: 2 anni

Lingua: ENG, ENG

Modalità di erogazione:

Dipartimento: INGEGNERIA MECCANICA E AEROSPAZIALE

Presentazione

Il percorso formativo prevede un primo anno durante il quale vengono consolidate le conoscenze nei settori caratterizzanti l'ingegneria spaziale e vengono fornite le basi in settori non compresi nella laurea triennale quali l'automatica e l'elettronica. Nel secondo anno sono previsti diversi curricula rivolti all'approfondimento nel campo dei sistemi di trasporto spaziale, delle piattaforme spaziali, delle missioni spaziali e di esplorazione, e del telerilevamento spaziale. La quota dell'impegno orario complessivo a disposizione dello studente per lo studio personale o per altra attività formativa di tipo individuale è pari ad almeno il 60% del totale. Tre curricula (Space transportation, Spacecraft design and integration, Space missions and exploration) hanno in comune il primo anno, organizzato in 7 insegnamenti per un totale di 60 CFU, durante il quale vengono fornite o consolidate le conoscenze nei settori caratterizzanti l'ingegneria spaziale e astronautica (gasdinamica, costruzioni spaziali, meccanica del volo spaziale, propulsione spaziale, sistemi spaziali) e vengono fornite le informazioni di base nei settori dell'elettronica e dell'automatica. Nel secondo anno questi curricula prevedono insegnamenti articolati in gruppi a scelta, all'interno dei quali lo studente seleziona tre insegnamenti per complessivi 18 CFU nei settori caratterizzanti. Il primo anno del quarto curriculum, Space payloads and applications for telecommunication, navigation, and Earth observation (7 insegnamenti, 60 CFU), ha alcuni corsi in comune con i precedenti percorsi, ma accanto ad essi si introducono i temi delle telecomunicazioni e del telerilevamento dallo spazio. Nel secondo anno questo curriculum presenta una struttura differente dagli altri, con due insegnamenti obbligatori per un totale di 12 CFU e un gruppo a scelta per un totale di 18 CFU nei settori caratterizzanti. Tutti i curricula prevedono inoltre la scelta di un insegnamento da 6 CFU in una materia affine, all'interno di specifici gruppi a scelta, e 12 CFU a scelta libera dello studente. La quota dell'impegno orario complessivo a disposizione dello studente per lo studio personale o per altra attività formativa di tipo individuale è pari ad almeno il 60% del totale.

Percorso formativo

[Space transportation \(percorso formativo valido anche ai fini del conseguimento del doppio titolo con Georgia institute of technology and Georgia Tech Lorraine\)](#)

1° anno

Insegnamento	Semestre	CFU	Lingua
1044962 CONTROL SYSTEMS	1°	9	ENG

Obiettivi formativi

L'obiettivo del corso e' quello di fornire gli elementi principali dell'analisi e progetto di sistemi di controllo lineari.

10606117 GAS DYNAMICS	1°	9	ENG
-------------------------	----	---	-----

Obiettivi formativi

Le finalità del corso di Gas Dinamica sono:a) fornire gli strumenti concettuali ed analitici necessari per la modellistica dei flussi comprimibili;b) sviluppare le capacità di analisi di un problema di gasdinamica e relativa formalizzazione matematica;c) fornire le tecniche di soluzione analitiche, esatte e approssimate specifiche per i problemi iperbolici;d) sviluppare le capacità di valutazione della validità delle soluzioni proposte.

10589505 SPACEFLIGHT MECHANICS	1°	9	ENG
----------------------------------	----	---	-----

Obiettivi formativi

The course aims at developing the fundamental engineering aspects of orbital and attitude dynamics of rigid spacecraft, starting from ideal conditions (Keplerian motion and free-spinning spacecraft), then including relevant practical aspects, such as the effects of perturbing and control force and torques, up to the determination of control and maneuver strategies in response of mission requirements. At the end of the course, the student is expected 1) to understand the most relevant aspects of spacecraft dynamic behavior; 2) to solve problems which requires the determination of orbit features, orbital maneuvers or characterize attitude motion of a rigid spacecraft.

10606118 ELECTRONICS	2°	6	ENG
------------------------	----	---	-----

Obiettivi formativi

Il modulo di elettronica intende fornire le conoscenze generali di un sistema elettronico inteso come sistema di elaborazione di informazioni. In particolare, partendo dai concetti di base relativi ai sistemi lineari, il corso mira a fornire gli strumenti matematici per l'analisi dei segnali e le conoscenze di base di elettronica analogica e digitale partendo dai componenti fondamentali per arrivare ai circuiti elettronici e infine a sistemi elettronici più complessi, focalizzando l'attenzione sui limiti applicativi dovuti a banda passante, potenza e rumore per circuiti analogici e digitali.

Risultati

di apprendimento attesi: gli studenti saranno in grado di analizzare circuiti elettronici analogici e digitali e sapranno progettare semplici sistemi elettronici.

Insegnamento	Semestre	CFU	Lingua
10595970 ROCKET PROPULSION	2°	9	ENG

Obiettivi formativi

Il corso di Rocket Propulsion fornisce la teoria di base e gli strumenti fisico-matematici necessari per l'analisi e la progettazione di endoreattori, presenta e discute i principali parametri di prestazione degli endoreattori ed introduce alle principali famiglie degli endoreattori chimici analizzandone i componenti caratteristici e la loro influenza su progetto, prestazioni, costo e impatto ambientale. Il corso fornisce inoltre allo studente una serie di esempi di calcolo mirati a fissare la teoria e a confrontarla con esempi tipici di endoreattori in uso nei lanciatori e nella propulsione spaziale.

Al termine del corso gli studenti dovranno aver acquisito:

- Conoscenza e capacità di applicazione della teoria ideale dei razzi con particolare riferimento alla stadiazione in tandem e parallela e all'impatto ambientale generato da inefficienze propulsive e strutturali
- Conoscenza e capacità di applicazione della teoria dei flussi monodimensionali stazionari con riferimento alle applicazioni tipiche dei veicoli propulsi con endoreattori
- Conoscenza e capacità di applicazione della teoria dell'ugello ideale con particolare riferimento ai principali parametri di prestazione e al funzionamento in condizioni non adatte
- Conoscenza e capacità di applicazione della termochimica applicata alla propulsione chimica con particolare riferimento alle relazioni con i parametri di prestazione e ai limiti e possibilità della propulsione chimica
- Conoscenza delle principali combinazioni di propellenti disponibili per la propulsione chimica e visione critica dei pro e dei contro di ciascuna di esse inclusa la tossicità di alcune combinazioni e le conseguenze in termini di produzione, possibilità di test e costi.
- Conoscenza dei principali componenti che costituiscono un endoreattore chimico a propellente solido e capacità di applicazione della teoria della balistica interna zero-dimensionale.
- Conoscenza dei principali componenti che costituiscono un endoreattore chimico a propellente liquido e capacità di stimarne le prestazioni in funzione delle proprietà dei propellenti
- Conoscenza delle principali direzioni di sviluppo degli endoreattori per le applicazioni nel campo dei lanciatori e della propulsione spaziale con cenni al controllo della generazione di detriti spaziali da stadi superiori di lanciatori

1051386 SPACE MISSIONS AND SYSTEMS	2°	9	ENG
--	----	---	-----

Obiettivi formativi

Fornire le conoscenze di base sul progetto di missioni spaziali e sui sistemi di navigazione e di controllo d'assetto di satelliti e sonde spaziali.

Capacità di dimensionare e progettare semplici sistemi di determinazione e di controllo dell'orbita e dell'assetto di satelliti e sonde spaziali.

Conoscenza dello sviluppo e delle operazioni di missioni spaziali.

10606119 SPACE STRUCTURES	2°	9	ENG
--------------------------------	----	---	-----

Obiettivi formativi

Definire il ruolo delle strutture spaziali nell'ambito dei sistemi spaziali (es. satelliti, lanciatori). Descrivere l'environment meccanico delle missioni spaziali. Fornire gli elementi fondamentali per l'analisi statica e dinamica di strutture spaziali. Descrivere ed analizzare il comportamento delle strutture spaziali a guscio e delle strutture laminate in materiale composito. Acquisire i principi di base del Metodo degli Elementi Finiti, della sua applicazione e dell'impiego di programmi di calcolo basati sul metodo stesso.

Introdurre la progettazione delle strutture spaziali nel contesto della progettazione dei sistemi spaziali del loro sviluppo dalla concezione alla fase operativa fino al loro smaltimento ad evitare la produzione di debris spaziale.

2° anno

Insegnamento	Semestre	CFU	Lingua
--------------	----------	-----	--------

Obiettivi formativi

Il corso si prefigge di sviluppare il pensiero creativo degli studenti di ingegneria spaziale ed astronautica attraverso la definizione, a livello architettuale, di una missione spaziale volta a specifici obiettivi forniti dai docenti. Gli studenti raggiungeranno l'obiettivo formativo mettendo a frutto, in un'attività di team work, le metodologie, le competenze, le nozioni e gli strumenti di calcolo acquisiti durante il primo anno della laurea magistrale. Inoltre potranno avvalersi di strumenti di concurrent engineering. La produzione di un "Concept Document", che conterrà la soluzione proposta al raggiungimento degli obiettivi di missione, richiederà l'apprendimento di un'efficiente ricerca bibliografica volta all'acquisizione di informazioni disponibili in letteratura, su fact sheet di strumenti e sottosistemi e la richiesta diretta ai potenziali fornitori. La stesura del "Concept Document" nelle forme standard di una pre-proposta di missione, attraverso la stesura organica della soluzione offerta, la selezione ed il dettaglio degli aspetti più importanti, l'evidenziazione delle criticità, concluderà l'attività del lavoro di gruppo. In sintesi, gli obiettivi formativi del corso possono essere così elencati:

- 1) sviluppo del pensiero creativo attraverso la definizione, a livello architettuale, di una missione spaziale volta a specifici obiettivi;
- 2) acquisizione delle capacità di organizzare le metodologie, le competenze, le nozioni e gli strumenti di calcolo acquisiti durante il primo anno della laurea magistrale verso la definizione concettuale di una missione spaziale, attraverso un'attività di team work;
- 3) apprendimento di come viene effettuata un'efficiente ricerca bibliografica volta all'acquisizione di informazioni disponibili in letteratura, su fact sheet di strumenti e sottosistemi, e l'interazione diretta con potenziali fornitori;
- 4) acquisizione della capacità di sintetizzare il lavoro svolto in maniera efficace, consistente e sintetica, attraverso la scrittura di un concept document.

Il concept document presenterà la risoluzione creativa di un problema centrale dell'ingegneria spaziale (la definizione concettuale di una missione spaziale), partendo comunque dalle competenze acquisite durante la didattica frontale. Tale progetto creativo verrà svolto in gruppi, stimolando il confronto reciproco e lo sviluppo delle capacità comunicative e di esposizione degli studenti.

A SCELTA DELLO STUDENTE	2°	12	ENG
AAF1019 PROVA FINALE	2°	21	ENG
curr. SPACE TRANSPORTATION - 6 cfu in B			
curr. SPACE TRANSPORTATION - 12 cfu in B			
curr. SPACE TRANSPORTATION - 6 cfu in C			

[Spacecraft design and integration \(percorso formativo valido anche ai fini del conseguimento del doppio titolo con Georgia institute of technology and Georgia Tech Lorraine\)](#)

1° anno

Insegnamento	Semestre	CFU	Lingua
1044962 CONTROL SYSTEMS	1°	9	ENG

Obiettivi formativi

L'obiettivo del corso e' quello di fornire gli elementi principali dell'analisi e progetto di sistemi di controllo lineari.

Insegnamento	Semestre	CFU	Lingua
10606117 GAS DYNAMICS	1°	9	ENG

Obiettivi formativi

Le finalità del corso di Gas Dinamica sono:a) fornire gli strumenti concettuali ed analitici necessari per la modellistica dei flussi comprimibili;b) sviluppare le capacità di analisi di un problema di gasdinamica e relativa formalizzazione matematica;c) fornire le tecniche di soluzione analitiche, esatte e approssimate specifiche per i problemi iperbolici;d) sviluppare le capacità di valutazione della validità delle soluzioni proposte.

10589505 SPACEFLIGHT MECHANICS	1°	9	ENG
----------------------------------	----	---	-----

Obiettivi formativi

The course aims at developing the fundamental engineering aspects of orbital and attitude dynamics of rigid spacecraft, starting from ideal conditions (Keplerian motion and free-spinning spacecraft), then including relevant practical aspects, such as the effects of perturbing and control force and torques, up to the determination of control and maneuver strategies in response of mission requirements. At the end of the course, the student is expected 1) to understand the most relevant aspects of spacecraft dynamic behavior; 2) to solve problems which requires the determination of orbit features, orbital maneuvers or characterize attitude motion of a rigid spacecraft.

10606118 ELECTRONICS	2°	6	ENG
------------------------	----	---	-----

Obiettivi formativi

Il modulo di elettronica intende fornire le conoscenze generali di un sistema elettronico inteso come sistema di elaborazione di informazioni. In particolare, partendo dai concetti di base relativi ai sistemi lineari, il corso mira a fornire gli strumenti matematici per l'analisi dei segnali e le conoscenze di base di elettronica analogica e digitale partendo dai componenti fondamentali per arrivare ai circuiti elettronici e infine a sistemi elettronici più complessi, focalizzando l'attenzione sui limiti applicativi dovuti a banda passante, potenza e rumore per circuiti analogici e digitali.

Risultati

di apprendimento attesi: gli studenti saranno in grado di analizzare circuiti elettronici analogici e digitali e sapranno progettare semplici sistemi elettronici.

10595970 ROCKET PROPULSION	2°	9	ENG
------------------------------	----	---	-----

Insegnamento**Semestre****CFU****Lingua****Obiettivi formativi**

Il corso di Rocket Propulsion fornisce la teoria di base e gli strumenti fisico-matematici necessari per l'analisi e la progettazione di endoreattori, presenta e discute i principali parametri di prestazione degli endoreattori ed introduce alle principali famiglie degli endoreattori chimici analizzandone i componenti caratteristici e la loro influenza su progetto, prestazioni, costo e impatto ambientale. Il corso fornisce inoltre allo studente una serie di esempi di calcolo mirati a fissare la teoria e a confrontarla con esempi tipici di endoreattori in uso nei lanciatori e nella propulsione spaziale.

Al termine del corso gli studenti dovranno aver acquisito:

- Conoscenza e capacità di applicazione della teoria ideale dei razzi con particolare riferimento alla stadiazione in tandem e parallela e all'impatto ambientale generato da inefficienze propulsive e strutturali
- Conoscenza e capacità di applicazione della teoria dei flussi monodimensionali stazionari con riferimento alle applicazioni tipiche dei veicoli propulsi con endoreattori
- Conoscenza e capacità di applicazione della teoria dell'ugello ideale con particolare riferimento ai principali parametri di prestazione e al funzionamento in condizioni non adattate
- Conoscenza e capacità di applicazione della termochimica applicata alla propulsione chimica con particolare riferimento alle relazioni con i parametri di prestazione e ai limiti e possibilità della propulsione chimica
- Conoscenza delle principali combinazioni di propellenti disponibili per la propulsione chimica e visione critica dei pro e dei contro di ciascuna di esse inclusa la tossicità di alcune combinazioni e le conseguenze in termini di produzione, possibilità di test e costi.
- Conoscenza dei principali componenti che costituiscono un endoreattore chimico a propellente solido e capacità di applicazione della teoria della balistica interna zero-dimensionale.
- Conoscenza dei principali componenti che costituiscono un endoreattore chimico a propellente liquido e capacità di stimarne le prestazioni in funzione delle proprietà dei propellenti
- Conoscenza delle principali direzioni di sviluppo degli endoreattori per le applicazioni nel campo dei lanciatori e della propulsione spaziale con cenni al controllo della generazione di detriti spaziali da stadi superiori di lanciatori

1051386 | SPACE
MISSIONS AND
SYSTEMS

2°

9

ENG

Obiettivi formativi

Fornire le conoscenze di base sul progetto di missioni spaziali e sui sistemi di navigazione e di controllo d'assetto di satelliti e sonde spaziali.

Capacità di dimensionare e progettare semplici sistemi di determinazione e di controllo dell'orbita e dell'assetto di satelliti e sonde spaziali.

Conoscenza dello sviluppo e delle operazioni di missioni spaziali.

10606119 | SPACE
STRUCTURES

2°

9

ENG

Obiettivi formativi

Definire il ruolo delle strutture spaziali nell'ambito dei sistemi spaziali (es. satelliti, lanciatori). Descrivere l'environment meccanico delle missioni spaziali. Fornire gli elementi fondamentali per l'analisi statica e dinamica di strutture spaziali. Descrivere ed analizzare il comportamento delle strutture spaziali a guscio e delle strutture laminate in materiale composito. Acquisire i principi di base del Metodo degli Elementi Finiti, della sua applicazione e dell'impiego di programmi di calcolo basati sul metodo stesso.

Introdurre la progettazione delle strutture spaziali nel contesto della progettazione dei sistemi spaziali del loro sviluppo dalla concezione alla fase operativa fino al loro smaltimento ad evitare la produzione di debris spaziale.

2° anno**Insegnamento****Semestre****CFU****Lingua**

AAF2241 |
CONCEPTUAL DESIGN
OF A SPACE MISSION

2°

3

ENG

Insegnamento**Semestre****CFU****Lingua****Obiettivi formativi**

Il corso si prefigge di sviluppare il pensiero creativo degli studenti di ingegneria spaziale ed astronautica attraverso la definizione, a livello architettonico, di una missione spaziale volta a specifici obiettivi forniti dai docenti. Gli studenti raggiungeranno l'obiettivo formativo mettendo a frutto, in un'attività di team work, le metodologie, le competenze, le nozioni e gli strumenti di calcolo acquisiti durante il primo anno della laurea magistrale. Inoltre potranno avvalersi di strumenti di concurrent engineering. La produzione di un "Concept Document", che conterrà la soluzione proposta al raggiungimento degli obiettivi di missione, richiederà l'apprendimento di un'efficiente ricerca bibliografica volta all'acquisizione di informazioni disponibili in letteratura, su fact sheet di strumenti e sottosistemi e la richiesta diretta ai potenziali fornitori. La stesura del "Concept Document" nelle forme standard di una pre-proposta di missione, attraverso la stesura organica della soluzione offerta, la selezione ed il dettaglio degli aspetti più importanti, l'evidenziazione delle criticità, concluderà l'attività del lavoro di gruppo. In sintesi, gli obiettivi formativi del corso possono essere così elencati:

- 1) sviluppo del pensiero creativo attraverso la definizione, a livello architettonico, di una missione spaziale volta a specifici obiettivi;
- 2) acquisizione delle capacità di organizzare le metodologie, le competenze, le nozioni e gli strumenti di calcolo acquisiti durante il primo anno della laurea magistrale verso la definizione concettuale di una missione spaziale, attraverso un'attività di team work;
- 3) apprendimento di come viene effettuata un'efficiente ricerca bibliografica volta all'acquisizione di informazioni disponibili in letteratura, su fact sheet di strumenti e sottosistemi, e l'interazione diretta con potenziali fornitori;
- 4) acquisizione della capacità di sintetizzare il lavoro svolto in maniera efficace, consistente e sintetica, attraverso la scrittura di un concept document.

Il concept document presenterà la risoluzione creativa di un problema centrale dell'ingegneria spaziale (la definizione concettuale di una missione spaziale), partendo comunque dalle competenze acquisite durante la didattica frontale. Tale progetto creativo verrà svolto in gruppi, stimolando il confronto reciproco e lo sviluppo delle capacità comunicative e di esposizione degli studenti.

A SCELTA DELLO
STUDENTE

2°

12

ENG

AAF1019 | PROVA
FINALE

2°

21

ENG

curr. SPACECRAFT
DESIGN AND
INTEGRATION - 6 cfu in
B

curr. SPACECRAFT
DESIGN AND
INTEGRATION - 12 cfu in
B

curr. SPACECRAFT
DESIGN AND
INTEGRATION - 6 cfu in
C

[Space missions and exploration \(percorso formativo valido anche ai fini del conseguimento del doppio titolo italo-portoghese e il doppio titolo con Georgia institute of technology and Georgia Tech Lorraine\)](#)

1° anno**Insegnamento****Semestre****CFU****Lingua**

1044962 | CONTROL
SYSTEMS

1°

9

ENG

Obiettivi formativi

L'obiettivo del corso è quello di fornire gli elementi principali dell'analisi e progetto di sistemi di controllo lineari.

Insegnamento	Semestre	CFU	Lingua
10606117 GAS DYNAMICS	1°	9	ENG

Obiettivi formativi

Le finalità del corso di Gas Dinamica sono:a) fornire gli strumenti concettuali ed analitici necessari per la modellistica dei flussi comprimibili;b) sviluppare le capacità di analisi di un problema di gasdinamica e relativa formalizzazione matematica;c) fornire le tecniche di soluzione analitiche, esatte e approssimate specifiche per i problemi iperbolici;d) sviluppare le capacità di valutazione della validità delle soluzioni proposte.

10589505 SPACEFLIGHT MECHANICS	1°	9	ENG
----------------------------------	----	---	-----

Obiettivi formativi

The course aims at developing the fundamental engineering aspects of orbital and attitude dynamics of rigid spacecraft, starting from ideal conditions (Keplerian motion and free-spinning spacecraft), then including relevant practical aspects, such as the effects of perturbing and control force and torques, up to the determination of control and maneuver strategies in response of mission requirements. At the end of the course, the student is expected 1) to understand the most relevant aspects of spacecraft dynamic behavior; 2) to solve problems which requires the determination of orbit features, orbital maneuvers or characterize attitude motion of a rigid spacecraft.

10606118 ELECTRONICS	2°	6	ENG
------------------------	----	---	-----

Obiettivi formativi

Il modulo di elettronica intende fornire le conoscenze generali di un sistema elettronico inteso come sistema di elaborazione di informazioni. In particolare, partendo dai concetti di base relativi ai sistemi lineari, il corso mira a fornire gli strumenti matematici per l'analisi dei segnali e le conoscenze di base di elettronica analogica e digitale partendo dai componenti fondamentali per arrivare ai circuiti elettronici e infine a sistemi elettronici più complessi, focalizzando l'attenzione sui limiti applicativi dovuti a banda passante, potenza e rumore per circuiti analogici e digitali.

Risultati

di apprendimento attesi: gli studenti saranno in grado di analizzare circuiti elettronici analogici e digitali e sapranno progettare semplici sistemi elettronici.

10595970 ROCKET PROPULSION	2°	9	ENG
------------------------------	----	---	-----

Insegnamento**Semestre****CFU****Lingua****Obiettivi formativi**

Il corso di Rocket Propulsion fornisce la teoria di base e gli strumenti fisico-matematici necessari per l'analisi e la progettazione di endoreattori, presenta e discute i principali parametri di prestazione degli endoreattori ed introduce alle principali famiglie degli endoreattori chimici analizzandone i componenti caratteristici e la loro influenza su progetto, prestazioni, costo e impatto ambientale. Il corso fornisce inoltre allo studente una serie di esempi di calcolo mirati a fissare la teoria e a confrontarla con esempi tipici di endoreattori in uso nei lanciatori e nella propulsione spaziale.

Al termine del corso gli studenti dovranno aver acquisito:

- Conoscenza e capacità di applicazione della teoria ideale dei razzi con particolare riferimento alla stadiazione in tandem e parallela e all'impatto ambientale generato da inefficienze propulsive e strutturali
- Conoscenza e capacità di applicazione della teoria dei flussi monodimensionali stazionari con riferimento alle applicazioni tipiche dei veicoli propulsi con endoreattori
- Conoscenza e capacità di applicazione della teoria dell'ugello ideale con particolare riferimento ai principali parametri di prestazione e al funzionamento in condizioni non adattate
- Conoscenza e capacità di applicazione della termochimica applicata alla propulsione chimica con particolare riferimento alle relazioni con i parametri di prestazione e ai limiti e possibilità della propulsione chimica
- Conoscenza delle principali combinazioni di propellenti disponibili per la propulsione chimica e visione critica dei pro e dei contro di ciascuna di esse inclusa la tossicità di alcune combinazioni e le conseguenze in termini di produzione, possibilità di test e costi.
- Conoscenza dei principali componenti che costituiscono un endoreattore chimico a propellente solido e capacità di applicazione della teoria della balistica interna zero-dimensionale.
- Conoscenza dei principali componenti che costituiscono un endoreattore chimico a propellente liquido e capacità di stimarne le prestazioni in funzione delle proprietà dei propellenti
- Conoscenza delle principali direzioni di sviluppo degli endoreattori per le applicazioni nel campo dei lanciatori e della propulsione spaziale con cenni al controllo della generazione di detriti spaziali da stadi superiori di lanciatori

1051386 | SPACE
MISSIONS AND
SYSTEMS

2°

9

ENG

Obiettivi formativi

Fornire le conoscenze di base sul progetto di missioni spaziali e sui sistemi di navigazione e di controllo d'assetto di satelliti e sonde spaziali.

Capacità di dimensionare e progettare semplici sistemi di determinazione e di controllo dell'orbita e dell'assetto di satelliti e sonde spaziali.

Conoscenza dello sviluppo e delle operazioni di missioni spaziali.

10606119 | SPACE
STRUCTURES

2°

9

ENG

Obiettivi formativi

Definire il ruolo delle strutture spaziali nell'ambito dei sistemi spaziali (es. satelliti, lanciatori). Descrivere l'environment meccanico delle missioni spaziali. Fornire gli elementi fondamentali per l'analisi statica e dinamica di strutture spaziali. Descrivere ed analizzare il comportamento delle strutture spaziali a guscio e delle strutture laminate in materiale composito. Acquisire i principi di base del Metodo degli Elementi Finiti, della sua applicazione e dell'impiego di programmi di calcolo basati sul metodo stesso.

Introdurre la progettazione delle strutture spaziali nel contesto della progettazione dei sistemi spaziali del loro sviluppo dalla concezione alla fase operativa fino al loro smaltimento ad evitare la produzione di debris spaziale.

2° anno**Insegnamento****Semestre****CFU****Lingua**

AAF2241 |
CONCEPTUAL DESIGN
OF A SPACE MISSION

2°

3

ENG

Insegnamento	Semestre	CFU	Lingua
Obiettivi formativi			
<p>Il corso si prefigge di sviluppare il pensiero creativo degli studenti di ingegneria spaziale ed astronautica attraverso la definizione, a livello architettuale, di una missione spaziale volta a specifici obiettivi forniti dai docenti. Gli studenti raggiungeranno l'obiettivo formativo mettendo a frutto, in un'attività di team work, le metodologie, le competenze, le nozioni e gli strumenti di calcolo acquisiti durante il primo anno della laurea magistrale. Inoltre potranno avvalersi di strumenti di concurrent engineering. La produzione di un "Concept Document", che conterrà la soluzione proposta al raggiungimento degli obiettivi di missione, richiederà l'apprendimento di un'efficiente ricerca bibliografica volta all'acquisizione di informazioni disponibili in letteratura, su fact sheet di strumenti e sottosistemi e la richiesta diretta ai potenziali fornitori. La stesura del "Concept Document" nelle forme standard di una pre-proposta di missione, attraverso la stesura organica della soluzione offerta, la selezione ed il dettaglio degli aspetti più importanti, l'evidenziazione delle criticità, concluderà l'attività del lavoro di gruppo. In sintesi, gli obiettivi formativi del corso possono essere così elencati:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) sviluppo del pensiero creativo attraverso la definizione, a livello architettuale, di una missione spaziale volta a specifici obiettivi; 2) acquisizione delle capacità di organizzare le metodologie, le competenze, le nozioni e gli strumenti di calcolo acquisiti durante il primo anno della laurea magistrale verso la definizione concettuale di una missione spaziale, attraverso un'attività di team work; 3) apprendimento di come viene effettuata un'efficiente ricerca bibliografica volta all'acquisizione di informazioni disponibili in letteratura, su fact sheet di strumenti e sottosistemi, e l'interazione diretta con potenziali fornitori; 4) acquisizione della capacità di sintetizzare il lavoro svolto in maniera efficace, consistente e sintetica, attraverso la scrittura di un concept document. <p>Il concept document presenterà la risoluzione creativa di un problema centrale dell'ingegneria spaziale (la definizione concettuale di una missione spaziale), partendo comunque dalle competenze acquisite durante la didattica frontale. Tale progetto creativo verrà svolto in gruppi, stimolando il confronto reciproco e lo sviluppo delle capacità comunicative e di esposizione degli studenti.</p>			
A SCELTA DELLO STUDENTE	2°	12	ENG
AAF1019 PROVA FINALE	2°	21	ENG
curr. SPACECRAFT MISSIONS AND EXPLORATION - 6 cfu in B			
curr. SPACECRAFT MISSIONS AND EXPLORATION - 12 cfu in B			
curr. SPACECRAFT MISSIONS AND EXPLORATION - 6 cfu in C			

[Space payloads and applications for telecommunication, navigation, and Earth observation](#)

1° anno			
Insegnamento	Semestre	CFU	Lingua
1044962 CONTROL SYSTEMS	1°	9	ENG

Insegnamento	Semestre	CFU	Lingua
Obiettivi formativi			
L'obiettivo del corso e' quello di fornire gli elementi principali dell'analisi e progetto di sistemi di controllo lineari.			
10606867 SATELLITE PAYLOADS FOR COMMUNICATION NAVIGATION AND RADAR OBSERVATION	1°	9	ENG
Obiettivi formativi			
GENERALI			
Sono introdotti i payload satellitari di telecomunicazioni, radar e navigazione con i loro principi di funzionamento. Per ciascuno dei tre payload: (i) si approfondiscono le applicazioni con i relativi requisiti prestazionali; (ii) si analizza il sistema spaziale completo e la missione spaziale tipica al cui interno sono inseriti; (iii) si identificano i parametri di progetto principali da cui dipendono le prestazioni; (iv) si studia il legame fra i parametri principali e le prestazioni; (v) si analizzano i requisiti sulla piattaforma che li ospita, per garantirne il corretto funzionamento.			
Nell'ambito dei payload di telecomunicazioni, si studiano il broadcast satellitare, le connessioni dati punto-punto, i sistemi di personal communication satellitari, il trasferimento a terra dei dati di osservazione della Terra e la telemetria. Si approfondiscono le tecniche di modulazione e di codifica, i sistemi di antenna ed il loro impatto su piattaforma ed assetto, il dimensionamento della potenza.			
Nell'ambito dei payload radar, si studiano i radar ad apertura sintetica (SAR) per la formazione di immagini ad alta risoluzione. Si approfondiscono le tecniche di compressione di impulso e di formazione dell'antenna sintetica, i sistemi di antenna ed il loro impatto su piattaforma ed assetto, il dimensionamento della potenza.			
Nell'ambito dei payload di navigazione, si studiano i sistemi di navigazione satellitare globale (GNSS) per la navigazione satellitare ed i sistemi terrestri e satellitari per incrementarne le prestazioni. Si approfondiscono le forme d'onda utilizzate, le tecniche di acquisizione dei segnali e di stima di posizione, le principali sorgenti di errore e le prestazioni, i sistemi di antenna ed il dimensionamento della potenza.			
SPECIFICI			
Conoscenza e capacità di comprensione: al termine, lo studente ha acquisito una conoscenza di base sulle tre tipologie di payload considerati e sui loro parametri principali, sui sistemi e le missioni che sono centrati su di essi.			
Capacità di applicare conoscenza e comprensione: al termine, lo studente ha acquisito la capacità di valutare criticamente sia la scelta del payload, tramite il dimensionamento dei suoi parametri principali in funzione dei requisiti operativi (dai requisiti utente), sia la sua integrazione con la piattaforma.			
Inoltre, lo studente acquisisce:			
Autonomia di giudizio: al termine, lo studente ha maturato l'autonomia di giudizio necessaria per integrare le conoscenze sulle diverse tipologie di payload, gestirne la complessità delle tecnologie impiegate nelle diverse missioni spaziali, e valutarne le prestazioni nei diversi contesti applicativi.			
Abilità comunicative: al termine del corso lo studente ha acquisito la capacità di operare in un contesto fortemente multidisciplinare interagendo con ingegneri progettisti delle strutture e delle tecnologie dell'informazione per lo spazio, con tecnici specialisti e interlocutori non specialisti.			
Capacità di apprendimento: al termine del corso lo studente ha sviluppato la capacità di approfondire autonomamente lo studio delle nuove tecnologie impiegate nelle future evoluzioni dei sistemi satellitari.			
COMMUNICATION AND RADAR PAYLOADS	1°	6	ENG

Obiettivi formativi**GENERALI**

Sono introdotti i payload satellitari di telecomunicazioni, radar e navigazione con i loro principi di funzionamento. Per ciascuno dei tre payload: (i) si approfondiscono le applicazioni con i relativi requisiti prestazionali; (ii) si analizza il sistema spaziale completo e la missione spaziale tipica al cui interno sono inseriti; (iii) si identificano i parametri di progetto principali da cui dipendono le prestazioni; (iv) si studia il legame fra i parametri principali e le prestazioni; (v) si analizzano i requisiti sulla piattaforma che li ospita, per garantirne il corretto funzionamento.

Nell'ambito dei payload di telecomunicazioni, si studiano il broadcast satellitare, le connessioni dati punto-punto, i sistemi di personal communication satellitari, il trasferimento a terra dei dati di osservazione della Terra e la telemetria. Si approfondiscono le tecniche di modulazione e di codifica, i sistemi di antenna ed il loro impatto su piattaforma ed assetto, il dimensionamento della potenza.

Nell'ambito dei payload radar, si studiano i radar ad apertura sintetica (SAR) per la formazione di immagini ad alta risoluzione. Si approfondiscono le tecniche di compressione di impulso e di formazione dell'antenna sintetica, i sistemi di antenna ed il loro impatto su piattaforma ed assetto, il dimensionamento della potenza.

Nell'ambito dei payload di navigazione, si studiano i sistemi di navigazione satellitare globale (GNSS) per la navigazione satellitare ed i sistemi terrestri e satellitari per incrementarne le prestazioni. Si approfondiscono le forme d'onda utilizzate, le tecniche di acquisizione dei segnali e di stima di posizione, le principali sorgenti di errore e le prestazioni, i sistemi di antenna ed il dimensionamento della potenza.

SPECIFICI

Conoscenza e capacità di comprensione: al termine, lo studente ha acquisito una conoscenza di base sulle tre tipologie di payload considerati e sui loro parametri principali, sui sistemi e le missioni che sono centrati su di essi.

Capacità di applicare conoscenza e comprensione: al termine, lo studente ha acquisito la capacità di valutare criticamente sia la scelta del payload, tramite il dimensionamento dei suoi parametri principali in funzione dei requisiti operativi (dai requisiti utente), sia la sua integrazione con la piattaforma.

Inoltre, lo studente acquisisce:

Autonomia di giudizio: al termine, lo studente ha maturato l'autonomia di giudizio necessaria per integrare le conoscenze sulle diverse tipologie di payload, gestirne la complessità delle tecnologie impiegate nelle diverse missioni spaziali, e valutarne le prestazioni nei diversi contesti applicativi.

Abilità comunicative: al termine del corso lo studente ha acquisito la capacità di operare in un contesto fortemente multidisciplinare interagendo con ingegneri progettisti delle strutture e delle tecnologie dell'informazione per lo spazio, con tecnici specialisti e interlocutori non specialisti.

Capacità di apprendimento: al termine del corso lo studente ha sviluppato la capacità di approfondire autonomamente lo studio delle nuove tecnologie impiegate nelle future evoluzioni dei sistemi satellitari.

SATELLITE
NAVIGATION SYSTEMS

1°

3

ENG

Obiettivi formativi**GENERALI**

Sono introdotti i payload satellitari di telecomunicazioni, radar e navigazione con i loro principi di funzionamento. Per ciascuno dei tre payload: (i) si approfondiscono le applicazioni con i relativi requisiti prestazionali; (ii) si analizza il sistema spaziale completo e la missione spaziale tipica al cui interno sono inseriti; (iii) si identificano i parametri di progetto principali da cui dipendono le prestazioni; (iv) si studia il legame fra i parametri principali e le prestazioni; (v) si analizzano i requisiti sulla piattaforma che li ospita, per garantirne il corretto funzionamento.

Nell'ambito dei payload di telecomunicazioni, si studiano il broadcast satellitare, le connessioni dati punto-punto, i sistemi di personal communication satellitari, il trasferimento a terra dei dati di osservazione della Terra e la telemetria. Si approfondiscono le tecniche di modulazione e di codifica, i sistemi di antenna ed il loro impatto su piattaforma ed assetto, il dimensionamento della potenza.

Nell'ambito dei payload radar, si studiano i radar ad apertura sintetica (SAR) per la formazione di immagini ad alta risoluzione. Si approfondiscono le tecniche di compressione di impulso e di formazione dell'antenna sintetica, i sistemi di antenna ed il loro impatto su piattaforma ed assetto, il dimensionamento della potenza.

Nell'ambito dei payload di navigazione, si studiano i sistemi di navigazione satellitare globale (GNSS) per la navigazione satellitare ed i sistemi terrestri e satellitari per incrementarne le prestazioni. Si approfondiscono le forme d'onda utilizzate, le tecniche di acquisizione dei segnali e di stima di posizione, le principali sorgenti di errore e le prestazioni, i sistemi di antenna ed il dimensionamento della potenza.

SPECIFICI

Conoscenza e capacità di comprensione: al termine, lo studente ha acquisito una conoscenza di base sulle tre tipologie di payload considerati e sui loro parametri principali, sui sistemi e le missioni che sono centrati su di essi.

Capacità di applicare conoscenza e comprensione: al termine, lo studente ha acquisito la capacità di valutare criticamente sia la scelta del payload, tramite il dimensionamento dei suoi parametri principali in funzione dei requisiti operativi (dai requisiti utente), sia la sua integrazione con la piattaforma.

Inoltre, lo studente acquisisce:

Autonomia di giudizio: al termine, lo studente ha maturato l'autonomia di giudizio necessaria per integrare le conoscenze sulle diverse tipologie di payload, gestirne la complessità delle tecnologie impiegate nelle diverse missioni spaziali, e valutarne le prestazioni nei diversi contesti applicativi.

Abilità comunicative: al termine del corso lo studente ha acquisito la capacità di operare in un contesto fortemente multidisciplinare interagendo con ingegneri progettisti delle strutture e delle tecnologie dell'informazione per lo spazio, con tecnici specialisti e interlocutori non specialisti.

Capacità di apprendimento: al termine del corso lo studente ha sviluppato la capacità di approfondire autonomamente lo studio delle nuove tecnologie impiegate nelle future evoluzioni dei sistemi satellitari.

10589505 |
SPACEFLIGHT
MECHANICS

1°

9

ENG

Obiettivi formativi

The course aims at developing the fundamental engineering aspects of orbital and attitude dynamics of rigid spacecraft, starting from ideal conditions (Keplerian motion and free-spinning spacecraft), then including relevant practical aspects, such as the effects of perturbing and control force and torques, up to the determination of control and maneuver strategies in response of mission requirements. At the end of the course, the student is expected 1) to understand the most relevant aspects of spacecraft dynamic behavior; 2) to solve problems which requires the determination of orbit features, orbital maneuvers or characterize attitude motion of a rigid spacecraft.

10606118 |
ELECTRONICS

2°

6

ENG

Insegnamento**Semestre****CFU****Lingua****Obiettivi formativi**

Il modulo di elettronica intende fornire le conoscenze generali di un sistema elettronico inteso come sistema di elaborazione di informazioni. In particolare, partendo dai concetti di base relativi ai sistemi lineari, il corso mira a fornire gli strumenti matematici per l'analisi dei segnali e le conoscenze di base di elettronica analogica e digitale partendo dai componenti fondamentali per arrivare ai circuiti elettronici e infine a sistemi elettronici più complessi, focalizzando l'attenzione sui limiti applicativi dovuti a banda passante, potenza e rumore per circuiti analogici e digitali.

Risultati

di apprendimento attesi: gli studenti saranno in grado di analizzare circuiti elettronici analogici e digitali e sapranno progettare semplici sistemi elettronici.

10606344 |

FUNDAMENTALS OF
EARTH OBSERVATION

2°

9

ENG

Obiettivi formativi

Il modulo mira a fornire una conoscenza generale sui sistemi di telerilevamento per l'osservazione della Terra da piattaforme aeree ed in particolare spaziali, operanti in diverse regioni dello spettro elettromagnetico.

Intende fornire le conoscenze fondamentali sulle basi fisiche per il telerilevamento della Terra, e in particolare le basi elettromagnetiche ed i modelli che descrivono l'emissione, l'assorbimento e la diffusione della radiazione da parte dei mezzi naturali (atmosfera, mare, terra) che sono alla base della interpretazione dei dati.

Descrive, utilizzando un approccio sistemistico, le caratteristiche del sistema da specificare per soddisfare i requisiti dell'utente finale in diversi domini applicativi (requisiti di missione). Richiama i principi tecnici dei principali sensori operanti in diverse gamme dello spettro elettromagnetico ed i vincoli che il sistema impone (orbita, sensore, etc.) sul soddisfacimento dei requisiti utente. Fornisce una panoramica delle più importanti applicazioni e dei parametri biogeofisici (dell'atmosfera, dell'oceano e della terraferma) che possono essere stimati da misure in diverse regioni dello spettro elettromagnetico. Infine, il modulo intende far conoscere alcune delle tecniche per l'elaborazione dei dati e la generazione dei prodotti, proponendo anche esercitazioni pratiche al computer per apprendere i principali passi di elaborazione di dati satellitari. Infine, fornisce una panoramica delle principali missioni satellitari di Osservazione della Terra e dei prodotti che queste forniscono all'utente finale.

EARTH OBSERVATION

2°

6

ENG

Obiettivi formativi

Il modulo mira a fornire una conoscenza generale sui sistemi di telerilevamento per l'osservazione della Terra da piattaforme aeree ed in particolare spaziali, operanti in diverse regioni dello spettro elettromagnetico.

Intende fornire le conoscenze fondamentali sulle basi fisiche per il telerilevamento della Terra, e in particolare le basi elettromagnetiche ed i modelli che descrivono l'emissione, l'assorbimento e la diffusione della radiazione da parte dei mezzi naturali (atmosfera, mare, terra) che sono alla base della interpretazione dei dati.

Descrive, utilizzando un approccio sistemistico, le caratteristiche del sistema da specificare per soddisfare i requisiti dell'utente finale in diversi domini applicativi (requisiti di missione). Richiama i principi tecnici dei principali sensori operanti in diverse gamme dello spettro elettromagnetico ed i vincoli che il sistema impone (orbita, sensore, etc.) sul soddisfacimento dei requisiti utente. Fornisce una panoramica delle più importanti applicazioni e dei parametri biogeofisici (dell'atmosfera, dell'oceano e della terraferma) che possono essere stimati da misure in diverse regioni dello spettro elettromagnetico. Infine, il modulo intende far conoscere alcune delle tecniche per l'elaborazione dei dati e la generazione dei prodotti, proponendo anche esercitazioni pratiche al computer per apprendere i principali passi di elaborazione di dati satellitari. Infine, fornisce una panoramica delle principali missioni satellitari di Osservazione della Terra e dei prodotti che queste forniscono all'utente finale.

FOUNDATIONS

2°

3

ENG

Insegnamento**Semestre****CFU****Lingua****Obiettivi formativi**

Il modulo mira a fornire una conoscenza generale sui sistemi di telerilevamento per l'osservazione della Terra da piattaforme aeree ed in particolare spaziali, operanti in diverse regioni dello spettro elettromagnetico.

Intende fornire le conoscenze fondamentali sulle basi fisiche per il telerilevamento della Terra, e in particolare le basi elettromagnetiche ed i modelli che descrivono l'emissione, l'assorbimento e la diffusione della radiazione da parte dei mezzi naturali (atmosfera, ma-re, terra) che sono alla base della interpretazione dei dati.

Descrive, utilizzando un approccio sistemistico, le caratteristiche del sistema da specificare per soddisfare i requisiti dell'utente finale in diversi domini applicativi (requisiti di missione). Richiama i principi tecnici dei principali sensori operanti in diverse gamme dello spettro elettromagnetico ed i vincoli che il sistema impone (orbita, sensore, etc.) sul soddisfacimento dei requisiti utente. Fornisce una panoramica delle più importanti applicazioni e dei parametri biogeofisici (dell'atmosfera, dell'oceano e della terraferma) che possono essere stimati da misure in diverse regioni dello spettro elettromagnetico. Infine, il modulo intende far conoscere alcune delle tecniche per l'elaborazione dei dati e la generazione dei prodotti, proponendo anche esercitazioni pratiche al computer per apprendere i principali passi di elaborazione di dati satellitari. Infine, fornisce una panoramica delle principali missioni satellitari di Osservazione della Terra e dei prodotti che queste forniscono all'utente finale.

1051386 | SPACE
MISSIONS AND
SYSTEMS

2°

9

ENG

Obiettivi formativi

Fornire le conoscenze di base sul progetto di missioni spaziali e sui sistemi di navigazione e di controllo d'assetto di satelliti e sonde spaziali.

Capacità di dimensionare e progettare semplici sistemi di determinazione e di controllo dell'orbita e dell'assetto di satelliti e sonde spaziali.

Conoscenza dello sviluppo e delle operazioni di missioni spaziali.

10606119 | SPACE
STRUCTURES

2°

9

ENG

Obiettivi formativi

Definire il ruolo delle strutture spaziali nell'ambito dei sistemi spaziali (es. satelliti, lanciatori). Descrivere l'environment meccanico delle missioni spaziali. Fornire gli elementi fondamentali per l'analisi statica e dinamica di strutture spaziali.

Descrivere ed analizzare il comportamento delle strutture spaziali a guscio e delle strutture laminate in materiale composito.

Acquisire i principi di base del Metodo degli Elementi Finiti, della sua applicazione e dell'impiego di programmi di calcolo basati sul metodo stesso.

Introdurre la progettazione delle strutture spaziali nel contesto della progettazione dei sistemi spaziali del loro sviluppo dalla concezione alla fase operativa fino al loro smaltimento ad evitare la produzione di debris spaziale.

2° anno**Insegnamento****Semestre****CFU****Lingua**

AAF2241 |
CONCEPTUAL DESIGN
OF A SPACE MISSION

2°

3

ENG

Insegnamento**Semestre****CFU****Lingua****Obiettivi formativi**

Il corso si prefigge di sviluppare il pensiero creativo degli studenti di ingegneria spaziale ed astronautica attraverso la definizione, a livello architettuale, di una missione spaziale volta a specifici obiettivi forniti dai docenti. Gli studenti raggiungeranno l'obiettivo formativo mettendo a frutto, in un'attività di team work, le metodologie, le competenze, le nozioni e gli strumenti di calcolo acquisiti durante il primo anno della laurea magistrale. Inoltre potranno avvalersi di strumenti di concurrent engineering. La produzione di un "Concept Document", che conterrà la soluzione proposta al raggiungimento degli obiettivi di missione, richiederà l'apprendimento di un'efficiente ricerca bibliografica volta all'acquisizione di informazioni disponibili in letteratura, su fact sheet di strumenti e sottosistemi e la richiesta diretta ai potenziali fornitori. La stesura del "Concept Document" nelle forme standard di una pre-proposta di missione, attraverso la stesura organica della soluzione offerta, la selezione ed il dettaglio degli aspetti più importanti, l'evidenziazione delle criticità, concluderà l'attività del lavoro di gruppo. In sintesi, gli obiettivi formativi del corso possono essere così elencati:

- 1) sviluppo del pensiero creativo attraverso la definizione, a livello architettuale, di una missione spaziale volta a specifici obiettivi;
- 2) acquisizione delle capacità di organizzare le metodologie, le competenze, le nozioni e gli strumenti di calcolo acquisiti durante il primo anno della laurea magistrale verso la definizione concettuale di una missione spaziale, attraverso un'attività di team work;
- 3) apprendimento di come viene effettuata un'efficiente ricerca bibliografica volta all'acquisizione di informazioni disponibili in letteratura, su fact sheet di strumenti e sottosistemi, e l'interazione diretta con potenziali fornitori;
- 4) acquisizione della capacità di sintetizzare il lavoro svolto in maniera efficace, consistente e sintetica, attraverso la scrittura di un concept document.

Il concept document presenterà la risoluzione creativa di un problema centrale dell'ingegneria spaziale (la definizione concettuale di una missione spaziale), partendo comunque dalle competenze acquisite durante la didattica frontale. Tale progetto creativo verrà svolto in gruppi, stimolando il confronto reciproco e lo sviluppo delle capacità comunicative e di esposizione degli studenti.

10606342 GEOPHYSICAL AND ASTROPHYSICAL FLUID DYNAMICS	2°	6	ENG
--	----	---	-----

Obiettivi formativi

Fluidodinamica della Terra e dei pianeti, inclusi gli oceani, le atmosfere, oltre a la fluidodinamica del sole. In aggiunta a ciò viene presentata la fenomenologia magneto-idrodinamica.

10606311 SPACECRAFT PROPULSION	2°	6	ENG
--	----	---	-----

Obiettivi formativi

Fornire una conoscenza di base dei propulsori astronautici, cioè dei propulsori impiegati nelle missioni spaziali per manovre di "deep-space" oppure per controllo d'assetto e "station-keeping". Fornire gli strumenti utili allo studio dei propulsori elettrotermici, elettrostatici, elettromagnetici e nucleari termici. Attenzione viene posta verso le alternative "green" ai sistemi propulsivi chimici convenzionali per le applicazioni future con l'obiettivo di ridurre l'impiego di propellenti tossici.

A SCELTA DELLO STUDENTE	2°	12	ENG
----------------------------	----	----	-----

AAF1019 PROVA FINALE	2°	21	ENG
---------------------------	----	----	-----

curr. SPACE PAYLOADS
AND APPLICATIONS
FOR.. - 6 cfu in B

Insegnamento curr. SPACE PAYLOADS AND APPLICATIONS FOR... - 6 cfu in C	Semestre	CFU	Lingua
--	-----------------	------------	---------------

Gruppi opzionali

Lo studente deve acquisire 6 CFU fra i seguenti esami

Insegnamento	Anno	Semestre	CFU	Lingua
1044024 LIQUID ROCKET ENGINES	2°	1°	6	ENG
Obiettivi formativi				
L'obiettivo del corso è fornire una conoscenza di base sul funzionamento delle parti che costituiscono gli endoreattori a propellente liquido, e del sistema nel suo insieme. Le parti principali analizzate nel corso sono il sistema di alimentazione, il sistema di raffreddamento in funzione delle elevate pressioni richieste per avere elevate efficienze, anche in vista di una maggiore sostenibilità ambientale della propulsione spaziale. E' obiettivo del corso fornire agli studenti gli elementi base per lo studio delle turbomacchine e dell'instabilità di combustione.				
1044027 SOLID ROCKET MOTORS	2°	1°	6	ENG
Obiettivi formativi				
Il corso si dedicherà all'analisi della struttura generale dei motori a propellente solido (SRM) ed alla complessa fenomenologia che li caratterizza. Una parte introduttiva fornirà gli strumenti teorici di base e affronterà i primi modelli matematici del motore in grado di descrivere l'operazione in regime quasi stazionario. Successivamente verranno affrontati i vari aspetti della combustione dei materiali energetici ed in particolare dei propellenti solidi. Infine, il corso si dedicherà ad aspetti specifici dei motori a solido come i fenomeni di erosione degli ugelli in materiale composito, flussi bifase, la geometria del grano e il transitorio di accensione. Verranno forniti cenni su alcune varianti dei motori a solido come i motori ibridi. Attenzione verrà posta sullo stato dello sviluppo di nuove formulazioni di propellenti solidi basate sull'uso di ossidanti "green", con l'obiettivo di ridurre progressivamente l'impiego dei perclorati che producono prodotti di combustione altamente tossici. Delle esercitazioni verranno effettuate a corredo di ogni parte del corso.				

Lo studente deve acquisire 12 CFU fra i seguenti esami

Insegnamento	Anno	Semestre	CFU	Lingua
10606304 COMPUTATIONAL GAS DYNAMICS	2°	1°	6	ENG

Insegnamento	Anno	Semestre	CFU	Lingua
--------------	------	----------	-----	--------

Obiettivi formativi

Una delle maggiori difficoltà che si incontrano nell'utilizzo concreto in termini di applicazioni ingegneristiche della fluidodinamica computazionale è la concorrenzialità di attività, e relative problematiche, per loro natura molto diverse. Per citarne alcune: la scelta della mesh di calcolo, dell'algoritmo di soluzione, del modello di turbolenza, etc...

Pertanto gli obiettivi formativi saranno focalizzati sulla conoscenza e comprensione di un ampio spettro di metodi numerici, modelli fisici e tecniche di analisi rilevanti per la progettazione aerodinamica in regime comprimibile, come pure sull'acquisizione della capacità di identificazione del problema fisico di interesse, sulla scelta di un approccio adeguato per la modellizzazione numerica e la valutazione critica dei risultati ottenuti.

Inoltre grande importanza verrà data ad un progetto, auspicabilmente di gruppo, finalizzato alla soluzione/simulazione di un problema specifico. In questo modo verranno affrontate praticamente tutte le fasi del flusso di lavoro CFD, pre-elaborazione, risoluzione e post-elaborazione. Il team dovrà organizzare riunioni, gestire le risorse, gestire la dipendenza dai compiti, riferire sui calcoli e condurre analisi complete.

Il progetto di gruppo è fondamentale per questo corso, in quanto crea un ambiente di consulenza virtuale, riunendo studenti con diversi background per risolvere un problema reale.

Il problem solving e il coordinamento del progetto devono essere intrapresi su base individuale e di squadra. Gli studenti svilupperanno anche abilità interpersonali necessarie per intraprendere le loro future carriere come leader di ingegneria e tecnologia.

Alla fine del progetto, il gruppo terrà una presentazione nella quale esporrà le problematiche incontrate e i risultati ottenuti.

1044024 LIQUID ROCKET ENGINES	2°	1°	6	ENG
------------------------------------	----	----	---	-----

Obiettivi formativi

L'obiettivo del corso è fornire una conoscenza di base sul funzionamento delle parti che costituiscono gli endoreattori a propellente liquido, e del sistema nel suo insieme. Le parti principali analizzate nel corso sono il sistema di alimentazione, il sistema di raffreddamento in funzione delle elevate pressioni richieste per avere elevate efficienze, anche in vista di una maggiore sostenibilità ambientale della propulsione spaziale. E' obiettivo del corso fornire agli studenti gli elementi base per lo studio delle turbomacchine e dell'instabilità di combustione.

1044027 SOLID ROCKET MOTORS	2°	1°	6	ENG
----------------------------------	----	----	---	-----

Obiettivi formativi

Il corso si dedicherà all'analisi della struttura generale dei motori a propellente solido (SRM) ed alla complessa fenomenologia che li caratterizza. Una parte introduttiva fornirà gli strumenti teorici di base e affronterà i primi modelli matematici del motore in grado di descrivere l'operazione in regime quasi stazionario. Successivamente verranno affrontati i vari aspetti della combustione dei materiali energetici ed in particolare dei propellenti solidi. Infine, il corso si dedicherà ad aspetti specifici dei motori a solido come i fenomeni di erosione degli ugelli in materiale composito, flussi bifase, la geometria del grano e il transitorio di accensione. Verranno forniti cenni su alcune varianti dei motori a solido come i motori ibridi. Attenzione verrà posta sullo stato dello sviluppo di nuove formulazioni di propellenti solidi basate sull'uso di ossidanti "green", con l'obiettivo di ridurre progressivamente l'impiego dei perclorati che producono prodotti di combustione altamente tossici. Delle esercitazioni verranno effettuate a corredo di ogni parte del corso.

10606123 DYNAMICS OF AEROSPACE STRUCTURES	2°	2°	6	ENG
--	----	----	---	-----

Insegnamento	Anno	Semestre	CFU	Lingua
--------------	------	----------	-----	--------

Obiettivi formativi

Questo corso offre l'opportunità di integrare la preparazione acquisita nei corsi di base con metodologie e strumenti avanzati per l'analisi dinamica delle strutture aerospaziali sia nel dominio del tempo che in quello di Fourier-Laplace. Viene studiata la risposta dei sistemi strutturali lineari a carichi dinamici sia deterministici che stocastici, introducendo alcune questioni essenziali sulla teoria della vibrazione casuale. Il corso presenta anche tecniche di riduzione dell'ordine (condensazione statica e dinamica) di modelli ad elementi finiti insieme a problemi di eccitazione sismica su strutture aerospaziali come aerei e lanciatori. Particolare attenzione è data anche ai principali modelli di smorzamento strutturale per lo studio del controllo delle vibrazioni con assorbitori dinamici. Infine, viene fornita una panoramica dei problemi di propagazione nelle strutture aerospaziali in cui sono coinvolti processi dinamici veloci. I metodi di integrazione numerica sono utilizzati per studiare le risposte di questi sistemi strutturali, evidenziando le differenze rispetto alle risposte ottenute con l'analisi lineare.

Obiettivi di apprendimento

Generale

Dopo aver completato questo corso, lo studente sarà in grado di comprendere tutti gli aspetti fondamentali relativi alla dinamica delle strutture aerospaziali, studiare i problemi di risposta a carichi sismici casuali con valutazione delle prestazioni, progettare un sistema di controllo passivo e attivo delle vibrazioni strutturali utilizzando assorbitori dinamici e valutare effetti non lineari nel caso di strutture caratterizzate da dinamica veloce. Lo studente avrà infine maturato il bagaglio culturale per dialogare con enti di certificazione per la qualificazione al volo/lancio di sistemi strutturali e con gli enti/professionisti responsabili delle prove dinamiche sperimentali.

1041538 COMBUSTION	2°	2°	6	ENG
-------------------------	----	----	---	-----

Obiettivi formativi

Conoscenza delle principali fenomenologie, teorie, e modelli matematici/numerici che caratterizzano i processi di combustione in miscele di gas.

10606305 DYNAMICS AND CONTROL OF LAUNCH VEHICLES	2°	2°	6	ENG
--	----	----	---	-----

Obiettivi formativi

L'obiettivo del corso è quello di fornire agli studenti una solida base dei principi della meccanica di volo dei lanciatori. I contenuti del corso coprono i principi fondamentali della meccanica di volo dei lanciatori, compresa la pianificazione ottimale della traiettoria di salita di un lanciatore (anche riutilizzabile) dalla base di lancio all'inserimento in orbita del carico utile, e l'analisi della stabilità e del controllo del lanciatore in volo atmosferico.

Verranno inoltre illustrati i fattori chiave che influenzano le prestazioni dei veicoli di lancio, come i requisiti della missione, le condizioni atmosferiche e la posizione del sito di lancio, al fine di fornire agli studenti una comprensione completa del contesto in cui operano i veicoli di lancio.

Il corso pone una particolare attenzione sulla capacità di applicare le conoscenze apprese alla soluzione di problemi numerici tipici della meccanica del volo dei lanciatori, quali la pianificazione di traiettoria e il controllo di un lanciatore flessibile.

The objective of the course is to provide students with a solid foundation of the principles of launch vehicle flight mechanics.

10606115 AEROSPACE THERMAL STRUCTURES	2°	2°	6	ENG
--	----	----	---	-----

Insegnamento	Anno	Semestre	CFU	Lingua
Obiettivi formativi				
The course aims to provide the theoretical basis to address the study of thermal and thermoelastic problems in aerospace structures, induced by the thermal environment of the missions of aeronautical and space systems, with particular attention to the phenomena of radiative exchange. The technology relating to piezoelectric materials is also introduced with a view to structural monitoring, the treatment of which is deeply interconnected with the thermoelastic one following a close analogy in the mathematical formulation. Structural monitoring technologies based on the use of piezoelectric materials and energy harvesting technologies from mechanical vibrations connected to them constitute a transversal reference for applications in the monitoring of industrial systems, vehicles and intelligent infrastructures.				
10606306 HYPERSONIC PROPULSION	2°	2°	6	ENG
Obiettivi formativi				
Questo corso offre la possibilità di integrare la preparazione acquisita nei corsi di base con metodologie avanzate in grado di analizzare i sistemi propulsivi operanti a velocità ipersonica. Il corso è principalmente focalizzato sui sistemi propulsivi di tipo air-breathing ad alta velocità, con e senza turbomacchine. Nel corso saranno discussi nel dettaglio i principali componenti quali prese dinamiche ad alta velocità, mescolatori, isolatori, combustori e ugelli.				
Obiettivi formativi Generale				
Gli obiettivi formativi prevedono l'acquisizione della conoscenza di base e delle competenze necessarie per studiare ed analizzare l'aerotermodinamica e le prestazioni, in condizioni di progetto e fuori progetto, di sistemi propulsivi di tipo air-breathing operanti a velocità ipersoniche quali ramjet e scramjet, sistemi propulsivi basati sulla detonazione e sistemi propulsivi a ciclo combinato.				
Dettagliati				
Una volta completato il corso lo studente sarà in grado di:				
<ul style="list-style-type: none"> - Calcolare le prestazioni di un sistema propulsivo di tipo ramjet/scramjet - Discutere i principi di funzionamento di una presa d'aria supersonica e ipersonica - Utilizzare modelli ridotti per analizzare il ciclo termodinamico e calcolare le prestazioni di sistemi propulsivi di tipo air-breathing e di sistemi propulsivi a ciclo combinato operanti a velocità supersoniche e ipersoniche - Sfruttare le conoscenze acquisite per essere in grado di effettuare criticamente la scelta del sistema propulsivo ipersonico per una data missione - Condurre un progetto preliminare dei principali sottosistemi di un sistema di propulsione ipersonica 				
10606116 HYPERSONICS	2°	2°	6	ENG
Obiettivi formativi				
Fornire i fondamenti dell'aerodinamica ipersonica e le metodologie per la soluzione dei flussi ipersonici.				
10606307 SPACE GUIDANCE AND TRACKING SYSTEMS				
10606307 SPACE GUIDANCE AND TRACKING SYSTEMS	2°	2°	6	ENG
Obiettivi formativi				
Acquisizione delle capacità di analisi e sintesi di sistemi di guida e navigazione nelle missioni spaziali e l'interazione con il controllo, gli altri sottosistemi del veicolo.				
Applicazioni di tecniche di Sorveglianza spaziale per il monitoraggio, la prevenzione e la rimozione di detriti spaziali.				
Conoscenza e valutazione dell'effetto delle perturbazioni ambientali sull'evoluzione di sistemi orbitali complessi (i.e. megacostellazioni, nubi di frammenti, formazioni...) e sostenibilità del traffico spaziale.				

Lo studente deve acquisire 6 CFU fra i seguenti esami

Insegnamento	Anno	Semestre	CFU	Lingua
10612490 SPACECRAFT COMMUNICATION AND LOCALIZATION	2°	1°	6	ENG
SATELLITE NAVIGATION SYSTEMS	2°	1°	3	ENG
COMMUNICATION PAYLOAD	2°	1°	3	ENG
10596176 OPTIMAL FILTERING	2°	2°	6	ENG

Obiettivi formativi

The course illustrates the basic estimation and filtering methodologies. The student will be able to use the most important estimation techniques and to formulate and study optimization problem of different kinds.

Specific objectives

- Knowledge and understanding

The student will learn the estimation and filtering methodologies for being applied to different frameworks.

- Use knowledge and understanding

The student will be able to formulate an estimation problem and design the optimal estimate, by implementing it to evaluate the consequent results

- Communication skills

The course will allow the student to communicate and share the main problems in specific application fields, by focusing on the possible design procedures and evaluating their strength or weakness

- Learning skills

The course will empower the analytical skills of the student, from the problem analysis to the study of the available scientific literature and down to the design and implementation.

1041541 AEROSPACE MATERIALS	2°	2°	6	ENG
-------------------------------------	----	----	---	-----

Obiettivi formativi

Il corso ha come obiettivo quello di consentire agli allievi di acquisire conoscenze e competenze utili per il circolo virtuoso innovazione-tecnologie-materiali-prodotti-processi nel settore aeronautico strutturale e propulsivo e nel campo più ampio dell'industria manifatturiera. Gli argomenti saranno trattati con il ricorso ad un approccio inter e multidisciplinare, con lo scopo di collegare le conoscenze e le competenze relative allo sviluppo ed all'utilizzo delle tecnologie innovative dei materiali, finalizzate alle applicazioni realizzative ed agli aspetti di selezione/progetto. Saranno altresì evidenziati gli aspetti di base volti ad identificare criteri di selezione e scelta dei materiali che favoriscano approcci manifatturieri tipici dell'economia circolare, con riferimento all'uso di materiali ecocompatibili e riciclabili, per processi tecnologici basati anche su materiali di sostituzione provenienti da materie prime seconde, inclusi sistemi leggeri e multimateriale.

10606308 SPACECRAFT POWER SYSTEMS	2°	2°	6	ENG
---	----	----	---	-----

Insegnamento	Anno	Semestre	CFU	Lingua
Obiettivi formativi				
Conoscere i criteri di progettazione di massima di un sistema elettrico satellitare, e la sua stretta correlazione con il sistema satellite.				
Conoscere i criteri di dimensionamento di: generatori fotovoltaici, circuiti, sistemi di accumulo energetico, sistemi di protezione elettrica.				

Lo studente deve acquisire 6 CFU fra i seguenti esami

Insegnamento	Anno	Semestre	CFU	Lingua
10606310 TECHNOLOGY OF AEROSPACE MATERIALS	2°	1°	6	ENG
Obiettivi formativi				
I materiali utilizzati nelle applicazioni aerospaziali devono soddisfare particolari requisiti di prestazione estendendo le limitazioni di progettazione dei convenzionali materiali ingegneristici e la domanda di design e considerando prodotti più efficaci dal punto di vista dell'efficienza energetica, delle prestazioni durante il ciclo di vita e della sostenibilità ambientale (impiego di materiali riutilizzabili e/o riciclabili).				
In questo contesto, rientra lo sviluppo di processi di manufacturing in situ in ambiente planetario (Luna e Marte) basati su risorse locali per limitare il trasporto da Terra e il relativo impiego di risorse non rinnovabili. L'obiettivo del corso è quello di illustrare agli studenti tutti gli aspetti dei materiali, delle tecnologie e dei processi e il loro uso nel campo aerospaziale, anche nell'ottica della sostenibilità e dell'economia circolare nello spazio.				
Gli studenti svilupperanno la conoscenza della tecnologia dei materiali aerospaziali in relazione alla progettazione, all'analisi e al testing. Particolare rilievo sarà dato alle applicazioni pratiche e alla ricerca in corso. Il corso comprenderà una breve sezione di laboratorio, in cui gli studenti fabbricheranno e testeranno una semplice struttura in materiale composito avanzato.				
1041548 MULTIBODY SPACE STRUCTURES	2°	2°	6	ENG
Obiettivi formativi				
Il corso ha come obiettivo l'insegnamento delle metodologie per la modellizzazione e l'analisi di sistemi spaziali complessi quali i sistemi Multibody in ambiente spaziale.				

Lo studente deve acquisire 12 CFU fra i seguenti esami

Insegnamento	Anno	Semestre	CFU	Lingua
10606310 TECHNOLOGY OF AEROSPACE MATERIALS	2°	1°	6	ENG

Insegnamento	Anno	Semestre	CFU	Lingua
Obiettivi formativi				
<p>I materiali utilizzati nelle applicazioni aerospaziali devono soddisfare particolari requisiti di prestazione estendendo le limitazioni di progettazione dei convenzionali materiali ingegneristici e la domanda di design e considerando prodotti più efficaci dal punto di vista dell'efficienza energetica, delle prestazioni durante il ciclo di vita e della sostenibilità ambientale (impiego di materiali riutilizzabili e/o riciclabili).</p> <p>In questo contesto, rientra lo sviluppo di processi di manufacturing in situ in ambiente planetario (Luna e Marte) basati su risorse locali per limitare il trasporto da Terra e il relativo impiego di risorse non rinnovabili. L'obiettivo del corso è quello di illustrare agli studenti tutti gli aspetti dei materiali, delle tecnologie e dei processi e il loro uso nel campo aerospaziale, anche nell'ottica della sostenibilità e dell'economia circolare nello spazio.</p> <p>Gli studenti svilupperanno la conoscenza della tecnologia dei materiali aerospaziali in relazione alla progettazione, all'analisi e al testing. Particolare rilievo sarà dato alle applicazioni pratiche e alla ricerca in corso. Il corso comprenderà una breve sezione di laboratorio, in cui gli studenti fabbricheranno e testeranno una semplice struttura in materiale composito avanzato.</p>				
10589414 ADVANCED SPACECRAFT DYNAMICS	2°	2°	6	ENG
Obiettivi formativi				
<ul style="list-style-type: none"> - Ampliare le conoscenze di meccanica orbitale e dinamica d'assetto acquisite nei precedenti corsi - Descrivere e simulare i sistemi di stabilizzazione semi-passiva, con particolare riferimento ai sistemi dual spin - Comprendere le problematiche del riorientamento dei satelliti e simulare le relative manovre - Descrivere matematicamente e simulare il moto complessivo dei veicoli spaziali (traiettoria e assetto) in fasi di missione complesse, quali il rientro planetario - Descrivere matematicamente le traiettorie a bassa spinta e comprenderne l'impiego nei trasferimenti orbitali - Apprendere tecniche avanzate per il progetto delle costellazioni satellitari e la valutazione delle relative prestazioni 				
1041548 MULTIBODY SPACE STRUCTURES	2°	2°	6	ENG
Obiettivi formativi				
<p>Il corso ha come obiettivo l'insegnamento delle metodologie per la modellizzazione e l'analisi di sistemi spaziali complessi quali i sistemi Multibody in ambiente spaziale.</p>				
1041550 SPACECRAFT DESIGN	2°	2°	6	ENG
Obiettivi formativi				
<p>L'obiettivo del corso è fornire agli studenti la conoscenza dettagliata delle metodologie in uso per il progetto dei satelliti e dei sistemi satellitare, secondo gli standard internazionali.</p>				
10606311 SPACECRAFT PROPULSION	2°	2°	6	ENG

Insegnamento	Anno	Semestre	CFU	Lingua
Obiettivi formativi				
Fornire una conoscenza di base dei propulsori astronautici, cioè dei propulsori impiegati nelle missioni spaziali per manovre di "deep-space" oppure per controllo d'assetto e "station-keeping". Fornire gli strumenti utili allo studio dei propulsori elettrotermici, elettrostatici, elettromagnetici e nucleari termici. Attenzione viene posta verso le alternative "green" ai sistemi propulsivi chimici convenzionali per le applicazioni future con l'obiettivo di ridurre l'impiego di propellenti tossici.				
10606123 DYNAMICS OF AEROSPACE STRUCTURES	2°	2°	6	ENG
Obiettivi formativi				
Questo corso offre l'opportunità di integrare la preparazione acquisita nei corsi di base con metodologie e strumenti avanzati per l'analisi dinamica delle strutture aerospaziali sia nel dominio del tempo che in quello di Fourier-Laplace. Viene studiata la risposta dei sistemi strutturali lineari a carichi dinamici sia deterministici che stocastici, introducendo alcune questioni essenziali sulla teoria della vibrazione casuale. Il corso presenta anche tecniche di riduzione dell'ordine (condensazione statica e dinamica) di modelli ad elementi finiti insieme a problemi di eccitazione sismica su strutture aerospaziali come aerei e lanciatori. Particolare attenzione è data anche ai principali modelli di smorzamento strutturale per lo studio del controllo delle vibrazioni con assorbitori dinamici. Infine, viene fornita una panoramica dei problemi di propagazione nelle strutture aerospaziali in cui sono coinvolti processi dinamici veloci. I metodi di integrazione numerica sono utilizzati per studiare le risposte di questi sistemi strutturali, evidenziando le differenze rispetto alle risposte ottenute con l'analisi lineare.				
Obiettivi di apprendimento				
Generale				
Dopo aver completato questo corso, lo studente sarà in grado di comprendere tutti gli aspetti fondamentali relativi alla dinamica delle strutture aerospaziali, studiare i problemi di risposta a carichi sismici casuali con valutazione delle prestazioni, progettare un sistema di controllo passivo e attivo delle vibrazioni strutturali utilizzando assorbitori dinamici e valutare effetti non lineari nel caso di strutture caratterizzate da dinamica veloce. Lo studente avrà infine maturato il bagaglio culturale per dialogare con enti di certificazione per la qualificazione al volo/lancio di sistemi strutturali e con gli enti/professionisti responsabili delle prove dinamiche sperimentali.				
10606312 INSTRUMENTS FOR SPACE EXPLORATION	2°	2°	6	ENG

Insegnamento**Anno****Semestre****CFU****Lingua****Obiettivi formativi**

Il corso mira a fornire una comprensione completa di payload scientifici e di navigazione di un veicolo spaziale e della loro integrazione a bordo. Il corso offre agli studenti la possibilità di sviluppare le competenze necessarie per comprendere le sfide della progettazione di strumenti a partire da requisiti di prestazioni di alto livello fino ai requisiti di implementazione di basso livello.

La prima parte del corso si concentra sugli aspetti tecnici, a partire dalla progettazione del carico utile fino alla sua integrazione finale all'interno del veicolo spaziale. Questi aspetti tecnici includono: scopo e requisiti di uno strumento; interfacce di alimentazione e dati con il veicolo spaziale; compatibilità meccanica, termica ed elettromagnetica con altra strumentazione di bordo in un determinato ambiente; massa, volume e consumo di energia/potenza dello strumento e loro impatto sulla progettazione del veicolo spaziale. Questo modulo affronta le principali fasi di progettazione e revisione di uno strumento e la campagna di test prima di essere integrato nel satellite o sonda spaziale. Questo modulo affronta anche le sfide progettuali incontrate nell'adattare uno strumento alle operazioni in diversi scenari di missione. Ad esempio, la selezione del lanciatore gioca un ruolo importante nel determinare l'ambiente di vibrazione degli strumenti, oppure le tolleranze alla radiazione che vengono richieste possono variare in modo assai significativo a seconda del profilo di missione.

La seconda parte del corso verte sull'analisi dei carichi utili e delle loro principali caratteristiche e finalità. Per un insieme di strumenti selezionati si analizzeranno le scelte progettuali e i principali problemi da affrontare. Lo studente avrà già in parte acquisito familiarità con questi aspetti durante la prima parte del corso. Le caratteristiche tecniche e i requisiti dello strumento verranno confrontati con le prestazioni e i requisiti di misura sulla base di alcuni esempi concreti. I carichi utili che verranno analizzati sono scelti tra: altimetri laser, transponder radio, spettrometri, radar, fotocamere, accelerometri, magnetometri, analizzatore di particelle e riflettori laser (possono variare ogni anno). Le misurazioni scientifiche e le informazioni che possono fornire vengono analizzate indipendentemente per ogni strumento, evidenziandone le sinergie. Ad esempio, i dati dell'altimetro laser possono essere combinati con i dati di tracciamento radio per misurare maree di superficie e gravitazionale dei corpi celesti, fornendo dati essenziali per determinare la struttura interna di quei corpi.

Il background teorico che gli studenti hanno sviluppato durante la laurea triennale e magistrale viene applicato in un contesto che consente allo studente di comprendere le sfide della realizzazione di strumentazione avanzata, qualificata per lo spazio.

Al termine del corso, lo studente acquisirà le seguenti competenze:

- 1) Comprendere le interfacce (meccaniche, elettriche, termiche) tra lo strumento e il veicolo spaziale;
- 2) Comprendere i requisiti dello strumento e il suo impatto sulla progettazione del veicolo spaziale;
- 3) Valutare l'impatto sulla progettazione strumentale dell'ambiente operativo;
- 4) Acquisire la capacità di scrivere requisiti chiari per lo sviluppo e l'integrazione del payload nei veicoli spaziali;
- 5) Comprendere le funzioni e gli obiettivi dello strumento nel contesto della missione e l'utilizzo dei dati da parte dell'utente finale.
- 6) Acquisire conoscenze su alcuni degli strumenti più utilizzati nell'esplorazione spaziale.

10606373 | SMART
MANUFACTURING
AND ADVANCED
SPACE
TECHNOLOGIES

2°

2°

6

ENG

Obiettivi formativi

After this course, the student will be able to:

- Know the different types of gossamer structures
- Understand pros and cons of using specific gossamer structure for a mission
- Select materials based on project requirements and operative environment to realize a large structure
- Understand the rational manufacturing techniques to realize gossamer structures
- Know and understand the deployable technological solutions including kirigami and origami techniques
- Know and understand the current state-of-art of manufacturing processes for ISRU
- Understand the principles to design habitats on Moon and Mars
- Understand how to realize a space suit
- Understand how to apply nanotechnology for space applications

ADVANCED SPACE
TECHNOLOGIES

2°

2°

3

ENG

Insegnamento	Anno	Semestre	CFU	Lingua
Obiettivi formativi				
After this course, the student will be able to:				
<ul style="list-style-type: none"> - Know the different types of gossamer structures - Understand pros and cons of using specific gossamer structure for a mission - Select materials based on project requirements and operative environment to realize a large structure - Understand the rational manufacturing techniques to realize gossamer structures - Know and understand the deployable technological solutions including kirigami and origami techniques - Know and understand the current state-of-art of manufacturing processes for ISRU - Understand the principles to design habitats on Moon and Mars - Understand how to realize a space suit - Understand how to apply nanotechnology for space applications 				
SMART MANUFACTURING	2°	2°	3	ENG
Obiettivi formativi				
General				
After completing this course, the student will be able to understand how the MAIT processes are related to the present industrial needs and will be able to have a holistic approach to the overall life of a spacecraft. The student will know concept as model-based system engineering and how they can be used in the management of complex decision processes as the space missions are. The student will know the logics behind the Industry 4.0 approaches and how they can applied in the real industrial practice.				
Detailed				
Upon completion of this course, the student will be able to:				
<ul style="list-style-type: none"> - Understand how the user needs in terms of mission requirements can influence the industrial organization - Understand and use instruments of decision support as decisional matrices - Understand the modern vision of model-centered design and manufacturing - Understand the meaning of long-life approach to the design of a spacecraft - Understand, at a high-level point of view, the MAIT processes typical of space industry - Understand the main concepts of Industry 4.0 and Smart Manufacturing - Understand the rationale and main features of MAIT process sensorization - Understand concepts as Digital Twins and Cyber-physical Systems - Understand how digitalization can be applied to improve space systems MAIT 				

Lo studente deve acquisire 6 CFU fra i seguenti esami

Insegnamento	Anno	Semestre	CFU	Lingua
10606372 OPTICAL AND MICROWAVE SENSORS	2°	1°	6	ENG

Insegnamento	Anno	Semestre	CFU	Lingua
--------------	------	----------	-----	--------

Obiettivi formativi

Modulo di elettronica (6 crediti)

Il modulo di elettronica intende fornire le conoscenze generali di un sistema elettronico inteso come sistema di elaborazione di informazioni. In particolare, partendo dai concetti di base relativi ai sistemi lineari, il corso mira a fornire gli strumenti matematici per l'analisi dei segnali e le conoscenze di base di elettronica analogica e digitale partendo dai componenti fondamentali per arrivare ai circuiti elettronici e infine ai sistemi elettronici più complessi. Il corso mette a fuoco il legame tra banda in frequenza, consumo di potenza e rumore nei circuiti analogici e reti digitali per le applicazioni spaziali e satellitari nel contesto delle infrastrutture di trasporto, energetiche, telecomunicazioni.

Risultati di apprendimento attesi: gli studenti saranno in grado di analizzare circuiti elettronici analogici e digitali e acquisiranno elementi di progettazione di sistemi elettronici per differenti campi applicativi.

Modulo di sensori ottici (3 crediti)

Il modulo di sensori ottici ha lo scopo di fornire un'introduzione ai sistemi ottici integrati partendo dai meccanismi di trasduzione della radiazione tramite sorgenti ottiche (laser e LED) e fotorivelatori a semiconduttore fino ad arrivare a comprendere gli aspetti a livello di sistema di sensori di immagini basati su CCD e CMOS. Il modulo presenta casi applicativi nel campo del telerilevamento ambientale e comunicazioni ottiche a larga banda in fibra e nello spazio libero e per sistemi complessi.

Risultati di apprendimento attesi: gli studenti saranno in grado di comprendere il funzionamento dei sensori di immagine e ambientali, confrontando le prestazioni delle diverse tecnologie disponibili in funzione dei requisiti di sistema.

MICROWAVES
SENSORS

2°

1°

3

ENG

Obiettivi formativi

Modulo di elettronica (6 crediti)

Il modulo di elettronica intende fornire le conoscenze generali di un sistema elettronico inteso come sistema di elaborazione di informazioni. In particolare, partendo dai concetti di base relativi ai sistemi lineari, il corso mira a fornire gli strumenti matematici per l'analisi dei segnali e le conoscenze di base di elettronica analogica e digitale partendo dai componenti fondamentali per arrivare ai circuiti elettronici e infine ai sistemi elettronici più complessi. Il corso mette a fuoco il legame tra banda in frequenza, consumo di potenza e rumore nei circuiti analogici e reti digitali per le applicazioni spaziali e satellitari nel contesto delle infrastrutture di trasporto, energetiche, telecomunicazioni.

Risultati di apprendimento attesi: gli studenti saranno in grado di analizzare circuiti elettronici analogici e digitali e acquisiranno elementi di progettazione di sistemi elettronici per differenti campi applicativi.

Modulo di sensori ottici (3 crediti)

Il modulo di sensori ottici ha lo scopo di fornire un'introduzione ai sistemi ottici integrati partendo dai meccanismi di trasduzione della radiazione tramite sorgenti ottiche (laser e LED) e fotorivelatori a semiconduttore fino ad arrivare a comprendere gli aspetti a livello di sistema di sensori di immagini basati su CCD e CMOS. Il modulo presenta casi applicativi nel campo del telerilevamento ambientale e comunicazioni ottiche a larga banda in fibra e nello spazio libero e per sistemi complessi.

Risultati di apprendimento attesi: gli studenti saranno in grado di comprendere il funzionamento dei sensori di immagine e ambientali, confrontando le prestazioni delle diverse tecnologie disponibili in funzione dei requisiti di sistema.

OPTICAL
SENSORS

2°

1°

3

ENG

Insegnamento	Anno	Semestre	CFU	Lingua
--------------	------	----------	-----	--------

Obiettivi formativi

Modulo di elettronica (6 crediti)

Il modulo di elettronica intende fornire le conoscenze generali di un sistema elettronico inteso come sistema di elaborazione di informazioni. In particolare, partendo dai concetti di base relativi ai sistemi lineari, il corso mira a fornire gli strumenti matematici per l'analisi dei segnali e le conoscenze di base di elettronica analogica e digitale partendo dai componenti fondamentali per arrivare ai circuiti elettronici e infine ai sistemi elettronici più complessi. Il corso mette a fuoco il legame tra banda in frequenza, consumo di potenza e rumore nei circuiti analogici e reti digitali per le applicazioni spaziali e satellitari nel contesto delle infrastrutture di trasporto, energetiche, telecomunicazioni.

Risultati di apprendimento attesi: gli studenti saranno in grado di analizzare circuiti elettronici analogici e digitali e acquisiranno elementi di progettazione di sistemi elettronici per differenti campi applicativi.

Modulo di sensori ottici (3 crediti)

Il modulo di sensori ottici ha lo scopo di fornire un'introduzione ai sistemi ottici integrati partendo dai meccanismi di trasduzione della radiazione tramite sorgenti ottiche (laser e LED) e fotorivelatori a semiconduttore fino ad arrivare a comprendere gli aspetti a livello di sistema di sensori di immagini basati su CCD e CMOS. Il modulo presenta casi applicativi nel campo del telerilevamento ambientale e comunicazioni ottiche a larga banda in fibra e nello spazio libero e per sistemi complessi.

Risultati di apprendimento attesi: gli studenti saranno in grado di comprendere il funzionamento dei sensori di immagine e ambientali, confrontando le prestazioni delle diverse tecnologie disponibili in funzione dei requisiti di sistema.

10606353 COMMUNICATION AND RADAR PAYLOADS	2°	1°	6	ENG
--	----	----	---	-----

Obiettivi formativi

GENERALI

Sono introdotti i payload satellitari di telecomunicazioni e radar con i loro principi di funzionamento. Per ciascuno dei due payload: (i) si approfondiscono le applicazioni con i relativi requisiti prestazionali; (ii) si analizza il sistema spaziale completo e la missione spaziale tipica al cui interno sono inseriti; (iii) si identificano i parametri di progetto principali da cui dipendono le prestazioni; (iv) si studia il legame fra i parametri principali e le prestazioni; (v) si analizzano i requisiti sulla piattaforma che li ospita, per garantirne il corretto funzionamento.

Nell'ambito dei payload di telecomunicazioni, si studiano il broadcast satellitare, le connessioni dati punto-punto, i sistemi di personal communication satellitari, il trasferimento a terra dei dati di osservazione della Terra e la telemetria. Si approfondiscono le tecniche di modulazione e di codifica, i sistemi di antenna ed il loro impatto su piattaforma ed assetto, il dimensionamento della potenza.

Nell'ambito dei payload radar, si studiano i radar ad apertura sintetica (SAR) per la formazione di immagini ad alta risoluzione. Si approfondiscono le tecniche di compressione di impulso e di formazione dell'antenna sintetica, i sistemi di antenna ed il loro impatto su piattaforma ed assetto, il dimensionamento della potenza.

SPECIFICI

Conoscenza e capacità di comprensione: al termine, lo studente ha acquisito una conoscenza di base sulle due tipologie di payload considerate e sui loro parametri principali, sui sistemi e le missioni che sono centrati su di essi.

Capacità di applicare conoscenza e comprensione: al termine, lo studente ha acquisito la capacità di valutare criticamente sia la scelta del payload, tramite il dimensionamento dei suoi parametri principali in funzione dei requisiti operativi (dai requisiti utente), sia la sua integrazione con la piattaforma.

Inoltre, lo studente acquisisce:

Autonomia di giudizio: al termine, lo studente ha maturato l'autonomia di giudizio necessaria per integrare le conoscenze sulle diverse tipologie di payload, gestirne la complessità delle tecnologie impiegate nelle diverse missioni spaziali, e valutarne le prestazioni nei diversi contesti applicativi.

Abilità comunicative: al termine del corso lo studente ha acquisito la capacità di operare in un contesto fortemente multidisciplinare interagendo con ingegneri progettisti delle strutture e delle tecnologie dell'informazione per lo spazio, con tecnici specialisti e interlocutori non specialisti.

Capacità di apprendimento: al termine del corso lo studente ha sviluppato la capacità di approfondire autonomamente lo studio delle nuove tecnologie impiegate nelle future evoluzioni dei sistemi satellitari.

10606313 ELECTRONICS FOR SPACE SYSTEMS	2°	1°	6	ENG
---	----	----	---	-----

Insegnamento	Anno	Semestre	CFU	Lingua
Obiettivi formativi				
<p>Il corso di Elettronica dei Sistemi Spaziali intende fornire gli strumenti per la comprensione delle figure di merito, dei requisiti di progetto, e delle topologie circuitali dei sottosistemi che compongono un payload satellitare per telecomunicazioni in tecnologia integrata.</p> <p>Obiettivi di apprendimento specifici:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Comprensione e utilizzo delle principali figure di merito di un sistema elettronico a Radio-Frequenza su satellite e dei principali sottosistemi che lo compongono: amplificatore, Mixer, PLL, filtro - Analisi dei circuiti più utilizzati per realizzare tali sotto-sistemi in tecnologia integrata - Comprensione dello schema a blocchi e delle componenti del sistema di alimentazione su satellite - Analisi dei limiti funzionali dei dispositivi e degli apparati elettronici in ambiente spaziale, e cenni alle tecniche di Radiation-Hardening dei circuiti integrati 				
10595976 SPACE GEODESY AND GEOMATICS	2°	1°	6	ENG
Obiettivi formativi				
<ul style="list-style-type: none"> - Comprendere le tecniche di geodesia spaziale (GNNS, VLBI, SLR) per la georeferenziazione di dati territoriali e sui metodi per l'elaborazione multi-temporale di dati di telerilevamento ottico, radar e lidar. - Sviluppare competenze sulle tecniche di geodesia spaziale e di telerilevamento satellitare e aereo per il controllo, il monitoraggio e la prevenzione dei rischi di origine naturale o antropica che comportano processi degenerativi sull'ambiente e sul territorio (dissesto idrogeologico, erosione costiera, inquinamento da stoccaggio di rifiuti e da aree industriali, stato della vegetazione, ecc.) - comprendere i metodi e gli strumenti per la costruzione di WEBGIS e database georeferenziati, dalla scala urbana alla scala territoriale, utili per la gestione di sistemi di produzione di beni e l'erogazione di servizi sostenibili (ad. controllo della stabilità di edifici e infrastrutture, manutenzione di reti tecnologiche e di trasporto, gestione delle aree verdi, ecc.) - Esperienza su dati sperimentali nell'ambito di laboratorio tematico da sviluppare su casi di studio reali 				
10596176 OPTIMAL FILTERING	2°	2°	6	ENG
Obiettivi formativi				
<p>The course illustrates the basic estimation and filtering methodologies. The student will be able to use the most important estimation techniques and to formulate and study optimization problem of different kinds.</p> <p>Specific objectives</p> <ul style="list-style-type: none"> - Knowledge and understanding The student will learn the estimation and filtering methodologies for being applied to different frameworks. - Use knowledge and understanding The student will be able to formulate an estimation problem and design the optimal estimate, by implementing it to evaluate the consequent results - Communication skills The course will allow the student to communicate and share the main problems in specific application fields, by focusing on the possible design procedures and evaluating their strength or weakness - Learning skills The course will empower the analytical skills of the student, from the problem analysis to the study of the available scientific literature and down to the design and implementation. 				
10589999 EARTH OBSERVATION	2°	2°	6	ENG

Insegnamento	Anno	Semestre	CFU	Lingua
Obiettivi formativi				
<p>Il modulo ha l'obiettivo di fornire una conoscenza di base ed a largo spettro sui sistemi di telerilevamento per l'Osservazione della Terra da aereo e da satellite e sui servizi Copernicus dell'Unione Europea per il monitoraggio del nostro pianeta ed il suo ambiente con l'ausilio di dati da satellite. I servizi Copernicus riguardano la gestione del territorio e delle maggiori risorse rinnovabili e non, dell'ambiente marino, dell'atmosfera e della sicurezza ambientale in un contesto di sostenibilità dell'uso delle risorse e dell'impatto sui cambiamenti climatici. Il modulo descrive, con approccio sistemistico, i requisiti e le caratteristiche di massima del sistema in relazione all'applicazione finale. Illustra le basi fisiche del telerilevamento e semplici modelli di interazione elettromagnetica con i mezzi naturali utili alla interpretazione dei dati. Illustra o richiama i principi di funzionamento dei principali sensori di telerilevamento nelle diverse regioni dello spettro elettromagnetico. Illustra le principali tecniche di elaborazione dei dati telerilevati ai fini della generazione di prodotti applicativi, anche con l'ausilio di esercitazioni al computer. Fornisce una panoramica sulle informazioni sull'ambiente terrestre (atmosfera, mare, vegetazione, etc.) rilevabili nelle diverse bande dello spettro elettromagnetico. Descrive le principali missioni spaziali di Osservazione della Terra, e le caratteristiche più significative dei prodotti forniti agli utenti finali.</p>				
10606308 SPACECRAFT POWER SYSTEMS	2°	2°	6	ENG
Obiettivi formativi				
<p>Conoscere i criteri di progettazione di massima di un sistema elettrico satellitare, e la sua stretta correlazione con il sistema satellite.</p> <p>Conoscere i criteri di dimensionamento di: generatori fotovoltaici, circuiti, sistemi di accumulo energetico, sistemi di protezione elettrica.</p>				

Lo studente deve acquisire 6 CFU fra i seguenti esami

Insegnamento	Anno	Semestre	CFU	Lingua
1051406 SPACE ROBOTIC SYSTEMS	2°	1°	6	ENG
Obiettivi formativi				
<p>Il corso si propone di fornire allo studente gli strumenti necessari per affrontare lo studio di un sistema robotico per le missioni spaziali. In particolare, l'obiettivo principale è l'analisi del sistema di guida, navigazione e controllo per missioni di on-orbit-servicing, di rendez-vous e docking, e di esplorazione planetaria con robot mobili.</p>				
10606307 SPACE GUIDANCE AND TRACKING SYSTEMS	2°	2°	6	ENG
Obiettivi formativi				
<p>Acquisizione delle capacità di analisi e sintesi di sistemi di guida e navigazione nelle missioni spaziali e l'interazione con il controllo, gli altri sottosistemi del veicolo.</p> <p>Applicazioni di tecniche di Sorveglianza spaziale per il monitoraggio, la prevenzione e la rimozione di detriti spaziali.</p> <p>Conoscenza e valutazione dell'effetto delle perturbazioni ambientali sull'evoluzione di sistemi orbitali complessi (i.e. megacostellazioni, nubi di frammenti, formazioni...) e sostenibilità del traffico spaziale.</p>				

Lo studente deve acquisire 12 CFU fra i seguenti esami

Insegnamento	Anno	Semestre	CFU	Lingua
--------------	------	----------	-----	--------

10606345 INTERPLANETARY TRAJECTORIES	2°	1°	6	ENG
--	----	----	---	-----

Obiettivi formativi

Lo scopo del corso è quello di preparare lo studente alla progettazione delle traiettorie per missioni interplanetarie sia dal punto di vista teorico che quello applicativo. A tal fine lo studio degli argomenti, sia di base che avanzati, è costantemente affiancato da esercitazioni numeriche. Gli strumenti necessari alle simulazioni sono interamente sviluppati dagli studenti durante il corso e applicati a missioni reali.

1051406 SPACE ROBOTIC SYSTEMS	2°	1°	6	ENG
---------------------------------------	----	----	---	-----

Obiettivi formativi

Il corso si propone di fornire allo studente gli strumenti necessari per affrontare lo studio di un sistema robotico per le missioni spaziali. In particolare, l'obiettivo principale è l'analisi del sistema di guida, navigazione e controllo per missioni di on-orbit-servicing, di rendez-vous e docking, e di esplorazione planetaria con robot mobili.

10606310 TECHNOLOGY OF AEROSPACE MATERIALS	2°	1°	6	ENG
---	----	----	---	-----

Obiettivi formativi

I materiali utilizzati nelle applicazioni aerospaziali devono soddisfare particolari requisiti di prestazione estendendo le limitazioni di progettazione dei convenzionali materiali ingegneristici e la domanda di design e considerando prodotti più efficaci dal punto di vista dell'efficienza energetica, delle prestazioni durante il ciclo di vita e della sostenibilità ambientale (impiego di materiali riutilizzabili e/o riciclabili).

In questo contesto, rientra lo sviluppo di processi di manufacturing in situ in ambiente planetario (Luna e Marte) basati su risorse locali per limitare il trasporto da Terra e il relativo impiego di risorse non rinnovabili. L'obiettivo del corso è quello di illustrare agli studenti tutti gli aspetti dei materiali, delle tecnologie e dei processi e il loro uso nel campo aerospaziale, anche nell'ottica della sostenibilità e dell'economia circolare nello spazio.

Gli studenti svilupperanno la conoscenza della tecnologia dei materiali aerospaziali in relazione alla progettazione, all'analisi e al testing. Particolare rilievo sarà dato alle applicazioni pratiche e alla ricerca in corso. Il corso comprenderà una breve sezione di laboratorio, in cui gli studenti fabbricheranno e testeranno una semplice struttura in materiale composito avanzato.

10606312 INSTRUMENTS FOR SPACE EXPLORATION	2°	2°	6	ENG
---	----	----	---	-----

Obiettivi formativi

Il corso mira a fornire una comprensione completa di payload scientifici e di navigazione di un veicolo spaziale e della loro integrazione a bordo. Il corso offre agli studenti la possibilità di sviluppare le competenze necessarie per comprendere le sfide della progettazione di strumenti a partire da requisiti di prestazioni di alto livello fino ai requisiti di implementazione di basso livello.

La prima parte del corso si concentra sugli aspetti tecnici, a partire dalla progettazione del carico utile fino alla sua integrazione finale all'interno del veicolo spaziale. Questi aspetti tecnici includono: scopo e requisiti di uno strumento; interfacce di alimentazione e dati con il veicolo spaziale; compatibilità meccanica, termica ed elettromagnetica con altra strumentazione di bordo in un determinato ambiente; massa, volume e consumo di energia/potenza dello strumento e loro impatto sulla progettazione del veicolo spaziale. Questo modulo affronta le principali fasi di progettazione e revisione di uno strumento e la campagna di test prima di essere integrato nel satellite o sonda spaziale. Questo modulo affronta anche le sfide progettuali incontrate nell'adattare uno strumento alle operazioni in diversi scenari di missione. Ad esempio, la selezione del lanciatore gioca un ruolo importante nel determinare l'ambiente di vibrazione degli strumenti, oppure le tolleranze alla radiazione che vengono richieste possono variare in modo assai significativo a seconda del profilo di missione.

La seconda parte del corso verte sull'analisi dei carichi utili e delle loro principali caratteristiche e finalità. Per un insieme di strumenti selezionati si analizzeranno le scelte progettuali e i principali problemi da affrontare. Lo studente avrà già in parte acquisito familiarità con questi aspetti durante la prima parte del corso. Le caratteristiche tecniche e i requisiti dello strumento verranno confrontati con le prestazioni e i requisiti di misura sulla base di alcuni esempi concreti. I carichi utili che verranno analizzati sono scelti tra: altimetri laser, transponder radio, spettrometri, radar, fotocamere, accelerometri, magnetometri, analizzatore di particelle e riflettori laser (possono variare ogni anno). Le misurazioni scientifiche e le informazioni che possono fornire vengono analizzate indipendentemente per ogni strumento, evidenziandone le sinergie. Ad esempio, i dati dell'altimetro laser possono essere combinati con i dati di tracciamento radio per misurare maree di superficie e gravitazionale dei corpi celesti, fornendo dati essenziali per determinare la struttura interna di quei corpi.

Il background teorico che gli studenti hanno sviluppato durante la laurea triennale e magistrale viene applicato in un contesto che consente allo studente di comprendere le sfide della realizzazione di strumentazione avanzata, qualificata per lo spazio.

Al termine del corso, lo studente acquisirà le seguenti competenze:

- 1) Comprendere le interfacce (meccaniche, elettriche, termiche) tra lo strumento e il veicolo spaziale;
- 2) Comprendere i requisiti dello strumento e il suo impatto sulla progettazione del veicolo spaziale;
- 3) Valutare l'impatto sulla progettazione strumentale dell'ambiente operativo;
- 4) Acquisire la capacità di scrivere requisiti chiari per lo sviluppo e l'integrazione del payload nei veicoli spaziali;
- 5) Comprendere le funzioni e gli obiettivi dello strumento nel contesto della missione e l'utilizzo dei dati da parte dell'utente finale.
- 6) Acquisire conoscenze su alcuni degli strumenti più utilizzati nell'esplorazione spaziale.

Obiettivi formativi

Prima di accedere alla laurea magistrale in Ingegneria Spaziale gli allievi hanno acquisito conoscenze fondamentali relative al moto dei fluidi tramite corsi dedicati agli aspetti fondamentali di aerodinamica e gasdinamica.

Questo livello base, seppur fondamentale, non sono tuttavia sufficienti a capire come i fluidi, anche quelli più comuni, si comportino in microgravità. Il peso ridotto introduce ulteriore complessità legata al fatto che forze superficiali, quali la tensione superficiale, che sono normalmente trascurabili sulla Terra diventano essenziali. Per di più la lunga permanenza nello spazio in ambienti necessariamente ristretti richiede di acquisire confidenza con il comportamento più complesso dei fluidi biologici per capire come si comportano fluidi con reologia più esotica.

In questo contesto, il corso di Microgravity Flows è dedicato a fornire agli allievi interessati all'ambiente della microgravità gli strumenti appropriati per capire e progettare applicazioni fluidiche nel contesto della scienza dello spazio. L'obiettivo finale è formare gli allievi in modo che sappiano identificare le sfide poste dal moto dei fluidi nel contesto dei sistemi spaziali immolo da proporre soluzioni efficaci a problemi relativi alla dinamica dei fluidi nel contesto della definizione del carico utile di una missione spaziale e della progettazione di sistemi di bordo e delle missioni con equipaggio umano.

In questo contesto il corso persegue i seguenti obiettivi formativi:

Conoscenza il corso:

- Fornisce la comprensione di base delle equazioni che governano il moto dei fluidi basandosi sui principi fondamentali fino ad portare gli allievi a padroneggiare i modelli reologici fondamentali, gli effetti di superficie e i processi di cambiamento di fase nei fluidi in condizioni di microgravità.

- Istruisce gli allievi sul comportamento dei materiali soffici e due fluidi fisiologici, con particolare enfasi sull'emodinamica ed il comportamento dei fluidi linfatici e sulla loro risposta all'ambiente spaziale,

- Fornisce la comprensione del moto dei fluidi sulla dinamica del veicolo spaziale.

Competenze: Il corso fornisce le seguenti competenze operative:

- Capacità di identificare il modello più corretto per descrivere i differenti tipi di moto che si realizzano in microgravità in relazione ai diversi contesti applicativi.

- Capacità di concepire sistemi microfluidici e definire le relative procedure di fabbricazione a livello prototipale.

- Capacità di tradurre i modelli matematici in algoritmi di calcolo.

- Capacità di realizzare simulazioni numeriche e interpretare i risultati.

- Capacità di i) definire le caratteristiche principali di esperimenti che coinvolgono il moto di fluidi in microgravità; ii) selezionare le piattaforme più appropriate per la loro realizzazione; iii) interpretare i dati sperimentali.

Abilità trasversali. Il corso cura in particolare lo sviluppo delle seguenti abilità trasversali:

- Realizzazione di rapporti tecnico-scientifici riguardanti il moto dei fluidi in ambiente spaziale.

- Attitudine al lavoro in condizioni cooperative, con attenzione alla capacità di proporre e sostenere soluzioni originali in un dato contesto tecnico-scientifico.

- Capacità comunicative, con particolare riguardo alla discussione pubblica di aspetti riguardanti il moto dei fluidi in microgravità in presenza di attorio sia tecnico che non-specialistico.

10606315 | SPACE
SURVEILLANCE
AND SPACE
TRAFFIC
MANAGEMENT

2°

2°

6

ENG

Obiettivi formativi

Il corso di SPACE SURVEILLANCE AND SPACE TRAFFIC MANAGEMENT introduce lo studente allo studio dei moti del satellite in orbita e, trattando il satellite come elemento di un sistema multicomponente (costellazione, formazione, space traffic), stabilisce i collegamenti tra le materie dell'Astrodinamica, della Navigazione, Tracking e Guida spaziale e della Determinazione Orbitale.

Obiettivi di apprendimento specifici:

- Comprendere i fondamenti dell'Astrodinamica con particolare riguardo alle perturbazioni ambientali incidenti sulla traiettoria
- Saper progettare e calcolare, avendone compreso il senso fisico, le strategie di guida, basate su manovre impulsive e a bassa spinta, per lo station keeping, mantenimento del volo in formazione e collision avoidance
- Definizione e determinazione da misure di terra delle effemeridi accurate e dei Two Line Elements
- Definizione di Close approach e rischio di collisione.
- Sistemi di determinazione orbitale iniziale ed accurata e Sistemi di determinazione d'assetto basati su misure ottiche
- Sistemi di navigazione e tracking, basati su filtri sequenziali, per lanciatori e velivoli stratosferici
- Gli studenti avranno modo di fare esperienza pratica basandosi sull'utilizzo di network di osservatori per la Sorveglianza Spaziale della Sapienza
- Essere capaci di risolvere problemi con gli appropriati strumenti computazionali attraverso la conoscenza, l'applicazione e lo sviluppo di codice di calcolo e/o dei moderni applicativi per la simulazione di missioni spaziali.

10589414 |
ADVANCED
SPACECRAFT
DYNAMICS

2°

2°

6

ENG

Obiettivi formativi

- Ampliare le conoscenze di meccanica orbitale e dinamica d'assetto acquisite nei precedenti corsi
- Descrivere e simulare i sistemi di stabilizzazione semi-passiva, con particolare riferimento ai sistemi dual spin
- Comprendere le problematiche del riorientamento dei satelliti e simulare le relative manovre
- Descrivere matematicamente e simulare il moto complessivo dei veicoli spaziali (traiettoria e assetto) in fasi di missione complesse, quali il rientro planetario
- Descrivere matematicamente le traiettorie a bassa spinta e comprenderne l'impiego nei trasferimenti orbitali
- Apprendere tecniche avanzate per il progetto delle costellazioni satellitari e la valutazione delle relative prestazioni

10606307 | SPACE
GUIDANCE AND
TRACKING
SYSTEMS

2°

2°

6

ENG

Obiettivi formativi

Acquisizione delle capacità di analisi e sintesi di sistemi di guida e navigazione nelle missioni spaziali e l'interazione con il controllo, gli altri sottosistemi del veicolo.

Applicazioni di tecniche di Sorveglianza spaziale per il monitoraggio, la prevenzione e la rimozione di detriti spaziali. Conoscenza e valutazione dell'effetto delle perturbazioni ambientali sull'evoluzione di sistemi orbitali complessi (i.e. megacostellazioni, nubi di frammenti, formazioni...) e sostenibilità del traffico spaziale.

10606311 |
SPACECRAFT
PROPULSION

2°

2°

6

ENG

Obiettivi formativi

Fornire una conoscenza di base dei propulsori astronautici, cioè dei propulsori impiegati nelle missioni spaziali per manovre di "deep-space" oppure per controllo d'assetto e "station-keeping". Fornire gli strumenti utili allo studio dei propulsori elettrotermici, elettrostatici, elettromagnetici e nucleari termici. Attenzione viene posta verso le alternative "green" ai sistemi propulsivi chimici convenzionali per le applicazioni future con l'obiettivo di ridurre l'impiego di propellenti tossici.

Insegnamento	Anno	Semestre	CFU	Lingua
10606313 ELECTRONICS FOR SPACE SYSTEMS	2°	1°	6	ENG

Obiettivi formativi

Il corso di Elettronica dei Sistemi Spaziali intende fornire gli strumenti per la comprensione delle figure di merito, dei requisiti di progetto, e delle topologie circuitali dei sottosistemi che compongono un payload satellitare per telecomunicazioni in tecnologia integrata.

Obiettivi di apprendimento specifici:

- Comprensione e utilizzo delle principali figure di merito di un sistema elettronico a Radio-Frequenza su satellite e dei principali sottosistemi che lo compongono: amplificatore, Mixer, PLL, filtro
- Analisi dei circuiti più utilizzati per realizzare tali sotto-sistemi in tecnologia integrata
- Comprensione dello schema a blocchi e delle componenti del sistema di alimentazione su satellite
- Analisi dei limiti funzionali dei dispositivi e degli apparati elettronici in ambiente spaziale, e cenni alle tecniche di Radiation-Hardening dei circuiti integrati

10595976 SPACE GEODESY AND GEOMATICS	2°	1°	6	ENG
--	----	----	---	-----

Obiettivi formativi

- Comprendere le tecniche di geodesia spaziale (GNSS, VLBI, SLR) per la georeferenziazione di dati territoriali e sui metodi per l'elaborazione multi-temporale di dati di telerilevamento ottico, radar e lidar.
- Sviluppare competenze sulle tecniche di geodesia spaziale e di telerilevamento satellitare e aereo per il controllo, il monitoraggio e la prevenzione dei rischi di origine naturale o antropica che comportano processi degenerativi sull'ambiente e sul territorio (dissesto idrogeologico, erosione costiera, inquinamento da stoccaggio di rifiuti e da aree industriali, stato della vegetazione, ecc.)
- comprendere i metodi e gli strumenti per la costruzione di WEBGIS e database georeferenziati, dalla scala urbana alla scala territoriale, utili per la gestione di sistemi di produzione di beni e l'erogazione di servizi sostenibili (ad. controllo della stabilità di edifici e infrastrutture, manutenzione di reti tecnologiche e di trasporto, gestione delle aree verdi, ecc.)
- Esperienza su dati sperimentali nell'ambito di laboratorio tematico da sviluppare su casi di studio reali

10606316 SPACE RADAR SYSTEMS	2°	1°	6	ENG
-----------------------------------	----	----	---	-----

Obiettivi formativi

l'obiettivo del modulo è fornire allo studente gli strumenti per comprendere ed acquisire padronanza su:

- ? Applicazioni ed obiettivi scientifici di sensori radar per telerilevamento, concepito sia per l'osservazione della Terra che di altri corpi celesti
- ? Acquisire conoscenza dei principi di funzionamento dei sensori radar, capacità di dimensionarne i parametri di sistema fondamentali
- ? Avere padronanza degli algoritmi di elaborazione dei dati dei sensori radar che consentano l'elaborazione dei dati e l'estrazione delle informazioni legate al raggiungimento degli obiettivi scientifici.

10612490 SPACECRAFT COMMUNICATION AND LOCALIZATION	2°	1°	6	ENG
--	----	----	---	-----

Insegnamento	Anno	Semestre	CFU	Lingua
SATELLITE NAVIGATION SYSTEMS	2°	1°	3	ENG
COMMUNICATION PAYLOAD	2°	1°	3	ENG
1022771 ARTIFICIAL INTELLIGENCE I	2°	2°	6	ENG

Obiettivi formativi

Obiettivi generali:

Conoscere i principi di base dell'intelligenza artificiale, in particolare la modellazione di sistema intelligente tramite la nozione di agente intelligente.

Conoscere le tecniche di base dell'Intelligenza Artificiale con particolare riferimento alla manipolazione di simboli e, più in generale, a modelli discreti.

Obiettivi specifici:

Conoscenza e comprensione:

Metodi di ricerca automatica nello spazio degli stati: metodi generali, metodi basati su euristiche, ricerca locale.

Rappresentazioni fattorizzate: problemi di soddisfacimento di vincoli, modelli di pianificazione.

Rappresentazione della conoscenza attraverso sistemi formali: logica proposizionale, logica del primo ordine, cenni alle logiche descrittive ad alle forme di ragionamento non monotono.

Uso della logica come linguaggio di programmazione: PROLOG.

Applicare conoscenza e comprensione:

Modellazione di problemi con i diversi metodi di rappresentazione acquisiti.

Analisi del comportamento degli algoritmi di ragionamento di base.

Capacità critiche e di giudizio:

Essere in grado di valutare la qualità di un modello di rappresentazione di un problema e dei risultati ottenuti applicando su di esso tecniche di ragionamento automatico.

Capacità comunicative:

Le capacità di comunicazione orale dello studente vengono stimolate attraverso l'interazione durante le lezioni tradizionali mentre le capacità espositive nello scritto vengono sviluppate attraverso la discussione di esercizi e delle domande a risposta aperta previste nelle prove di esame.

Capacità di apprendimento:

Oltre alle classiche capacità di apprendimento fornite dallo studio teorico del materiale didattico, attraverso gli esercizi relativi all'applicazione dei modelli appresi, il corso contribuisce a sviluppare le capacità di risoluzione di problemi dello studente.

10616344 HUMAN FACTORS	2°	2°	6	ENG
--------------------------	----	----	---	-----

Insegnamento**Anno****Semestre****CFU****Lingua****Obiettivi formativi**

The Space Medicine module aims to equip students with a comprehensive understanding of the unique challenges posed by space travel on human health. The module focuses on developing expertise in space-related medical issues, including the diagnosis, monitoring, prevention, and treatment of space-specific health concerns. Students will also explore the intricacies of life support systems, telemedicine applications, and the role of nutrition and exercise in sustaining astronaut well-being. By the end of the course, learners will be able to address the complex medical needs of individuals in space missions, especially focused on long term permanence in space and to issues related to space exploration and human settlement beyond Earth.

Learning objectives

After completing this course, the student will be able to:

Gain competence in the diagnosis and treatment of space-specific medical conditions.

Explore life support systems and their critical role in sustaining human life in space.

Understand the principles and applications of health monitoring and telemedicine for remote healthcare in space.

Understand the role of nutrition and exercise in maintaining astronaut health and well-being.

Gain competence on countermeasures to the challenges of bone and muscle health in microgravity.

Understand the basic aspects of strategies for cardiovascular and immune system health maintenance during space travel.

Understand the psychological and social dynamics of astronaut teams and strategies for promoting mental health.

Explore the ethical considerations and challenges related to medical decision-making in space missions.

Examine the impact of space radiation on human health and develop strategies for mitigation.

SPACE MEDICINE

2°

2°

3

ENG

Obiettivi formativi

The Space Medicine module aims to equip students with a comprehensive understanding of the unique challenges posed by space travel on human health. The module focuses on developing expertise in space-related medical issues, including the diagnosis, monitoring, prevention, and treatment of space-specific health concerns. Students will also explore the intricacies of life support systems, telemedicine applications, and the role of nutrition and exercise in sustaining astronaut well-being. By the end of the course, learners will be able to address the complex medical needs of individuals in space missions, especially focused on long term permanence in space and to issues related to space exploration and human settlement beyond Earth.

Learning objectives

After completing this course, the student will be able to:

Gain competence in the diagnosis and treatment of space-specific medical conditions.

Explore life support systems and their critical role in sustaining human life in space.

Understand the principles and applications of health monitoring and telemedicine for remote healthcare in space.

Understand the role of nutrition and exercise in maintaining astronaut health and well-being.

Gain competence on countermeasures to the challenges of bone and muscle health in microgravity.

Understand the basic aspects of strategies for cardiovascular and immune system health maintenance during space travel.

Understand the psychological and social dynamics of astronaut teams and strategies for promoting mental health.

Explore the ethical considerations and challenges related to medical decision-making in space missions.

Examine the impact of space radiation on human health and develop strategies for mitigation.

AEROSPACE
FISIOLOGY

2°

2°

3

ENG

Insegnamento**Anno****Semestre****CFU****Lingua****Obiettivi formativi**

Human factors in aerospace includes the effects of the aerospace environment on human physiology. This module provides the basics knowledge to study the effects of aerospace flight on the human body. The module addresses both aviation and spaceflight physiology. Aviation physiology includes aspects such as hypoxia, barotrauma, decompression sickness, biodynamics (acceleration, spatial disorientation, motion sickness, simulator sickness), night vision problems, thermal stress, noise and vibration, lifestyle. Human spaceflight physiology includes aspects such as microgravity effects, space adaptation syndrome, cardiovascular response, bone and muscle response, radiation effects in space, space hygiene, space nutrition, suborbital and parabolic flight.

Learning objectives

After completing this course, the student will be able to:

- Understand the impact of the aerospace environment on human physiology.
- Analyze the physiological responses to hypoxia, barotrauma, and decompression sickness.
- Understand the challenges and adaptations related to biodynamics.
- Appraise the impact of night vision problems, thermal stress, noise, vibration, and lifestyle factors on human physiology.
- Gain insights into the effects of microgravity on the human body.
- Explore the phenomenon of space adaptation syndrome for human space travelers.
- Understand the cardiovascular responses to spaceflight conditions.
- Explore the effects of radiation in space on human health.
- Investigate space hygiene considerations relevance to prolonged space missions.
- Understand the importance of space nutrition for sustaining astronaut health.

Lo studente deve acquisire 6 CFU fra i seguenti esami

Insegnamento**Anno****Semestre****CFU****Lingua**

1051406 | SPACE
ROBOTIC
SYSTEMS

2°

1°

6

ENG

Obiettivi formativi

Il corso si propone di fornire allo studente gli strumenti necessari per affrontare lo studio di un sistema robotico per le missioni spaziali. In particolare, l'obiettivo principale è l'analisi del sistema di guida, navigazione e controllo per missioni di on-orbit-servicing, di rendez-vous e docking, e di esplorazione planetaria con robot mobili.

10606315 | SPACE
SURVEILLANCE
AND SPACE
TRAFFIC
MANAGEMENT

2°

2°

6

ENG

Insegnamento	Anno	Semestre	CFU	Lingua
Obiettivi formativi				
<p>Il corso di SPACE SURVEILLANCE AND SPACE TRAFFIC MANAGEMENT introduce lo studente allo studio dei moti del satellite in orbita e, trattando il satellite come elemento di un sistema multicomponente (costellazione, formazione, space traffic), stabilisce i collegamenti tra le materie dell'Astrodinamica, della Navigazione, Tracking e Guida spaziale e della Determinazione Orbitale.</p> <p>Obiettivi di apprendimento specifici:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Comprendere i fondamenti dell'Astrodinamica con particolare riguardo alle perturbazioni ambientali incidenti sulla traiettoria - Saper progettare e calcolare, avendone compreso il senso fisico, le strategie di guida, basate su manovre impulsive e a bassa spinta, per lo station keeping, mantenimento del volo in formazione e collision avoidance - Definizione e determinazione da misure di terra delle effemeridi accurate e dei Two Line Elements - Definizione di Close approach e rischio di collisione. - Sistemi di determinazione orbitale iniziale ed accurata e Sistemi di determinazione d'assetto basati su misure ottiche - Sistemi di navigazione e tracking, basati su filtri sequenziali, per lanciatori e velivoli stratosferici - Gli studenti avranno modo di fare esperienza pratica basandosi sull'utilizzo di network di osservatori per la Sorveglianza Spaziale della Sapienza - Essere capaci di risolvere problemi con gli appropriati strumenti computazionali attraverso la conoscenza, l'applicazione e lo sviluppo di di codice di calcolo e/o dei moderni applicativi per la simulazione di missioni spaziali. 				
10589414 ADVANCED SPACECRAFT DYNAMICS	2°	2°	6	ENG
Obiettivi formativi				
<ul style="list-style-type: none"> - Ampliare le conoscenze di meccanica orbitale e dinamica d'assetto acquisite nei precedenti corsi - Descrivere e simulare i sistemi di stabilizzazione semi-passiva, con particolare riferimento ai sistemi dual spin - Comprendere le problematiche del riorientamento dei satelliti e simulare le relative manovre - Descrivere matematicamente e simulare il moto complessivo dei veicoli spaziali (traiettoria e assetto) in fasi di missione complesse, quali il rientro planetario - Descrivere matematicamente le traiettorie a bassa spinta e comprenderne l'impiego nei trasferimenti orbitali - Apprendere tecniche avanzate per il progetto delle costellazioni satellitari e la valutazione delle relative prestazioni 				
1041550 SPACECRAFT DESIGN	2°	2°	6	ENG
Obiettivi formativi				
<p>L'obiettivo del corso è fornire agli studenti la conoscenza dettagliata delle metodologie in uso per il progetto dei satelliti e dei sistemi satellitare, secondo gli standard internazionali.</p>				

Lo studente deve acquisire 6 CFU fra i seguenti esami

Insegnamento	Anno	Semestre	CFU	Lingua
10606372 OPTICAL AND MICROWAVE SENSORS	2°	1°	6	ENG

Insegnamento	Anno	Semestre	CFU	Lingua
--------------	------	----------	-----	--------

Obiettivi formativi

Modulo di elettronica (6 crediti)

Il modulo di elettronica intende fornire le conoscenze generali di un sistema elettronico inteso come sistema di elaborazione di informazioni. In particolare, partendo dai concetti di base relativi ai sistemi lineari, il corso mira a fornire gli strumenti matematici per l'analisi dei segnali e le conoscenze di base di elettronica analogica e digitale partendo dai componenti fondamentali per arrivare ai circuiti elettronici e infine ai sistemi elettronici più complessi. Il corso mette a fuoco il legame tra banda in frequenza, consumo di potenza e rumore nei circuiti analogici e reti digitali per le applicazioni spaziali e satellitari nel contesto delle infrastrutture di trasporto, energetiche, telecomunicazioni.

Risultati di apprendimento attesi: gli studenti saranno in grado di analizzare circuiti elettronici analogici e digitali e acquisiranno elementi di progettazione di sistemi elettronici per differenti campi applicativi.

Modulo di sensori ottici (3 crediti)

Il modulo di sensori ottici ha lo scopo di fornire un'introduzione ai sistemi ottici integrati partendo dai meccanismi di trasduzione della radiazione tramite sorgenti ottiche (laser e LED) e fotorivelatori a semiconduttore fino ad arrivare a comprendere gli aspetti a livello di sistema di sensori di immagini basati su CCD e CMOS. Il modulo presenta casi applicativi nel campo del telerilevamento ambientale e comunicazioni ottiche a larga banda in fibra e nello spazio libero e per sistemi complessi.

Risultati di apprendimento attesi: gli studenti saranno in grado di comprendere il funzionamento dei sensori di immagine e ambientali, confrontando le prestazioni delle diverse tecnologie disponibili in funzione dei requisiti di sistema.

MICROWAVES
SENSORS

2°

1°

3

ENG

Obiettivi formativi

Modulo di elettronica (6 crediti)

Il modulo di elettronica intende fornire le conoscenze generali di un sistema elettronico inteso come sistema di elaborazione di informazioni. In particolare, partendo dai concetti di base relativi ai sistemi lineari, il corso mira a fornire gli strumenti matematici per l'analisi dei segnali e le conoscenze di base di elettronica analogica e digitale partendo dai componenti fondamentali per arrivare ai circuiti elettronici e infine ai sistemi elettronici più complessi. Il corso mette a fuoco il legame tra banda in frequenza, consumo di potenza e rumore nei circuiti analogici e reti digitali per le applicazioni spaziali e satellitari nel contesto delle infrastrutture di trasporto, energetiche, telecomunicazioni.

Risultati di apprendimento attesi: gli studenti saranno in grado di analizzare circuiti elettronici analogici e digitali e acquisiranno elementi di progettazione di sistemi elettronici per differenti campi applicativi.

Modulo di sensori ottici (3 crediti)

Il modulo di sensori ottici ha lo scopo di fornire un'introduzione ai sistemi ottici integrati partendo dai meccanismi di trasduzione della radiazione tramite sorgenti ottiche (laser e LED) e fotorivelatori a semiconduttore fino ad arrivare a comprendere gli aspetti a livello di sistema di sensori di immagini basati su CCD e CMOS. Il modulo presenta casi applicativi nel campo del telerilevamento ambientale e comunicazioni ottiche a larga banda in fibra e nello spazio libero e per sistemi complessi.

Risultati di apprendimento attesi: gli studenti saranno in grado di comprendere il funzionamento dei sensori di immagine e ambientali, confrontando le prestazioni delle diverse tecnologie disponibili in funzione dei requisiti di sistema.

OPTICAL
SENSORS

2°

1°

3

ENG

Insegnamento	Anno	Semestre	CFU	Lingua
--------------	------	----------	-----	--------

Obiettivi formativi

Modulo di elettronica (6 crediti)

Il modulo di elettronica intende fornire le conoscenze generali di un sistema elettronico inteso come sistema di elaborazione di informazioni. In particolare, partendo dai concetti di base relativi ai sistemi lineari, il corso mira a fornire gli strumenti matematici per l'analisi dei segnali e le conoscenze di base di elettronica analogica e digitale partendo dai componenti fondamentali per arrivare ai circuiti elettronici e infine ai sistemi elettronici più complessi. Il corso mette a fuoco il legame tra banda in frequenza, consumo di potenza e rumore nei circuiti analogici e reti digitali per le applicazioni spaziali e satellitari nel contesto delle infrastrutture di trasporto, energetiche, telecomunicazioni.

Risultati di apprendimento attesi: gli studenti saranno in grado di analizzare circuiti elettronici analogici e digitali e acquisiranno elementi di progettazione di sistemi elettronici per differenti campi applicativi.

Modulo di sensori ottici (3 crediti)

Il modulo di sensori ottici ha lo scopo di fornire un'introduzione ai sistemi ottici integrati partendo dai meccanismi di trasduzione della radiazione tramite sorgenti ottiche (laser e LED) e fotorivelatori a semiconduttore fino ad arrivare a comprendere gli aspetti a livello di sistema di sensori di immagini basati su CCD e CMOS. Il modulo presenta casi applicativi nel campo del telerilevamento ambientale e comunicazioni ottiche a larga banda in fibra e nello spazio libero e per sistemi complessi.

Risultati di apprendimento attesi: gli studenti saranno in grado di comprendere il funzionamento dei sensori di immagine e ambientali, confrontando le prestazioni delle diverse tecnologie disponibili in funzione dei requisiti di sistema.

10606313 |
ELECTRONICS
FOR SPACE
SYSTEMS

2°

1°

6

ENG

Obiettivi formativi

Il corso di Elettronica dei Sistemi Spaziali intende fornire gli strumenti per la comprensione delle figure di merito, dei requisiti di progetto, e delle topologie circuitali dei sottosistemi che compongono un payload satellitare per telecomunicazioni in tecnologia integrata.

Obiettivi di apprendimento specifici:

- Comprensione e utilizzo delle principali figure di merito di un sistema elettronico a Radio-Frequenza su satellite e dei principali sottosistemi che lo compongono: amplificatore, Mixer, PLL, filtro
- Analisi dei circuiti più utilizzati per realizzare tali sotto-sistemi in tecnologia integrata
- Comprensione dello schema a blocchi e delle componenti del sistema di alimentazione su satellite
- Analisi dei limiti funzionali dei dispositivi e degli apparati elettronici in ambiente spaziale, e cenni alle tecniche di Radiation-Hardening dei circuiti integrati

10606343 | RADAR
IMAGING
TECHNIQUES

2°

1°

6

ENG

Obiettivi formativi

Sono introdotti i principi dei radar ad apertura sintetica e le relative tecniche di focalizzazione. Sono presentate le tecniche di elaborazione per la autofocalizzazione delle immagini SAR e le relative correzioni. Sono introdotte le tecniche di elaborazione delle immagini radar per l'estrazione dell'informazione.

10595976 | SPACE
GEODESY AND
GEOMATICS

2°

1°

6

ENG

Insegnamento	Anno	Semestre	CFU	Lingua
Obiettivi formativi				
<ul style="list-style-type: none"> - Comprendere le tecniche di geodesia spaziale (GNSS, VLBI, SLR) per la georeferenziazione di dati territoriali e sui metodi per l'elaborazione multi-temporale di dati di telerilevamento ottico, radar e lidar. - Sviluppare competenze sulle tecniche di geodesia spaziale e di telerilevamento satellitare e aereo per il controllo, il monitoraggio e la prevenzione dei rischi di origine naturale o antropica che comportano processi degenerativi sull'ambiente e sul territorio (dissesto idrogeologico, erosione costiera, inquinamento da stoccaggio di rifiuti e da aree industriali, stato della vegetazione, ecc.) - comprendere i metodi e gli strumenti per la costruzione di WEBGIS e database georeferenziati, dalla scala urbana alla scala territoriale, utili per la gestione di sistemi di produzione di beni e l'erogazione di servizi sostenibili (ad. controllo della stabilità di edifici e infrastrutture, manutenzione di reti tecnologiche e di trasporto, gestione delle aree verdi, ecc.) - Esperienza su dati sperimentali nell'ambito di laboratorio tematico da sviluppare su casi di studio reali 				
10606316 SPACE RADAR SYSTEMS	2°	1°	6	ENG
Obiettivi formativi				
<p>l'obiettivo del modulo è fornire allo studente gli strumenti per comprendere ed acquisire padronanza su:</p> <ul style="list-style-type: none"> ? Applicazioni ed obiettivi scientifici di sensori radar per telerilevamento, concepito sia per l'osservazione della Terra che di altri corpi celesti ? Acquisire conoscenza dei principi di funzionamento dei sensori radar, capacità di dimensionarne i parametri di sistema fondamentali ? Avere padronanza degli algoritmi di elaborazione dei dati dei sensori radar che consentano l'elaborazione dei dati e l'estrazione delle informazioni legate al raggiungimento degli obiettivi scientifici. 				
1022771 ARTIFICIAL INTELLIGENCE I	2°	2°	6	ENG

Insegnamento	Anno	Semestre	CFU	Lingua
Obiettivi formativi				
Obiettivi generali:				
Conoscere i principi di base dell'intelligenza artificiale, in particolare la modellazione di sistema intelligente tramite la nozione di agente intelligente.				
Conoscere le tecniche di base dell'Intelligenza Artificiale con particolare riferimento alla manipolazione di simboli e, più in generale, a modelli discreti.				
Obiettivi specifici:				
Conoscenza e comprensione:				
Metodi di ricerca automatica nello spazio degli stati: metodi generali, metodi basati su euristiche, ricerca locale.				
Rappresentazioni fattorizzate: problemi di soddisfacimento di vincoli, modelli di pianificazione.				
Rappresentazione della conoscenza attraverso sistemi formali: logica proposizionale, logica del primo ordine, cenni alle logiche descrittive ad alle forme di ragionamento non monotono.				
Uso della logica come linguaggio di programmazione: PROLOG.				
Applicare conoscenza e comprensione:				
Modellazione di problemi con i diversi metodi di rappresentazione acquisiti.				
Analisi del comportamento degli algoritmi di ragionamento di base.				
Capacità critiche e di giudizio:				
Essere in grado di valutare la qualità di un modello di rappresentazione di un problema e dei risultati ottenuti applicando su di esso tecniche di ragionamento automatico.				
Capacità comunicative:				
Le capacità di comunicazione orale dello studente vengono stimolate attraverso l'interazione durante le lezioni tradizionali mentre le capacità espositive nello scritto vengono sviluppate attraverso la discussione di esercizi e delle domande a risposta aperta previste nelle prove di esame.				
Capacità di apprendimento:				
Oltre alle classiche capacità di apprendimento fornite dallo studio teorico del materiale didattico, attraverso gli esercizi relativi all'applicazione dei modelli appresi, il corso contribuisce a sviluppare le capacità di risoluzione di problemi dello studente.				

Obiettivi formativi

Il Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria spaziale e astronautica ha l'obiettivo di formare ingegneri in grado di affrontare le sfide e le opportunità che caratterizzano l'accesso, l'esplorazione e l'utilizzazione dello spazio attraverso una formazione scientifica e professionale avanzata con specifiche competenze ingegneristiche che consentano loro di affrontare problemi complessi connessi con l'analisi, lo sviluppo, la simulazione e l'ottimizzazione di sistemi e sottosistemi. Tali capacità sono conseguibili grazie all'arricchimento del solido patrimonio di conoscenze già acquisito con la laurea, che si approfondisce sul piano metodologico e applicativo attraverso il biennio di studi della laurea magistrale. Lo studente dovrà conseguire le conoscenze fondamentali comuni a tutti i sistemi spaziali, dai lanciatori, alle piattaforme satellitari, sonde e stazioni spaziali, ai sistemi di bordo, al carico utile scientifico e applicativo. Questa formazione generale ha l'obiettivo di permettere allo studente di lavorare nel vasto campo dell'ingegneria spaziale indipendentemente dalla specializzazione acquisita attraverso le scelte opzionali ed il lavoro di tesi. La formazione delle capacità dell'ingegnere spaziale e astronautico è completata con specifici percorsi formativi che mirano a promuovere/facilitare l'inserimento dei laureati nelle diverse aree professionali richieste dal mercato del lavoro. In ciascuna delle aree tematiche vengono ampliate le conoscenze e soprattutto le capacità e competenze di interesse per le relative figure professionali. Il percorso formativo prevede un primo anno durante il quale vengono consolidate le conoscenze nei settori caratterizzanti l'ingegneria spaziale (gasdinamica, costruzioni spaziali, meccanica del volo spaziale, propulsione spaziale, sistemi spaziali) e vengono fornite le basi in settori non compresi nella laurea triennale quali le telecomunicazioni, l'automatica e l'elettronica. Nel secondo anno sono previsti diversi curricula rivolti all'approfondimento nel campo dei sistemi di trasporto spaziale, delle piattaforme spaziali, delle missioni spaziali e di esplorazione, e del telerilevamento spaziale. La quota dell'impegno orario complessivo a disposizione dello studente per lo studio personale o per altra attività formativa di tipo individuale è pari ad almeno il 60% del totale. Il corso di Laurea Magistrale in Ingegneria spaziale e astronautica fa parte di una rete europea di eccellenza nel campo aerospaziale, la rete Pegasus, nell'ambito della quale vengono sviluppati, volta per volta specifici accordi di collaborazione bilaterali.

Profilo professionale

Profilo

Gli ambiti professionali per l'ingegnere spaziale e astronautico sono quelli della progettazione avanzata, della pianificazione e della programmazione, della gestione di sistemi complessi nelle imprese, nella pubblica amministrazione o come libero professionista. I principali profili professionali sono rappresentati da: - progettista e responsabile tecnico - responsabile di prodotti e linee di prodotti - responsabile della manutenzione - specialista in una o più discipline del settore: aerodinamica, costruzioni e strutture, impianti e sistemi aerospaziali, meccanica del volo, propulsione, telecomunicazioni e telerilevamento - addetto alla certificazione o ai processi di assicurazione della qualità.

Funzioni

Le più importanti funzioni del laureato in Ingegneria spaziale e astronautica sono: - progettista di sistemi e componenti per l'accesso, l'utilizzo e la conoscenza dello spazio - responsabile di programmi industriali e scientifici che riguardano lanciatori, satelliti, missioni e telerilevamento - addetto e/o responsabile nell'ambito di pianificazione, realizzazione e gestione di missioni spaziali - addetto e/o coordinatore di attività di ricerca e sviluppo in ambito spaziale e astronautico - operatore/responsabile di collaudo, messa in opera e utilizzo di dispositivi, impianti, sistemi e strutture spaziali - progettista di sistemi e componenti, responsabile di programmi industriali e scientifici, ricercatore in aree-scientifico tecnologico affini o che richiedano le specifiche competenze dei laureati in ingegneria spaziale e astronautica.

Competenze

- capacità di lavorare su sistemi di notevole complessità introducendo elementi di innovazione - elaborazione autonoma di progetti con l'uso delle moderne metodologie di indagine teorica, numerica o sperimentale - capacità di operare in ambienti nazionali e internazionali con adeguata disponibilità alla mobilità - capacità di lavorare efficacemente in team - capacità di contribuire in gruppi di lavoro alla soluzione di problemi complessi in base alle ampie competenze acquisite, anche in relazione alle specificità del percorso formativo personale - capacità di lavorare in ambito interdisciplinare grazie alle competenze di base e di quelle specifiche acquisite negli ambiti caratterizzanti dell'ingegneria aerospaziale.

Sbocchi lavorativi

I laureati in ingegneria spaziale e astronautica esercitano la loro professione tipicamente nei seguenti ambiti lavorativi: - industrie del settore spaziale - piccole e medie imprese dell'indotto dell'industria operante nel settore spaziale - centri di ricerca pubblici e privati nazionali ed internazionali - agenzie spaziali nazionali ed internazionali - società di consulenza - società di servizi, enti di certificazione. Il laureato magistrale in Ingegneria spaziale e astronautica è inoltre qualificato per inserirsi nelle attività dei settori affini che traggono vantaggio dall'elevato contenuto scientifico e tecnologico proprio di questo ambito culturale.

Frequentare

Laurearsi

La prova finale consiste nello svolgimento di una tesi sperimentale, progettuale o compilativa su argomenti relativi agli insegnamenti del Corso di Laurea Magistrale, da svilupparsi sotto la guida di un docente appartenente al Consiglio didattico relativo, anche in collaborazione con enti pubblici e privati, aziende manifatturiere e di servizi, centri di ricerca operanti nel settore di interesse. Nel corso della elaborazione della tesi lo studente dovrà, in primo luogo, analizzare la letteratura tecnica relativa all'argomento in studio. Il laureando dovrà poi, in maniera autonoma e, a seconda della tipologia della tesi, proporre soluzioni al problema proposto con una modellizzazione che consenta di analizzare la risposta del sistema in corrispondenza a variazioni nelle variabili caratteristiche del sistema. Nel caso di tesi sperimentale, lo studente dovrà elaborare un piano della sperimentazione che consenta di ottenere i risultati desiderati. Nel caso di tesi progettuale, lo studente dovrà determinare, anche attraverso l'utilizzazione di codici di calcolo, le caratteristiche di una missione spaziale, di un veicolo spaziale, di un satellite o di una capsula di rientro (o parte di essi), mettendo in evidenza i vantaggi ottenuti rispetto alle soluzioni esistenti.

Organizzazione

Presidente del Corso di studio - Presidente del Consiglio di area didattica

Franco Mastroddi

Tutor del corso

LUCIANO IESS
FRANCESCO NASUTI
FABRIZIO PIERGENTILI
DANIELE BIANCHI
MAURO PONTANI

Manager didattico

Lia Matrisciano

Rappresentanti degli studenti

Alberto Mascolini
Sara Palumbo
Ludovico Crespi
Alberta Georgiana Dirdala
Chiara Avallone
Biagio Cosenza
Mattia Montecchi
Francesco Basile
Massimo Della Monica
Cristiano De Franceschi
Francesco Sergio Di Nardo

Docenti di riferimento

BERNARDO FAVINI
MAURO PONTANI
ALESSANDRO ZAVOLI
FRANCESCO NASUTI
LUCIANO IESS
DANIELE BIANCHI
FRANCESCO CRETA
FABRIZIO PIERGENTILI
ANTONIO GENOVA
CHRISTIAN CIRCI

Regolamento del corso

Descrizione del percorso Il Corso di studi in Space and Astronautical Engineering è un Corso di studi internazionale tenuto in lingua inglese Il percorso formativo prevede un primo anno durante il quale vengono consolidate le conoscenze nei settori caratterizzanti l'ingegneria spaziale e vengono fornite le basi in settori non compresi nella laurea triennale quali l'automatica e l'elettronica. Nel secondo anno sono previsti diversi curricula rivolti all'approfondimento nel campo dei sistemi di trasporto spaziale, delle piattaforme spaziali, delle missioni spaziali e di esplorazione, e del telerilevamento spaziale. La quota dell'impegno orario complessivo a disposizione dello studente per lo studio personale o per altra attività formativa di tipo individuale è pari ad almeno il 60% del totale. Tre curricula (Space transportation, Spacecraft design and integration, Space missions and exploration) hanno in comune il primo anno, organizzato in 7 insegnamenti per un totale di 60 CFU, durante il quale vengono fornite o consolidate le conoscenze nei settori caratterizzanti l'ingegneria spaziale e astronautica

(gasdinamica, costruzioni spaziali, meccanica del volo spaziale, propulsione spaziale, sistemi spaziali) e vengono fornite le informazioni di base nei settori dell'elettronica e dell'automatica. Nel secondo anno questi curricula prevedono insegnamenti articolati in gruppi a scelta, all'interno dei quali lo studente seleziona tre insegnamenti per complessivi 18 CFU nei settori caratterizzanti. Il primo anno del quarto curriculum, Space payloads and applications for telecommunication, navigation, and Earth observation (7 insegnamenti, 60 CFU), ha alcuni corsi in comune con i precedenti percorsi, ma accanto ad essi si introducono i temi delle telecomunicazioni e del telerilevamento dallo spazio. Nel secondo anno questo curriculum presenta una struttura differente dagli altri, con due insegnamenti obbligatori per un totale di 12 CFU e un gruppo a scelta per un totale di 18 CFU nei settori caratterizzanti. Tutti i curricula prevedono inoltre la scelta di un insegnamento da 6 CFU in una materia affine, all'interno di specifici gruppi a scelta, e 12 CFU a scelta libera dello studente. La quota dell'impegno orario complessivo a disposizione dello studente per lo studio personale o per altra attività formativa di tipo individuale è pari ad almeno il 60% del totale. Il corso di Laurea Magistrale in Space and Astronautical Engineering fa parte di una rete europea di eccellenza nel campo aerospaziale, la rete Pegasus, nell'ambito della quale vengono sviluppati, volta per volta specifici accordi di collaborazione bilaterali. Il Corso di studio Magistrale in Space and Astronautical Engineering prevede anche curricula validi per l'acquisizione del doppio titolo italo-statunitense con il Georgia Institute of Technology e per il doppio titolo italo-portoghese con l'Instituto Superior Tecnico de l'Universidade de Lisboa. Le relative informazioni possono essere consultate nella sezione internazionale del sito del Consiglio d'Area Didattica di Ingegneria Aerospaziale (www.ingaero.uniroma1.it). Verifica dell'apprendimento La verifica dell'apprendimento relativa a ciascun insegnamento avviene di norma attraverso un esame (E) che può prevedere prove orali e/o scritte secondo modalità definite dal docente e comunicate insieme al programma. Per alcune attività non è previsto un esame ma un giudizio di idoneità (V); anche in questo caso le modalità di verifica sono definite dal docente. Programmi e modalità di verifica dell'apprendimento I programmi dei corsi e le modalità di esame sono consultabili sul sito web della Sapienza – Catalogo dei corsi – Frequentare <https://corsidilaurea.uniroma1.it>

Assicurazione qualità

Consultazioni iniziali con le parti interessate

Le aziende sono state consultate, a livello di Facoltà, sistematicamente a partire dal 2006 attraverso il Protocollo di Intesa 'Diamoci Credito', ora Figi riconfermato il giorno 11/07/08. Le aree di interesse individuate sono: la progettazione e la valutazione dei corsi di studio per sviluppare un'offerta adeguata all' esigenze del mondo del lavoro, l'integrazione delle competenze delle imprese nel processo formativo dei corsi di laurea, l'orientamento degli studenti in ingresso e in uscita, l'attivazione di programmi di ricerca d' interesse tra Dipartimenti e grandi imprese. Il 2/12/08 il comitato di indirizzo e controllo si è riunito per l'esame conclusivo dell' offerta formativa 2009/10. L'offerta è stata approvata. La società Tecnip il 05/12/2008 ha espresso parere favorevole all'istituzione del corso. Nell'incontro finale della consultazione a livello di Ateneo del 19 gennaio 2009, considerati i risultati della consultazione telematica che lo ha preceduto, le organizzazioni intervenute hanno valutato favorevolmente la razionalizzazione dell'Offerta Formativa della Sapienza, orientata, oltre che ad una riduzione del numero dei corsi, alla loro diversificazione nelle classi che mostrano un'attrattività elevata e per le quali vi è una copertura di docenti più che adeguata. Inoltre, dopo aver valutato nel dettaglio l'Offerta Formativa delle Facoltà, le organizzazioni stesse hanno espresso parere favorevole all'istituzione dei singoli corsi.

Consultazioni successive con le parti interessate

Gli ambiti professionali per l'ingegnere spaziale e astronautico sono quelli della progettazione avanzata, della pianificazione e della gestione di sistemi complessi nelle imprese, manifatturiere o di servizi, nelle agenzie spaziali, nella pubblica amministrazione, nella libera professione, nelle università e negli enti di ricerca. Le organizzazioni rappresentative di tali ambiti professionali a livello nazionale ed internazionale sono quindi consultate regolarmente per verificare l'adeguatezza degli obiettivi formativi proposti dal CdS e gli effettivi sbocchi professionali e occupazionali previsti per i laureati. Le consultazioni avvengono sia a livello di CdS (attraverso il consiglio d'area di ingegneria aerospaziale - CAD aerospaziale) sia a livello di Facoltà, attraverso iniziative programmate ed eventi speciali. A livello di CdS, le aziende sono consultate in modo sistematico attraverso azioni specifiche del CAD di Ingegneria aerospaziale e attraverso contatti dei singoli docenti. I contatti dei docenti, attraverso i quali si organizzano attività seminariali negli insegnamenti e si sviluppano tesi svolte in azienda, contribuiscono a completare il quadro dei rapporti con le aziende oltre a fornire agli studenti informazioni su caratteristiche e aspettative del mondo del lavoro. INIZIATIVE DEL CAD AEROSPAZIALE In coerenza con la sua Policy sulle relazioni industriali il CAD ha istituito il Focus Group Aziende, le cui attività sono iniziate nel luglio 2016 e divenute il 20/07/2023 Comitato di indirizzo con i seguenti obiettivi: ? contribuire, per gli aspetti che riguardano obiettivi formativi specifici e sbocchi occupazionali, identificati dal mondo del lavoro di riferimento, alla definizione del profilo professionale, alla verifica dei percorsi formativi di Ingegneria aerospaziale e alla valutazione dei risultati di apprendimento ? esaminare i profili professionali e le competenze dei laureati rispetto alle esigenze e aspettative delle aziende ? migliorare l'efficacia e la qualità delle attività di tirocinio ? stabilire/promuovere modalità di collaborazione tra l'università e le aziende ? aumentare la visibilità delle aziende partecipanti per studenti e neolaureati. Rientra inoltre nel perimetro di attività del gruppo la realizzazione di best practice sui seguenti elementi, di interesse per i processi di assicurazione della qualità dei corsi di studio: ? consultazione del mondo del lavoro per la definizione del profilo professionale ? monitoraggio di opinione dei datori di lavoro su studenti e laureati per verificare l'adeguatezza della formazione ai fabbisogni del mondo del lavoro. Fanno attualmente parte del gruppo, oltre ai rappresentanti del CAD, le seguenti società/enti: 1. AIDP 2. AGT 3. Alten Italia 4. ENAC 5. EuroUSC-Italia 6. Gruppo RINA 7. IDS Air Nav 8. MSC / HEXAGON Software 9. Thales Alenia Space 10. TMC Il gruppo opera su tre linee di azione principali: ? il contributo alla definizione del profilo professionale degli studenti e alla valutazione dei risultati di apprendimento ? le attività e iniziative per il job placement ? la comunicazione e informazione sulle aziende. L'elenco complessivo delle organizzazioni consultate dal CAD aerospaziale è il seguente: AEROSEKUR S.p.A., ARIS - Applicazioni Rielaborazioni Impianti Speciali S.p.A., AEREA S.p.A., ARGOL DEFENCE S.r.l., ASI - Agenzia Spaziale Italiana, ASE S.p.A, AVIO S.p.A, BONETTI AIRCRAFT SUPPORTS S.p.A, CSM - Centro Sviluppo Materiali S.p.A., CECOM S.r.l., CENTRO COSTRUZIONI S.r.l. Unipersonale, CIRA à Centro Italiano Ricerche Aerospaziali S.p.A., CONSORZIO S3LOG, CURTI COSTRUZIONI MECCANICHE S.p.A., ELETTRONICA S.p.A., ENGINEERING INGEGNERIA INFORMATICA S.p.A., ENGITECH S.r.l., ELV S.p.A., ESA - European Space Agency, IDS - Ingegneria dei Sistemi S.p.A., IES S.r.l., INTERCONSULTING S.r.l., LEAT S.p.A., LEONARDO, MBDA ITALIA S.p.A., Northrop Grumman Italia S.p.A., RHEINMETALL ITALIA S.p.A., RWM ITALIA S.p.A., SIME - Società Industria Meccanica S.r.l., STE - Servizi Tecnici per l'Elettronica S.p.A., SECONDO MONA S.p.A., SICAMB S.p.A., SIMAV S.p.A.,

Sistemi Software Integrati S.p.A., TCS GROUP S.r.l., TELEGI S.r.l., TELESPAZIO S.p.A, THALES ALENIA SPACE ITALIA S.p.A., TITANIUM International Group S.r.l., UFI FILTERS S.p.A., VITROCISSET S.p.A. Una classificazione per area delle aziende su elencate sarà accessibile dal sito del CAD, anche per documentare la frequenza di contatto, per tirocini, tesi e stages per gli studenti, con le aziende in elenco. Si segnalano infine attività a carattere non programmatico intraprese dal CAD di ingegneria aerospaziale al fine di identificare gli sbocchi professionali e occupazionali previsti per i laureati e le competenze richieste. Rientrano ad esempio in quest'ambito i Career Opportunity Event. Si tratta di eventi che hanno per protagonista un'azienda selezionata del settore aerospaziale, nella quale abbiano trovato una collocazione lavorativa ex-studenti (tipicamente, quelli che hanno fatto parte dell'Associazione Studentesca SASA -Sapienza Aerospace Student Association) che intervengono per esporre agli studenti la loro esperienza. INIZIATIVE DELLA FACOLTA' DI INGEGNERIA CIVILE E INDUSTRIALE A livello di Facoltà è attiva una regolare consultazione delle organizzazioni rappresentative degli ambiti professionali ai quali è diretta la proposta formativa dei CdS, effettuata tramite il Protocollo di intesa FIGI - Facoltà di Ingegneria e Grandi Imprese (<http://figi.ing.uniroma1.it/#governance>). La Facoltà organizza ogni anno un workshop denominato Job Meeting ROMA che rappresenta un momento importante e qualificato a livello nazionale, nell'incontro tra laureati, laureandi e i diversi attori del mondo del lavoro, della formazione e dell'orientamento. Si tratta di un'occasione di incontrare aziende, tra le quali alcune del comparto aerospaziale come Avio e Leonardo, enti e-business school e di usufruire gratuitamente di utili servizi di consulenza e orientamento professionale. Le aziende sono a disposizione per informare i visitatori su politiche di reclutamento, offerte professionali e raccogliere le candidature di quanti interessati. Le business school presentano i propri piani formativi, progettati in relazione alle più recenti tendenze del mercato del lavoro. I visitatori hanno, inoltre, la possibilità di usufruire gratuitamente di momenti formativi e servizi di consulenza alla carriera (correzione CV, come affrontare il colloquio di selezione, incontri sulle nuove professioni e l'autoimprenditorialità, ecc.) realizzati con il contributo di protagonisti del mondo delle professioni e delle imprese. Le consultazioni relative all'offerta formativa di ICI 24-25 si sono tenute il 06 maggio 2024. Durante la riunione i rappresentanti delle aziende hanno preso visione dell'offerta formativa, degli obiettivi e dei rispettivi curricula, analizzandone i punti di forza e le criticità. Il verbale della riunione è disponibile sul sito <https://figi.ing.uniroma1.it/verbali-consultazioni>

Organizzazione e responsabilità della AQ del Cds

Il Sistema di Assicurazione Qualità (AQ) di Sapienza è descritto diffusamente nelle Pagine Web del Team Qualità consultabili all'indirizzo <https://www.uniroma1.it/it/pagina/team-qualita>. Nelle Pagine Web vengono descritti il percorso decennale sviluppato dall'Ateneo per la costruzione dell'Assicurazione Qualità Sapienza, il modello organizzativo adottato, gli attori dell'AQ (Team Qualità, Comitati di Monitoraggio, Commissioni Paritetiche Docenti-Studenti, Commissioni Qualità dei Corsi di Studio), i Gruppi di Lavoro attivi, le principali attività sviluppate, la documentazione predisposta per la gestione dei processi e delle attività di Assicurazione della Qualità nella Didattica, nella Ricerca e nella Terza Missione. Le Pagine Web rappresentano inoltre la piattaforma di comunicazione e di messa a disposizione dei dati di riferimento per le attività di Riesame, di stesura delle relazioni delle Commissioni Paritetiche Docenti-Studenti e dei Comitati di Monitoraggio e per la compilazione delle Schede SUA-Didattica e SUA-Ricerca. Ciascun Corso di Studio e ciascun Dipartimento ha poi facoltà di declinare il Modello di Assicurazione Qualità Sapienza definito nelle Pagine Web del Team Qualità nell'Assicurazione Qualità del CdS/Dipartimento mutuandolo ed adattandolo alle proprie specificità organizzative pur nel rispetto dei modelli e delle procedure definite dall'Anvur e dal Team Qualità. Le Pagine Web di CdS/Dipartimento rappresentano, unitamente alle Schede SUA-Didattica e SUA-Ricerca, gli strumenti di comunicazione delle modalità di attuazione del Sistema di Assicurazione Qualità a livello di CdS/Dipartimento.