



ALL.1) ORDINAMENTO

MASTER DI SECONDO LIVELLO IN SPACE TRANSPORTATION SYSTEMS: LAUNCHERS AND RE-ENTRY VEHICLES (STS)

Codice corso di studio: 29033

Art. 1 – Informazioni generali

Dipartimento proponente e di gestione	Dipartimento di Ingegneria Meccanica e Aerospaziale
Facoltà di riferimento	Facoltà di Ingegneria Civile e Industriale
Denominazione	Space Transportation Systems: launchers and re-entry vehicles
Livello	Secondo
Durata	Annuale
Delibera del Dipartimento di attivazione	Delibera Dipartimento Ingegneria Meccanica e Aerospaziale 05/03/2019 e 12/03/2019
Eventuali strutture partner e convenzioni	ASI – Agenzia Spaziale Italiana Accordo attuativo nr. 1 dell'Accordo quadro 2016 – Procedure di rinnovo in corso

Articolo 2 – Informazioni didattiche

Obiettivi formativi del Master	Il Master si propone di realizzare un percorso formativo finalizzato alla formazione di ingegneri sistemisti altamente qualificati, adatti a coprire ruoli manageriali e/o svolgere compiti di ricerca e sviluppo tecnologico relativi alla progettazione, produzione e commercializzazione.
Risultati di apprendimento attesi	Il Master è suddiviso in tre fasi principali: una prima fase d'aula della durata di 4 mesi, durante i quali gli allievi avranno l'obiettivo di acquisire competenza relative alla progettazione e produzione di sistemi di trasporto spaziale; una seconda fase di training on the job, della durata di un mese, durante la quale potranno acquisire competenze pratiche attraverso visite sul campo nei principali centri di ricerca europei del settore aerospaziale; e infine il periodo di internship, grazie al quale potranno sviluppare personalmente e mettere in pratica ciò che hanno appreso nei precedenti sei mesi, attraverso attività all'interno delle principali aziende aerospaziali italiane ed europee sponsor del Master.
Settori Scientifico Disciplinari	ING/IND 04-05-06-07-09



Requisiti di accesso	<p>Possono partecipare al Master, senza limitazioni di età e cittadinanza, coloro che sono in possesso di un titolo universitario appartenente ad una delle seguenti classi di laurea: Ingegneria Aerospaziale e Astronautica (25/S e LM-20) Ingegneria Meccanica (36/S e LM-33) Ingegneria dell'automazione (29/S e LM-25) Ingegneria delle Telecomunicazioni (30/S e LM-27) Ingegneria elettrica (31/S e LM-28) Ingegneria elettronica (32/S e LM-29) Ingegneria Energetica e Nucleare (33/S e LM-30) Ingegneria Informatica (35/S e LM-32) Ingegneria civile (28/S e LM-23)</p> <p>Possono altresì accedere al Master anche i possessori di una Laurea conseguita in Italia in base al sistema previgente alla riforma universitaria del D.M. 509/99 equiparata ad una delle classi suindicate, come da tabella ministeriale (https://www.cun.it/uploads/3852/par_2009_04_23.pdf?v=)</p>
Numero minimo e massimo di ammessi	<p>Numero massimo: 20 Numero minimo: 10</p>
Modalità di svolgimento della selezione di ammissione	<p>Selezione per titoli e colloquio obbligatorio. Per quanto concerne la valutazione dei titoli, saranno presi in considerazione criteri come il voto di laurea, le esperienze professionali pregresse, premi, borse di studio, attività di studio e di formazione all'estero, diplomi di conoscenza di lingua inglese, etc.</p> <p>In aggiunta alla valutazione per titoli, è prevista una prova di ammissione, consistente in un colloquio, in lingua inglese, finalizzato a verificare attitudini, conoscenze specifiche di base nel settore dei Sistemi di Trasporto Spaziale e motivazioni dei candidati, nonché ad accertare il livello di conoscenza della lingua inglese.</p>
Date presunte di inizio e fine del corso	Da definire
Uditori	Possono essere ammessi studenti uditori alla frequenza di specifici moduli, fino all'acquisizione di un massimo di 20 CFU.
Corsi Singoli	Non previsti
Obbligo di Frequenza	80% del monte ore complessivo delle lezioni
Offerta di stage	Al termine del periodo di lezioni frontali e del training program nei centri di ricerca europei, è previsto un percorso di internship della durata di sei mesi, all'interno delle aziende del settore aerospaziale sponsor
Modalità di Svolgimento Prova Finale	<p>La prova finale consiste nella presentazione e discussione di un elaborato di tesi redatto a cura del candidato sul lavoro svolto dallo stesso durante il periodo di internship. L'elaborato viene redatto in lingua inglese e supervisionato dai tutor accademici e aziendali.</p> <p>L'elaborato finale viene presentato e discusso di fronte alla Commissione giudicatrice della prova finale che esprime la</p>



	votazione in centodecimi e può, all'unanimità, concedere al candidato il massimo dei voti con lode.
Lingua di insegnamento	Inglese
Eventuali forme di didattica a distanza	Non previste

Articolo 3 – Informazioni organizzative

Risorse logistiche	Aula 4 - Palazzo Baleani Aula 15 - Facoltà di Ingegneria Civile e Industriale, DIMA Aula 1 – Facoltà di Ingegneria Civile e Industriale, DIMA
Risorse di personale tecnico-amministrativo	1
Risorse di docenza	7
Sede delle attività didattiche	Palazzo Baleani, Corso Vittorio Emanuele II, 244 – aula 4; Facoltà di Ingegneria civile e Industriale, via Eudossiana 18 (aula 1/15)
Sede della segreteria c/o il Dipartimento	Segreteria Master Space Transportation Systems - c/o Dipartimento di Ingegneria Meccanica e Aerospaziale, via Eudossiana 18

Articolo 4 – Fonti di finanziamento del Master

Importo quota di iscrizione	€ 4.500,00
Eventuali esenzioni o riduzioni di quota (fatta salva la quota a bilancio di Ateneo del 30%)	no
Eventuali finanziamenti esterni e/o borse di studio	Da definire accordi con enti già convenzionati nelle scorse edizioni (a titolo esemplificativo: AVIO, THALES ALENIA SPACE, ARIANEGROUP, etc)
Riduzioni di quota derivanti da particolari convenzioni	no



PIANO FORMATIVO DEL MASTER

Direttore del Master:	prof. Marcello Onofri (http://www.ingaero.uniroma1.it/users/ingaero/joomla/curriculum/CV%20Onofri.pdf)
Consiglio Didattico Scientifico	<ul style="list-style-type: none">• Prof. Bernardo Favini (https://gomppublic.uniroma1.it/Docenti/Render.aspx?UID=99a878ac-f36a-4b4f-aa9e-04f7e169e7c5)• Prof. Francesco Nasuti (https://gomppublic.uniroma1.it/Docenti/Render.aspx?UID=098df280-04f9-4b73-bc2d-b1810f805d45)• Prof. Mauro Valorani (http://web2srv.ing.uniroma1.it/~m_valorani/Bio-data.html)• Prof. Franco Mastroddi (http://dma.dima.uniroma1.it:8080/users/mastroddi/att-ric.html)• Prof. Francesco Creta (http://www.ingaero.uniroma1.it/Documenti/CV/CV%20Creta.pdf)• Prof. Renato Paciorri (https://gomppublic.uniroma1.it/Docenti/Render.aspx?UID=32c2fa12-2049-4cb6-b12c-5abd97c8f606)• Prof. Diego Lentini (http://dma.dima.uniroma1.it:8080/STAFF2/lentini.html)
Calendario didattico	Da definire

Piano delle Attività Formative del Master in: Space Transportation Systems (STS) - 29033

Denominazione attività formativa	Descrizione obiettivi formativi	Responsabile insegnamento	Settore scientifico disciplinare (SSD)	CFU	Ore	Tipologia (indicare obbligatoriamente la suddivisione in: lezione, esercitazione, laboratorio, seminario e studio individuale)	Verifiche di profitto (Se previste, modalità e tempi di svolgimento)
Module 1 Introduction	Planning of the Lectures, modality of attendance; description of the Master Course and courseworks explanation	Prof. Marcello Onofri	ING/IND 04	1	25	Lezioni/seminari +studio individuale	
Module 2 Overview of Launcher Systems	Introduction to Space Transportation Systems (STS); expendable launcher systems and sub-systems; Launcher Elements of the Ariane 5 Family; ESA and ASI programs in Space Transportation Systems	Prof. Marcello Onofri	ING/IND 04 ING/IND 07	1 1	50	Lezioni/seminari +studio individuale	
Module 3 Space Program Management & Quality Certification	Programs in Space Transportation Systems; Cost management of Space Programs; Organization and management of a system team for launcher development; Space for Security & Defense; Dual Use programs; COSMO-SkyMed	Docente da definire	ING/IND 04 ING/IND 05 ING/IND 09	1 1 1	75	Lezioni/seminari +studio individuale	
Module 4 Mission Analysis	Staging design principles; Trajectory's phases: vertical ascent; pitch-over; gravity turn; coasting; staging; launch base constraints; Launch trajectory optimization; Orbit sensitivity to	Prof. Diego Lentini	ING/IND 04 ING/IND 05 ING/IND 07	1 1 1	75	Lezioni/seminari +studio individuale	

	injection parameters; Software for Launcher/Mission Design; Preliminary mission design; Preliminary design for airbreathing launchers						
Module 5 Combustion Modeling	Thermochemistry, Kinetics, Flames,; Physics of injection and mixing; Turbulent Combustion Modeling; Introduction to Liquid Propulsion Systems; Liquid Propellants Classification; Combustion Chamber Configurations; Preburners; Combustion instability; Measurement Techniques in Thrust Chamber	Prof. Francesco Creta	ING/IND 04 ING/IND 06 ING/IND 07	1 1 1	75	Lezioni/seminari +studio individuale	
Module 6 Liquid Rocket Engine (LRE) Thrust Chamber	LRE Cycles; Operating envelopes and transients; Engine mechanical design; LRE System Analysis and trade-off criteria; LRE Thrust chamber; Ignition and Ignition Devices; Advanced Combustion Chambers; Thrust Chamber Life; LRE Thrust chamber cooling systems and LRE development testing activities	Prof. Francesco Nasuti	ING/IND 05 ING/IND 06 ING/IND 07	1 1 1	75	Lezioni/seminari +studio individuale	
Module 7 Pump-fed Systems	Architectures & typologies; Components design of pumps & turbines; Pump-fed cycle analysis; Cavitation in cryogenic pumps; TP's auxiliary subsystems	Prof. Mauro Valorani	ING/IND 04 ING/IND 05 ING/IND 06	1 1 1	75	Lezioni/seminari +studio individuale	
Module 8 Rocket Nozzles	Design of classical LRE Nozzles, loads, contouring methods, cooling, mechanical design, flow separation and side-loads; Advanced LRE Nozzle Concepts; Dual bell nozzles: results of recent numerical and theoretical studies on the characteristics of dual bell nozzles	Prof. Marcello Onofri	ING/IND 05 ING/IND 06 ING/IND 07	1 1 1	75	Lezioni/esercitazioni +studio individuale	Esercitazione (consegna di un report finale)
Module 9 Aero-thermodynamics of launchers and re-entry vehicles	Shock-Shock interferences and Shock-Wave/Boundary Layer Basic Interactions; Experimental and physical aspects of basic aerothermodynamics for launchers and rocket nozzles; Modelling Re- entry	Prof. Renato Paciorri	ING/IND 04 ING/IND 05 ING/IND 07	1 1 1	75	Lezioni +studio individuale	

	Aerothermodynamic Phenomena; Aerothermodynamics of nozzle and after bodies for launchers; Aerodynamic derivatives of the launcher; Launcher Base Drag; The European Project of the Experimental Vehicle IXV; CFD methods for high speed flows						
Module 10 Solid Rocket Motors	Solid Rocket Motor Internal Ballistic; Solid Rocket Motor Ignition Transient; Pressure and Thrust Oscillations in Solid Rocket Motors; SRM Static Firing Tests and Flights Performance Analysis	Prof. Bernardo Favini	ING/IND 04 ING/IND 05 ING/IND 07	1 1 1	75	Lezioni +studio individuale	
Module 11 Launcher design	System loop procedure for feasibility study; Design of propulsion systems: lower stage, upper stage, attitude; control systems; stage separation problems; solid propulsion stage design with TVC	Prof. Marcello Onofri	ING/IND 04 ING/IND 05 ING/IND 07	1 1 1	75	Lezioni +studio individuale	Esercitazione (consegna di un report finale)
Module 12 ECOSimpro/ ESPSS Library	ECOSimpro/ESPSS Library; overview of the EcosimPro platform and ESPSS transient libraries	Docente da definire	ING/IND 04 ING/IND 05 ING/IND 07	1 1 1	75	Lezioni/esercitazioni +studio individuale	Esercitazione (consegna di un report finale)
Module 13 Structures	Launch vehicle structural dynamics; Coupled load analysis; Seismic excitation in the launch phase on payload: modal coupling and participation, effective modal masses. Techniques for reduced-order models in structural dynamics: static and dynamic condensation; Random Vibrations; Experimental structural dynamics.	Prof. Franco Mastroddi	ING/IND 05 ING/IND 06 ING/IND 07	1 1 1	75	Lezioni/esercitazioni +studio individuale	Esercitazione (consegna di un report finale)
Module 14 Ground Segment	Launcher Ground Segment: Vega and Soyuz Mobile Gantry overview; Principles of Launch range design; Ground network support: requirements and operations-Ground telemetry and tracking systems: Antenna parameters, ACU operational	Docente da definire	ING/IND 04 ING/IND 05 ING/IND 07	1 1 1	75	Lezioni +studio individuale	

	modes, Autotracking, Receivers, Telemetry data transfer; Space Link; Link Budget; Pre-launch Operations and Testing; Launch Ground Support; Ground Stations					
Denominazione attività formativa	Descrizione obiettivi formativi		CFU	Ore	Modalità di svolgimento	
Tirocinio/Stage	Al termine del periodo di lezioni frontali e del training program nei centri di ricerca europei, gli studenti che hanno preso parte al Master svolgeranno un periodo di tirocinio formativo nelle industrie del settore aerospaziale per mettere in pratica le conoscenze teoriche acquisite durante l'anno accademico		10	250	Internship formativo sul campo della durata di sei mesi all'interno delle più prestigiose aziende e industrie del settore aerospaziale sponsor del Master	
Prova finale	La prova finale consiste nella presentazione e discussione di un elaborato di tesi redatto a cura del candidato sul lavoro svolto dallo stesso durante il periodo di internship		3	75	L'elaborato finale, redatto in lingua inglese e supervisionato dai tutor accademici e aziendali, viene presentato e discusso di fronte alla Commissione giudicatrice che esprime la votazione in centodecimi e può, all'unanimità, concedere al candidato il massimo dei voti con lode.	
Altre attività	Keynote Lecture with international manager Training abroad		5	125	Seminari e convegni con docenti e personalità internazionali del settore aerospaziale. Training all'estero sperimentale e teorico di un mese nei più importanti centri di ricerca europei	
TOTALE			60			

IL DIRETTORE DEL DIPARTIMENTO