

ALLA SCOPERTA DEI SATELLITI: PERCHÉ ORBITANO E COME OSSERVANO LA TERRA

a cura del prof. Carmine Giordano – Meccanica Aerospaziale

Descrizione del corso

Il corso presenta alcuni rudimenti dell'ingegneria dei satelliti, facendo leva su nozioni base di fisica e semplici modelli matematici. Dopo una breve descrizione delle missioni spaziali ed un richiamo dei principi fisici necessari alla comprensione delle lezioni, verrà illustrato il concetto di orbita e saranno introdotte le caratteristiche fondamentali delle orbite attorno alla Terra. Seguirà una trattazione molto semplificata della fase di lancio da Terra e di messa in orbita dei satelliti; infine, verrà introdotto il concetto di osservazione della Terra da satellite, ovvero come sia possibile sfruttare il moto dei satelliti per ottenere mappature globali della superficie terrestre.

Organizzazione

Il corso è suddiviso in **4 moduli**; durante ogni modulo gli studenti avranno accesso a diversi **materiali didattici online**, tra cui videolezioni, slide e schede di esercitazione. Gli studenti saranno in contatto costante con docenti e tutor del Politecnico. Inoltre, grazie a un **forum online** potranno lavorare insieme agli altri iscritti all'interno di una classe virtuale. È prevista infine anche la partecipazione a un **webinar**, tenuto direttamente da un docente del corso. Al termine del corso, gli studenti che avranno partecipato a tutti i webinar e completato tutti gli esercizi e le attività proposte dai docenti riceveranno un **attestato di partecipazione** e un **badge digitale** da inserire nel proprio CV.

Altri docenti coinvolti

Prof.ssa Gabriella Vittoria Maria Gaias - – Meccanica Aerospaziale
Prof. Franco Bernelli Zazzera - Impianti e Sistemi Aerospaziali
Prof.ssa Camilla Colombo - Meccanica Orbitale
Prof. Pierluigi Di Lizia – Meccanica Aerospaziale

Struttura del corso

Modulo 1 (a cura della prof.ssa Gabriella Vittoria Maria Gaias):

Partiremo da una descrizione delle missioni spaziali, spiegando scopi ed evoluzione storica dello sviluppo dei satelliti, le prospettive future sul loro utilizzo e le sfide tecnologiche ancora da affrontare. Successivamente si presenteranno i principi fisici fondamentali per comprendere il moto dei satelliti e studiare le loro orbite: principio di inerzia, quantità di moto, momento della quantità di moto, legge di gravitazione universale, energia meccanica, leggi di conservazione, moto circolare uniforme. Di ciascun principio fisico verrà presentato un esempio legato all'ingegneria dei satelliti. Acquisite le basi e le informazioni di contesto, introdurremo il concetto di orbita fornendone una descrizione intuitiva.

Modulo 2 (a cura del prof. Pierluigi Di Lizia):

Il secondo modulo sarà dedicato all'analisi delle caratteristiche principali delle orbite: ne studieremo la geometria e affronteremo il modo in cui i satelliti si muovono su di esse. Verranno enunciate le leggi di Keplero che descrivono il moto dei pianeti del sistema solare e da queste si dedurranno alcune proprietà delle orbite dei satelliti artificiali che ruotano attorno alla Terra. Si dedicherà particolare attenzione alle caratteristiche delle orbite basse per osservazione della Terra (LEO) e alle orbite geostazionarie per telecomunicazioni (GEO), con alcuni esempi tratti da casi reali.

Modulo 3 (a cura del prof. Franco Bernelli Zazzera):

Il terzo modulo sarà dedicato a capire e studiare come sia possibile lanciare un satellite partendo da Terra. Descriveremo in forma molto semplice il principio della propulsione a razzo, elemento base del funzionamento dei lanciatori. Ci soffermeremo poi sulla tipica traiettoria di lancio e su come avviene l'immissione in orbita, presentando semplici esempi. Accenneremo brevemente, infine, alle manovre necessarie per cambiare l'orbita.

Modulo 4 (a cura della prof. Camilla Colombo):

A completamento del corso si introdurrà il concetto di osservazione della Terra da satellite, illustrando come i satelliti "vedono" la Terra, che area di copertura può essere garantita da un satellite in funzione della sua orbita e come individuare la traccia a Terra di un satellite. Analizzeremo esempi da orbite basse per osservazione della Terra (LEO) e da orbite geostazionarie per telecomunicazioni (GEO).

Note biografiche

Carmine Giordano - Ha conseguito il dottorato in Ingegneria Aerospaziale nel 2021 al Politecnico di Milano. È ricercatore a tempo determinato (RTDa) presso il Dipartimento di Scienze e Tecnologie Aerospaziali del Politecnico di Milano. È principal investigator di CASTOR, una Marie Skłodowska-Curie Actions Postdoctoral Fellowship con un progetto dedicato allo sviluppo di algoritmi di guida autonoma per satelliti in orbita attorno a corpi minori, per la quale ha trascorso periodi di ricerca presso il Jet Propulsion Laboratory ed ESA/ESTEC. La sua ricerca si concentra sul disegno di traiettorie, l'ottimizzazione robusta e la guida autonoma, con particolare attenzione a metodi di avanzati e uso di hardware dedicato. È inoltre analista di missione per diversi satelliti (LUMIO, Milani, RCS-1, LUMOS) lanciati o in sviluppo con il supporto dell'Agenzia Spaziale Europea.

Franco Bernelli Zazzera – Ha conseguito il dottorato di ricerca in Ingegneria Aerospaziale nel 1990 ed è Professore ordinario del Dipartimento di Scienze e Tecnologie Aerospaziali del Politecnico di Milano. Sempre presso il Politecnico è stato Coordinatore dei programmi di scambio Erasmus in Ingegneria Aerospaziale, vice Preside della Facoltà di Ingegneria Industriale, Coordinatore del corso di studio in Ingegneria Aerospaziale e Direttore del Dipartimento di Scienze e Tecnologie Aerospaziali.

Franco Bernelli è stato per 4 anni Presidente di PEGASUS, la rete europea di Università aerospaziali, e coordinatore del progetto PERSEUS, finanziato nell'ambito del programma Horizon 2020 e volto a definire misure per migliorare la qualità dei laureati aerospaziali in Europa. Attualmente insegna e svolge ricerche negli ambiti della meccanica del volo spaziale e dei sistemi satellitari.

Camilla Colombo – Ha conseguito il dottorato di ricerca in Ingegneria Aerospaziale nel 2010 all'Università di Glasgow (UK) e successivamente ha lavorato alle Università di Glasgow (UK), Università di Strathclyde (UK) e Università di Southampton (UK) come ricercatore e professore associato. Dal 2016 è Professore associato al Dipartimento di Scienze e Tecnologie Aerospaziali del Politecnico di Milano, docente di Meccanica Orbitale. In qualità di principal investigator del progetto ERC COMPASS e GreenSpecies gestisce un gruppo di giovani ricercatori sullo studio delle perturbazioni orbitali e del loro sfruttamento per missioni di piccoli satelliti, e per la mitigazione di detriti spaziali. Gestisce progetti finanziati dall'Unione Europea e dall'Agenzia Spaziale Europea. È delegato per l'Agenzia Spaziale Italiana presso l'Inter-Agency Space Debris Coordination Committee e presso lo Space Mission Planning Advisory Group per missioni agli asteroidi.

Pierluigi Di Lizia – Ha conseguito il dottorato di ricerca in Ingegneria Aerospaziale nel 2008 ed è docente di Meccanica Aerospaziale e di Guida e Navigazione di Satelliti presso il Dipartimento di Scienze e Tecnologie Aerospaziali del Politecnico di Milano. Dal 2008 al 2016 ha supportato le operazioni dello strumento SD2 a bordo della missione Rosetta dell'Agenzia Spaziale Europea. I suoi principali ambiti di ricerca riguardano il monitoraggio dell'ambiente spaziale, la space situational awareness, nonché la guida, navigazione e controllo di satelliti per operazioni di prossimità. Vanta un'esperienza ventennale in progetti che coinvolgono enti di ricerca e aziende private. È coautore di oltre 250 pubblicazioni scientifiche. È associate editor della rivista COSPAR Advances in Space Research. È membro della delegazione dell'Agenzia Spaziale Italiana presso l'Inter-Agency Space Debris Coordination Committee (IADC).

Gabriella Vittoria Maria Gaias – Ha conseguito il dottorato di ricerca in Ingegneria Aerospaziale nel 2009 al Politecnico di Milano e successivamente ha lavorato nella divisione di ricerca del German Space Operations Center del Centro Aerospaziale Tedesco. Gabriella Gaias è stata ingegnere responsabile in sala di controllo e sviluppatore di esperimento per la missione PRISMA; principal investigator, sviluppatore e responsabile delle operazioni per l'esperimento AVANTI a bordo del satellite BIROS. Dal 2018 Gabriella Gaias svolge attività di ricerca al Politecnico di Milano, dapprima nell'ambito del progetto europeo ERC- H2020-COMPASS, poi come beneficiario della borsa di ricerca individuale H2020 Marie Skłodowska-Curie ReMoVE (Rendezvous Modelling Visiting and Enhancing), volta ad investigare soluzioni tecniche per la rimozione attiva di detriti spaziali. Dal 2022 Gabriella Gaias è professore di Meccanica Aerospaziale al dipartimento di Scienze e Tecnologie Aerospaziali del Politecnico di Milano.