

Codice	Insegnamento	Copertura presunta
1021724	AMBIENTE E STRUMENTAZIONE SPAZIALE	less Luciano
	testi	programma
	<p>Tribble: The Space Environment: Implications for Spacecraft Design, Princeton Univ. Press, 2003</p> <p>Trasparenze e materiale aggiuntivo verranno distribuiti durante il corso.</p> <p>Bertotti, Farinella, Vokrouhlicky: Physics of the Solar System, Springer 2003</p>	<p>Il sistema solare: sole, pianeti, satelliti, asteroidi, comete. Campi gravitazionali. Maree e rotazione di corpi planetari. Campi magnetici planetari. Atmosfere; temperature di equilibrio di corpi planetari. Ionosfere; nozioni di fisica del plasma; propagazione di onde elettromagnetiche nei plasmi. Magnetosfere; fasce di radiazione. Il vento solare e l'ambiente spaziale interplanetario. Interazione tra vento solare e magnetosfere; aurore e tempeste geomagnetiche. Radiazioni nello spazio; effetti delle radiazioni su satelliti e sonde spaziali; criteri di protezione. Caricamento elettrico di satelliti (charging); effetti e sistemi di protezione. Erosione da ossigeno atomico e sputtering; airglow; micrometeoriti e detriti spaziali.</p> <p>La strumentazione per l'esplorazione scientifica dello spazio. Strumenti per misure di campi e particelle. Telecamere e spettrometri. Strumenti per la geodesia spaziale (accelerometri, laser altimetri, tracking radio e laser).</p>
Codice	Insegnamento	Copertura presunta
1037935	Controllo dei veicoli spaziali	Celani Fabio
	testi	programma
	<p>L. Mangiacasale, Fondamenti di automatica e controllo dei veicoli aerospaziali, Aracne, 2008.</p> <p>L. Mangiacasale, Veicoli aerospaziali: dinamica, stabilita', controllo, Edizioni Ingegneria 2000, 2008.</p>	<p>Equazioni di moto e progetto del sistema di controllo per un satellite; applicazione preliminare al satellite modellato come "doppio integratore"; analisi completa con dinamiche aggiunte; progetto del controllo per un satellite a due corpi con dinamica elastica.</p> <p>Richiamo della dinamica di corto-periodo del lanciatore. Il problema TWD (Tail Wags Dog) nei lanciatori con Thrust Vector Control. Controllo d'assetto del lanciatore rigido e del lanciatore flessibile.</p>

Codice	Insegnamento	Copertura presunta
1037936	Controllo termico dei veicoli spaziali	Parisse Maurizio
	testi	programma
	<p>The Conduction of Heat in Solids (Carslaw, Jaeger) Fundamentals of Heat and Mass Transfer (Incropera, De Witt, Bergmann, Lavine) Thermal Radiation Heat Transfer (Howell, Siegel, Pinar Menguc) Radiative Heat Transfer (Modest) Satellite Thermal Control for Systems Engineers (Karam)</p>	<p>Fondamenti di conduzione del calore: legge fondamentale della conduzione per i corpi isotropi, autovalori e autofunzioni del problema termico, uso dell'integrale di Duhamel, esempi applicativi. Lo scambio radiativo nel vuoto: le leggi fondamentali dell'emissione elettromagnetica, legge Planck, legge di Stefan-Boltzmann, legge di Lambert. Assorbività, emissività, fattori di forma, esempi applicativi. Radiazione incidente su un satellite artificiale, radiazione solare diretta, periodi di insolazione, radiazione solare riflessa, radiazione propria della terra. Modello termico matematico, discretizzazione del sistema, le equazioni di bilancio termico, esempi applicativi. Cenno ai problemi di interazione termomeccanica. Effetti propulsivi della radiazione elettromagnetica, il principio della vela solare. Vela ideale, vela reale, principali architetture. Teoria e tecnica dei dispositivi di controllo termico: principi di funzionamento e tecnologia di isolanti, rivestimenti, vernici, pozzi di calore, materiali a cambiamento di fase, tubi di calore, veneziane, riscaldatori elettrici, esempi applicativi. Modellazione a parametri concentrati. Software termici, analisi di missione dal punto di vista termico. Uso del software ESATAN e ESARAD per il progetto e la verifica termica. Cenno ai principi di termoacustica.</p>

Codice	Insegnamento	Copertura presunta
1036585	EFFETTI BIOLOGICI DELL'AMBIENTE SPAZIALE E SISTEMI DI PROTEZIONE	Vitolo Domenico
	testi	programma
	1) J. DAVIS, R. JOHNSON, J. STEPANEK, J.A. FOGARTY "FUNDAMENTALS OF AEROSPACE MEDICINE" 4TH EDITION 2) GILLES CLEMENT "FUNDAMENTALS OF SPACE MEDICINE" 3) APPUNTI DI LEZIONE DEL REP. MEDICINA AERONAUTICA E SPAZIALE DELL'AERONAUTICA MILITARE	Storia della Medicina Spaziale Supporto medico alle operazioni spaziali training del Crew Medical Officer ed uso delle apparecchiature sanitarie monitoraggio medico dei cosmonauti telemedicina sistemi medici integrati della Stazione Spaziale Internazionale formazione e ruolo del Crew Flight Surgeon Problemi fisiologici del volo spaziale sistema cardiovascolare sistema muscolare e osteo-articolare ematologia ed immunologia sistema neurovestibolare accelerazioni space motion sickness Igiene e sistemi di supporto delle navicelle spaziali Acqua e nutrizione Gestione dei rifiuti Controllo del microclima Sistemi di rivalizzazione dell'atmosfera Protezione dalle radiazioni Tossicologia Ergonomia e fattori umani Addestramento degli astronauti e sistemi di contromisure agli effetti fisiologici della microgravità addestramento all'attività extraveicolare (EVA) training fisicoterapia abilitazione post-volo sistemi strumentali (Penguin, Kentavir, Bracelet) addestramento in centrifuga addestramento in camera ipobarica volo parabolico desensibilizzazione dalla space motion sickness su sedia rotatoria sopravvivenza e primi soccorsi dopo atterraggio non nominale Medicina spaziale clinica argomenti di clinica medica argomenti di psicologia Medicina Legale spaziale selezione degli astronauti e standard di idoneità certificazioni internazionali dell'idoneità medica degli astronauti organizzazione sanitaria delle Agenzie Spaziali Commissioni internazionali mediche per l'attività della Stazione Spaziale Internazionale investigazione medica degli incidenti di volo in ambito spaziale
Codice	Insegnamento	Copertura presunta
1021772	Elaborazione delle immagini radar	Pastina Debora
	testi	programma
		vedi <i>Ingegneria delle Comunicazioni</i>

Codice	Insegnamento	Copertura presunta
1037937	ELETTRONICA DEI SISTEMI SPAZIALI	Schirone Luigi
	testi	programma
	Dispense del docente.	Effetti dell'ambiente spaziale sui componenti elettronici. Qualità e tecniche per la progettazione dell'affidabilità dei sistemi elettronici spaziali. Sistema di generazione e gestione della potenza di bordo. Principi di funzionamento dei principali dispositivi a Radio Frequenza. Propagazione libera di onde radio. Antenne per veicoli spaziali. Sottosistema di telecomunicazione: ricevitori, trasmettitori, stadi a frequenza intermedia. Principi di funzionamento dei payload ottici.
Codice	Insegnamento	Copertura presunta
1021807	IMPIANTI ELETTRICI SPAZIALI	Grasselli Umberto
	testi	programma
	Mukund R Patel, Spacecraft Power Systems, ISBN: 0849327865, CRC Press 2004. Materiale integrativo: articoli, datasheet, lucidi, normative ECSS, distribuiti dal docente nelle prime lezioni come documenti PDF in un CD.	Caratteristiche delle utenze elettriche. Utilizzazione dell'energia elettrica, sistemi dedicati al funzionamento della piattaforma ed apparecchiature del payload. Analisi della potenza. Tipologie di alimentazione. Profili di missione. Ambiente spaziale. Evoluzione e tipologie della generazione elettrica. Caratteristiche dei generatori. La conversione fotovoltaica. I sistemi di accumulo dell'energia. Potenze nominali tipiche. Sviluppi futuri. Sistemi di regolazione della tensione. Bus non regolato. Bus parzialmente o totalmente regolato. Sistemi PPT. Conversione elettronica dell'energia elettrica, configurazioni tipiche dei sistemi DC-DC. Architetture tipiche di sistema elettrico. Alimentazione dei carichi di piattaforma e del payload. Scelta del sistema di regolazione del Bus. Il sistema di protezione e telecontrollo. Normative. Dimensionamento di massima di un sistema elettrico. Determinazione dei profili di carico in funzione delle orbite tipiche. Bilancio di potenza. Dimensionamento del generatore fotovoltaico. Dimensionamento del sistema di accumulo.
Codice	Insegnamento	Copertura presunta
1021812	INTELLIGENZA ARTIFICIALE	CARLUCCI AIELLO Luigia
	testi	programma
		vedi <i>Ingegneria delle Comunicazioni</i>

Codice	Insegnamento	Copertura presunta
1021817	IPERSONICA	Paciorri Renato
	testi	programma
	J. D. Anderson, Jr. Hypersonic and High Temperature Gas Dynamics	Peculiarita' dei flussi ipersonici rispetto ad altri tipi di flussi. Un esempio di flusso ipersonico: il flusso di rientro. Effetti dell'alto numero di Mach in flussi su corpi tozzi e affusolati. Indipendenza dal numero di Mach. Similitudine ipersonica e parametri di similitudine. Metodo del diedro/cono tangente Principio di equivalenza ipersonica. Riscaldamento aerodinamico. Strato limite laminare in regime ipersonico. Soluzione del flusso su lastra piana e nell'intorno del punto di ristagno. Cenni alla transizione ed al flusso di strato limite turbolento in regime ipersonico. Interazione tra strato limite e flusso esterno: interazione viscosa forte e debole. Effetti delle alte temperature: eccitazione vibrazionale, dissociazione e ricombinazione molecolare, ionizzazione. Processi termochimici in equilibrio ed in non-equilibrio e loro modellizzazione. Modelli di flusso viscoso e non viscoso in equilibrio ed in non-equilibrio. Esempi di modelli termochimici (ossigeno, aria). Analisi del flusso a valle di un urto. Flusso di strato limite reagente. Catalicita' della parete. Applicazioni dei flussi ipersonici: gallerie ipersoniche, velivoli di rientro e di crociera ipersonica.
Codice	Insegnamento	Copertura presunta
1037938	Laboratorio di acquisizione ed elaborazione immagini	Nascetti Augusto
	testi	programma
	<p>Testo consigliato: CMOS/CCD Sensors and Camera Systems, Second Edition (SPIE Press Book) Author(s): Gerald C. Holst; Terrence S. Lomheim Date: 29 April 2011 ISBN: 9780819486530 Vol: PM208 408 pages Hardcover</p>	<p>Introduzione ai sistemi ottici integrati: le motivazioni per sistemi di visione elettronica; applicazioni. Trasduzione di radiazione con i semiconduttori: teoria di base; dispositivi di base. Sensori CCD: funzionamento, tecnologia, prestazioni. Sensori CMOS: sensori a pixel passivi; sensori a pixel attivi; prestazioni; tecnologia. System On Chip: componenti del sistema. Valutazione delle prestazioni: rumore; figure di merito. Introduzione ai sistemi di acquisizione di immagini satellitari.</p>

Codice	Insegnamento	Copertura presunta
1037938	Laboratorio di acquisizione ed elaborazione immagini	Laneve Giovanni
	testi	programma
	Dispense del Docente Image Analysis, Classification and Change Detection in Remote Sensing, M. J. Canty, Taylor & Francis Manuale ENVIManuale Matlab image processing	Sistemi di Acquisizione; Algoritmi di ingestione e pre-elaborazione automatizzati Elaborazione delle immagini telerilevate: Analisi di Change Detection, Individuazione multi-variazionale dei cambiamenti (MAD), Normalizzazione radiometrica, Classificazione unsupervised, Classificazione supervised, Morfologia Matematica, Validazione.
Codice	Insegnamento	Copertura presunta
1037411	MATERIALI AERONAUTICI E SPAZIALI	Valente Teodoro
	testi	programma
	Materiale didattico distribuito dal docente	Materiali per applicazioni aeronautiche strutturali e propulsive. Evoluzione delle proprietà in funzione della temperatura di esercizio e meccanismi di degrado microstrutturale. Superleghe, creep, fatica termica, fatica termo meccanica e relativi modelli. Materiali per incollaggi strutturali e per guarnizioni di tenuta. Polimeri piezoelettrici. Materiali ceramici ossidici e non, vetri. Elementi di progettazione con i materiali ceramici. Materiali compositi a matrice polimerica, metallica e ceramica (tipologie, proprietà modelli analitici micromeccanici). Materiali avanzati (radar assorbenti, schiume, leghe a memoria di forma, materiali intermetallici, ODS, vetri metallici). Effetti della microstruttura sulla modulazione delle proprietà: i concetti di nanostrutturazione e di progettazione multiscala. Il degrado in esercizio: cinetica dei processi corrosivi, infragilimento da idrogeno, degrado da flussi/cicli termici. Danneggiamenti di natura tribologica Ingegneria delle superfici: trattamenti antiusura, anticorrosione per componenti di interesse aeronautico.

Codice	Insegnamento	Copertura presunta
1037939	Meccanica del volo dei lanciatori	Teofilatto Paolo
	testi	programma
	-	<ul style="list-style-type: none"> Fasi della traiettoria di lancio Traiettoria nominale: ottimizzazione di una traiettoria di lancio Punti di impatto degli stadi e ellissi di dispersione: analisi delle piccole e delle grandi dispersioni Guida a ciclo chiuso: guide perturbative e guide adattative Monitoraggio e controllo della traiettoria di lancio Criteri di sicurezza e di interruzione del volo Dispersioni e accuratezza di immissione in orbita Corridoio di Rientro Il rientro balistico e rientro con portanza Soluzioni analitiche alle alte e alle basse quote Traiettorie di rientro "free-return" Il problema termico Il fattore umano nel ciclo di controllo Esercitazioni numeriche in Matlab Costruzione e lancio di un razzo modello

Codice	Insegnamento	Copertura presunta
1032130	Modellistica della propulsione a solido	Favini Bernardo
	testi	programma
	1. Dispense del corso preparate dal docente. 2. R. E. Sorkin, Gas dynamics and thermodynamics of solid propellant rocket motors. Moscow, Nauka,. 1967 3. R. J. Le Veque, Numerical Methods for Conservation Laws, Birkhauser-Verlag, 1990	1. Fenomenologie della gasdinamica interna dei motori a propellente solido (1CFU) 1.1 Flussi dei getti dell' accenditore 1.2 Transitorio di accensione 1.3 Flusso di avviamento nell'ugello di spinta 1.4 Aero-acustica, accoppiamento con la combustione e oscillazioni di spinta 2. Modelli matematici per la balistica interna (2CFU) 2.1 Miscele di gas inerti 2.2 Flussi bi-fase 2.3 Turbolenza 2.4 Accenditore 2.5 Scambi termici alla superficie del grano 2.6 Combustione a parte e distribuita 2.7 Evoluzione superficie del grano 2.8 Scambi termici e fenomeni erosivi alla parete dell'ugello 3. Metodi di integrazione numerica (2CFU) 3.1 Schema di Godunov per flussi unidimensionali con termini di sorgente, 3.2 Schema di Godunov per flussi multi-dimensionali

Codice	Insegnamento	Copertura presunta
1037940	Progetto di satelliti	Santoni Fabio
	testi	programma
	<p>1) Larson, Wertz, Space mission analysis and design, Microcosm/Springer, 1999.2) Fortescue, Stark, Swinerd, Spacecraft Systems Engineering, John Wiley & Sons/Praxis (Chichester), 2003.3) Griffin, French, Space Vehicle Design, AIAA Education series, 2004.4) Space Mission Engineering: The new SMAD, J.R.Wertz, D.F.Everett, J.J.Puschell, Space Techlogy Library, Microcosm, 2011.</p>	<p>Architettura del sistema satellitare.Definizione dettagliata dei requisiti in relazione agli obiettivi e ai vincoli di missione. Quantificazione delle prestazioni e caratterizzazione specialistica dei requisiti dei vari sottosistemi.Standard internazionali per il progetto dei sistemi spaziali e normative di riferimento (ESA e NASA).Definizione e gestione dei budget di massa, potenza, acquisizione e gestione dati a bordo e trasmissione a terra.Metodi di ottimizzazione e applicazione al progetto dei sistemi satellitari.Metodologie di verifica delle prestazioni di un sistema. Prove funzionali, prove di accettazione e prove di qualifica. Definizione dei requisiti dei sistemi di prova strutturale, shock termico, termo-vuoto, EMI. Interpretazione dei risultati per la validazione e/o correzione del progetto.Gestione dei costi di missione.Metodi di sintesi progettuale basati sulla “concurrent engineering” e applicazione al progetto dei satelliti.Applicazione al progetto di un sistema satellitare, assegnati i requisiti di missione. Selezione della configurazione di massima e procedimento iterativo per l’armonizzazione delle varie funzioni dei sottosistemi e l’allocazione delle risorse di bordo.</p>

Codice	Insegnamento	Copertura presunta
1021871	PROPULSORI A PROPELLENTE LIQUIDO	Onofri Marcello
	testi	programma
	<p>- H.W. Liepmann and A. Roshko: "Elements of I21 John Wiley & Sons, 1957- George Sutton and Oscar Biblarz: "Rocket Propulsion Elements", John Wiley & Sons, 2008.- Vigor Yung et al. : "Liquid Rocket Thrust Chambers", AIAA Progress in Astronautics and Aeronautics,2004.- Dieter K. Huzel and David H. Huang: "Design of Liquid-Propellant Rocket Engines", (Progress in Astronautics and Aeronautics),1992.- George Sutton: "History of Liquid Propellant Rocket Engines", AIAA, 2006.C23</p>	<p>AA 2012-13 PROGRAMMA DEL CORSO PROPULSORI A PROPELLENTI LIQUIDI1. INTRODUZIONE AL CORSO- Motivazioni, Argomenti del Corso, Impostazione didattica2. L'ESPLORAZIONE DELLO SPAZIO INTERPLANETARIO3. RICHIAMI DI AEROTERMOCHIMICA (1)- Variabili termodinamiche Entalpia ed Energia interna- Grandezze statiche e di ristagno4. RICHIAMI DI AEROTERMOCHIMICA (2)- NS eqs 1D e multidimensionali- Miscele. 1° Principio della termodinamica per sistemi aperti- Potenziale chimico. Condizioni per l'equilibrio chimico5. RICHIAMI DI AEROTERMOCHIMICA (3)- Equilibrio chimico- Temperatura adiabatica di fiamma6. RICHIAMI DI AEROTERMOCHIMICA (4)- Meccanismi di reazione, Reazioni eso- e endo-termiche- Equilibrio e Non-equilibrio Chimico- Rate equations7. L'EVOLUZIONE DEI LANCIATORI SPAZIALI8. LA CAMERA DI SPINTA (1)- Caratterizzazione delle camere di spinta. T, Isp funzioni di C*, CF. Propellenti e prestazioni9. LA CAMERA DI SPINTA (2)- Instabilità di combustione- Esoreattori e Endoreattori10. COMBUSTIONE (1)- Modelli monodimensionali- Curve di Fanno e Rayleigh11. COMBUSTIONE (2)- Fiamme laminari e diffusive (premix/non premix)- Ignizione. Tempo di induzione- Velocità di fiamma ZSF12. COMBUSTIONE (3)- Mescolamento laminare e turbolento- Velocità di fiamma13. COMBUSTIONE (4)- Combustione con propellenti ipergolici (mono-bipropellenti)- Combustione omogenea (gas-gas)- Combustione eterogenea (liquido-gas/liquido-liquido)14. ESOREATTORI:- Il Ramjet e il turbogetto- Ciclo- Combustori aeronautici e post bruciatori15. ENDOREATTORI: Cicli propulsivi e relativi motori rappresentativi16. PROPULSORI A PROPELLENTI LIQUIDI IN URSS, USA, EUROPA17. SISTEMI DI INIEZIONE ED ACCENSIONE. Esempi pratici- Collettori- Iniettori- Accenditore18. CAMERA DI COMBUSTIONE- Combustione con Propellenti Ipergolici. Esempi applicativi- Combustione Liq-Gas. Esempi applicativi- Combustione Liq-Liq. Esempi applicativi19. INSTABILITA' DI COMBUSTIONE20. BILANCIO TERMICO E RAFFREDDAMENTO (1)- Meccanismi di scambio termico: Conduzione, Convezione, Irraggiamento21. BILANCIO TERMICO E RAFFREDDAMENTO (2)- Regenerative cooling: Flussi criogenici, Modelli ed eqs. Esempi applicativi22. BILANCIO TERMICO E RAFFREDDAMENTO (3)- Film cooling, Transpiration cooling, Radiative cooling. Esempi applicativi23. UGELLO (1)- Ugello Ideale e Reale- Ruolo della cinetica chimica- CF e definizione del rapporto di espansione di progetto24. UGELLO (2)- Schema del processo di espansione- Fenomeni della separazione e carichi laterali25. UGELLO (3)- Separazione e carichi laterali durante il transitorio di accensione26. CONFIGURAZIONI AVANZATE DI UGELLI PER LANCIATORI SPAZIALI</p>

Codice	Insegnamento	Copertura presunta
1021872	PROPULSORI ASTRONAUTICI	Nasuti Francesco
	testi	programma
	Robert G. Jahn "Physics of Electric Propulsion", 1968.Charles D. Brown "Spacecraft Propulsion", AIAA, 1995.Ronald W. Humble, Gary N. Henry, and Wiley J. Larson "Space Propulsion Analysis and Design", McGraw Hill, 1995.Dan M. Goebel and Ira Katz "Fundamentals of Electric Propulsion: Ion and Hall Thrusters"	Introduzione al corso. Le missioni dei propulsori astronautici. Richiami sulla classificazione degli endoreattori. La spinta negli endoreattori "non-termici", i limiti degli endoreattori chimici e nucleari. L'importanza della massa del sistema di generazione della potenza nel campo della propulsione elettrica. L'impulso specifico ottimo per una missione. Richiami ai requisiti dei propulsori per il controllo d'assetto.Propulsori a gas freddo. Propulsori monopropellente. Propulsori ad idrazina, miglioramento elettro-termico. Cenno ai sistemi bipropellente per propulsione astronautica.Propulsori elettrici. Classificazione, caratteristiche generali. La ionizzazione dei gas. L'equazione di Saha. Il Plasma: definizioni e parametri caratteristici, schermatura di Debye, la guaina del plasma, la velocità di Bohm. Moto di particelle cariche in campi elettromagnetici.Propulsori elettro-termici: il resistogetto e l'arcogetto.Propulsori elettrostatici: l'accelerazione in un propulsore a ioni, il sistema a tre griglie, la camera di ionizzazione, la griglia acceleratrice, il neutralizzatore.Propulsori a effetto Hall.Propulsori nucleari termici.Cenni ad altri propulsori.
Codice	Insegnamento	Copertura presunta
1019460	Radiolocalizzazione e Navigazione Satellitare	Lombardo Pierfrancesco
	testi	programma
		vedi <i>Ingegneria delle Comunicazioni</i>
Codice	Insegnamento	Copertura presunta
1008745	RETI DI TELECOMUNICAZIONI	LISTANTI MARCO
	testi	programma
		vedi <i>Ingegneria delle Comunicazioni</i>

Codice	Insegnamento	Copertura presunta
1027545	SISTEMI DI ALIMENTAZIONE A TURBOPOMPE	Nasuti Francesco
	testi	programma
	<p>NASA/SP-8107, Turbopump systems for liquid rocket engines, August,1974</p> <p>Modern Engineering for Design of Liquid-Propellant Rocket Engines (Progress in Astronautics and Aeronautics) by Dieter K. Huzel and David H. Huang,1992</p> <p>C.E. Brennen “Hydrodynamics of Pumps” Concepts ETI Inc. and Oxford University Press, 1994</p> <p>Yang V. (Editor) Liquid Rocket Thrust Chamber: Aspects of Modeling, Analysis and Design” AIAA, 2004</p> <p>Macaluso S.B. “Liquid Rocket Engine Turbines” NASA SP 8110</p>	<p>Introduzione ai sistemi di alimentazione a turbopompe.</p> <p>Metodi di analisi delle turbomacchine (equazioni di bilancio per turbomacchine con flussi comprimibili ed incomprimibili, coefficienti di similitudine).</p> <p>Pompe centrifughe (classificazione, curve caratteristiche, diffusione, cavitazione).</p> <p>Turbine assiali (classificazione ed elementi di una turbina, turbine ad azione, a salti di velocità, a salti di pressione).</p> <p>Generatori di gas (monopropellente, bipropellente). Elementi meccanici.</p> <p>Calcolo di sistemi a ciclo aperto e chiuso; avviamento e regolazione del sistema.</p>

Codice	Insegnamento	Copertura presunta
1037942	Sistemi di guida spaziale	Palmerini Giovanni Battista
	testi	programma
	<p>Appunti delle lezioni a cura del docente.</p> <p>Fra i testi consigliati per confronti e approfondimenti: A.E.Bryson, Control of Spacecraft and Aircraft, Princeton University Press, 1994. M.H.Kaplan, Modern Spacecraft Dynamics and Control, Wiley 1974. R.Battin, An Introduction to the Mathematics and Methods of Astrodynamics, AIAA Education Series, 1999.</p>	<p>a) Introduzione. Il ciclo GNC nelle missioni spaziali. Loop aperto e loop chiuso. Teleoperazioni e sistemi autonomi.</p> <p>b) Caratteristiche fondamentali dei sensori utilizzati nei sistemi di guida. Sensori ottici, sensori a radiofrequenza, ricevitori GNSS.</p> <p>c) Modelli matematici per il moto di prossimità (moto relativo). Equazioni per il caso Kepleriano: Eulero-Hill o Clohessy-Wiltshire (eccentricità nulla) e Tschauner-Hempel (orbite eccentriche). Matrice di transizione. Casi notevoli.</p> <p>d) Guida di rendez-vous. Il caso della navetta spaziale Hermes. Guida per il docking ATV/ISS mediante immagini. Guida proporzionale e guida homing. Missioni in-orbit servicing. Pianificazione della traiettoria nelle operazioni di grasping.</p> <p>e) Formazioni e costellazioni di satelliti. Modelli di configurazione e panoramica delle missioni attuali e future. Guida delle formazioni di satelliti. Modello di Leonard. Controllo LQR/LQG delle formazioni. Formazioni loose e tight. Influenza delle caratteristiche del sistema di propulsione. Formazioni in orbita terrestre. Modelli per J2 (SS) e drag (Carter-Humi). Formazioni ai punti lagrangiani.</p> <p>f) Guida degli sciami di micro satelliti (swarm) e delle flotte di sonde per l'esplorazione planetaria(scouting). Determinazione del punto di allunaggio. Approcci basati sulla tecnica di Lyapunov (funzione di potenziale artificiale). Approcci basati su algoritmi euristici (genetici, "evolutionary", "bio-inspired").</p> <p>g) Attività sperimentali con simulatori (flyers) in moto piano senza attrito (stato dell'arte nel campo dei simulatori + esercitazioni nel laboratorio di Guida e Navigazione). Simulazione numerica in Matlab sui diversi argomenti in programma.</p>

Codice	Insegnamento	Copertura presunta
1037943	Sistemi di navigazione	Palmerini Giovanni Battista
	testi	programma
	<p>Testi consigliati, in aggiunta alle note del docente distribuite a lezione:(per la navigazione inerziale)D.Titterton, J.Weston “Strapdown Inertial Navigation Technology”, IEE, 2004.V.Nastro “Navigazione inerziale e integrata”, A. Guida Ed., 2004.A.Lawrence “Modern Inertial Technology”, Springer-Verlag, 1998.(per la navigazione satellitare) E.D.Kaplan, C.J.Hegarty (eds.) “Understanding GPS Principles and Applications”, Artech House Publishers, 2nd edition, 2006.</p>	<p>1) IntroduzioneLa navigazione come elemento del ciclo guida, navigazione e controllo. Navigazione basata sui rilevamenti correnti (fixing) e sulla propagazione di uno stato precedente (dead reckoning). Classificazione e caratteristiche dei sistemi di navigazione.2) Navigazione inerzialeArchitetture a piattaforma stabilizzata e a componenti solidali (strap-down). Sensori. Accelerometri. Giroscopi con masse in rotazione, a elemento vibrante e ottici. Sensori MEMS. Matrice d’assetto per la trasformazione delle letture. Coseni direttori, angoli di Eulero e quaternioni. Meccanizzazione inerziale, terrestre, livellata. Instabilità del canale verticale.3) Navigazione satellitareIl sistema TRANSIT. L’osservabile Doppler. Luoghi di posizione iperbolici. Prestazioni e limiti del sistema. Il sistema GPS. Luoghi di posizione sferici. Misura del tempo di arrivo del segnale. Pseudorange. Soluzione linearizzata per 4 e più satelliti. Identificazione della radiosorgente. Proprietà dei codici civile e militare. Influenza della geometria satelliti-osservatore sull’errore del posizionamento GPS. Il segmento spaziale (caratteristiche e configurazione della costellazione). I parametri DOP. Error budget per il GPS: effemeridi, clock del satellite, riflessione multipla, propagazione iono- e troposferica. GPS differenziale. Sistemi aumentati (WAAS,EGNOS). Integrità del segnale. Utilizzo della fase del segnale. I sistemi Glonass e Galileo e le differenze con il sistema GPS. Applicazioni spaziali: determinazione della traiettoria (orbita) e dell’assetto di lanciatori e satelliti. Applicazioni aeronautiche con richiami ai differenti sistemi di radioassistenza.4) Problemi di stima e di integrazione fra più sorgentiElementi di statistica. Il filtro di Kalman lineare ed esteso. Applicazioni alla navigazione aerospaziale. Navigazione integrata.</p>

Codice	Insegnamento	Copertura presunta
1037944	Sistemi di osservazione e sorveglianza	Laneve Giovanni
	testi	programma
	<p>Dispense del docente – distribuite in accordo con le lezioni. Testi consigliati: Introduction to the physics and Techniques of Remote Sensing, C. Elachi, John Wiley & Sons. Mission geometry: Orbit and Constellation Design and Management, J. R. Wertz, Space technology Library. Physical Principles of Remote Sensing, W. G. Rees, Cambridge University Press. Radiative Transfer in the Atmosphere and Ocean, G. E. Thomas and K. Stamnes, Cambridge University Press. Image Analysis, Classification and Change Detection in Remote Sensing, M. J. Canty, Taylor & Francis</p>	<p>Sistemi astronautici di sorveglianza: Gestione delle emergenze. Monitoraggio dello spazio. Requisiti di sistema. Generalità sul telerilevamento: Interazione della radiazione elettromagnetica con l'atmosfera terrestre – Equazione del trasporto radiativo – Stima della temperatura superficiale. Descrizione della tecnica della Doppia Finestra (General Split Window Technique), Uso dell'emissione termica per la stima delle caratteristiche sub-superficiali. Esercitazioni: Software PclnWin e PCModWin. Sensori di telerilevamento: Sensori fotografici & sensori elettro-ottici. Sistemi a microonde (attivi e passivi), Lidar. Le tecniche di calibrazione. Strumenti di simulazione dei sensori. Esercitazioni: GCI Toolkit. Il telerilevamento e l'ambiente spaziale: L'atmosfera terrestre – I dati San Marco. Lo Space Debris – Tecniche di osservazione e monitoraggio. Le atmosfere planetarie (Mercurio, Venere, Marte, i pianeti giganti). Principi di telerilevamento dell'atmosfera terrestre: Tecniche di sounding dell'atmosfera. Misure da satellite del contenuto di ozono atmosferico. Tecniche di occultazione con sistemi attivi. Orbite per il telerilevamento: Le proprietà delle orbite per il telerilevamento, Costellazioni di satelliti per il telerilevamento. Progetto di un'orbita per il telerilevamento. Esercitazioni: Software STK, Matlab Orbital Mechanics. Elementi di elaborazione delle immagini telerilevate: Analisi statistica e miglioramento dell'immagine (Trasformata discreta di Fourier applicata alle immagini, Wavelet, Componenti principali, Fattore di massima autocorrelazione, MAF). Selezione degli algoritmi di classificazione (Classificazione Unsupervised, Classificazione Supervised). Modelli topografici. Registrazione delle immagini (Punti di controllo, Informazione mutua, momenti invarianti, individuazione dei contorni). Change detection (Metodi algebrici, Individuazione delle alterazioni Multivariazionali, MAD). Introduzione all'elaborazione delle immagini iperspettrali (Modellizzazione delle misture, Unmixing lineare, Pixel puri e classi intrinseche). Proiezione su mappa. Riconoscimento degli oggetti (Morfologia matematica, Trasformata di Hough). Esercitazioni: Software ENVI, e Cognition. Progetto di un sensore di telerilevamento.</p>

Codice	Insegnamento	Copertura presunta
1037946	SISTEMI ROBOTICI SPAZIALI	Curti Fabio
	testi	programma
	<p>Appunti del docente B. Siciliano, L. Sciavicco, L. Villani, G. Oriolo: "Robotica – Modellistica, Pianificazione e Controllo", McGraw-Hill Libri Italia. A. Ellery, "An introduction to Space Robotics", Ed. Springer. Y. Xu, T. Kanade, "Space Robotics: Dynamics and Control", Ed. Kluwer Academic Publishers. W. Fehse: "Automated Rendezvous and Docking of Spacecraft", Ed. Cambridge Aerospace Series. B. Wie, "Space Vehicle Dynamics and Control", Ed. AIAA Educational Series.</p>	<p>1.) Elementi di Teoria del Controllo Sistemi tempo-continui e tempo discreti. Analisi della stabilità. Controllo ottimo LQR e cenni sulle tecniche di controllo non lineare e adattivo. Filtro di Kalman. 2.) Manipolatore in Ambiente Spaziale Meccanica e controllo del manipolatore a catena cinematica aperta e a catena cinematica chiusa. Pianificazione e controllo delle traiettorie. Traiettorie in presenza di ostacoli. Bracci robotici della navetta spaziale e della stazione spaziale internazionale. Piattaforma di Stewart per il docking. 3.) Guida, Navigazione e Controllo di Prossimità Dinamica dei veicoli spaziali per le operazioni di prossimità: equazioni di Hill-Clohessy-Wiltshire. GNC autonomo per il rendez-vous e il docking. Missioni di On-Orbit-Servicing. 4.) Sistemi di Controllo di un Veicolo Spaziale Sistemi di controllo attivo con ruote di reazione e Control Moment Gyro. Controllo bang-bang e tecnica Pulse-Width-Modulation. Ottimizzazione delle manovre di assetto. 5.) Robotica Orbitale Meccanica e controllo di un veicolo spaziale con bracci robotici. Sistemi free-floating e free-flyer. Problema della cattura di un veicolo spaziale. Guida, navigazione e controllo per sciami di veicoli spaziali in formazione. Tecnica dei potenziali artificiali per l'assemblaggio autonomo di veicoli orbitanti. 6.) Robotica Planetaria Guida, navigazione e controllo per il landing di un veicolo robotico. Studio delle fasi di discesa automatica. Ottimizzazione e controllo delle traiettorie per il "soft-landing". Problema del "re-targeting" per un lander automatico. Sistemi di guida, navigazione e controllo di robot mobili per l'esplorazione planetaria. Navigazione ottica. Pianificazione automatica di traiettorie per robot mobili.</p>
Codice	Insegnamento	Copertura presunta
1021911	STRUTTURE SPAZIALI ARTICOLATE	Gasbarri Paolo
	testi	programma
	<p>Testi e dispense verranno forniti dal docente</p>	<p>Cenni sull'Environment Spaziale: forze agenti sui sistemi orbitanti ed effetto delle perturbazioni. Descrizione dei sistemi articolati di impiego spaziale (Multibody) e loro meccanismi di movimentazione. Modelli matematici per lo studio del moto di Multibody rigidi ed elastici, vincolati e non-vincolati in ambiente spaziale. Tecniche di risoluzione del moto dei sistemi articolati: equazioni algebrico - differenziali (DAE). Descrizione dei principali sistemi di controllo per satelliti e corpi orbitanti, cenni di guida e controllo per la movimentazione di un Multibody. Applicazioni ed esempi numerici su sistemi Multibody semplici.</p>

Codice	Insegnamento	Copertura presunta
1037947	TECNOLOGIE ASTRONAUTICHE	Paolozzi Antonio
	testi	programma
	Dispense fornite dal docente	<p>1) Materiali compositi e relative tecnologie di fabbricazione Materiali Definizione di materiale composito. Costituenti del materiale composito polimerico: fibre e matrici polimeriche. Cenni sulle tecniche di fabbricazione delle fibre di vetro, carbonio, aramidiche e di boro. Richiami di chimica organica. La chimica delle fibre aramidiche, Caratteristiche delle resine termoindurenti: resine epossidiche, poliestere, viniliche, fenoliche, bismaleimidiche, poliimmidiche. Caratteristiche delle resine termoplastiche, resine termoplastiche avanzate: peek. Confronto con resine termoindurenti. Cenni su matrici metalliche e ceramiche. Materiali per rientro. Cenni sul reinforced carbon-carbon. Materiali e strutture per la protezione dai detriti spaziali. Tecnologie di fabbricazione Laminazione o hand lay-out o tecnologia del sacco a vuoto: definizione e conservazione dei preimpregnati (pregreg), tipologie e materiali degli stampi, procedure di laminazione, film ausiliari utilizzati nella realizzazione del sacco a vuoto. Processo di cura (polimerizzazione). Accorgimenti per l'estrazione del pezzo dallo stampo. Costruzioni sandwich: cocuring, semicocuring, precuring. Filament winding o bobinatura o tecnologia dell'avvolgimento. Avvolgimento elicoidale e polare, tipologie di macchine per avvolgimento per piccole e grandi dimensioni. Avvolgimento secondo le linee geodetiche. Definizione di geodetica, teoremi di Eulero e Liouville, equazioni di equilibrio del filo. Cenni sul filament winding avanzato o fiber placement. Tecnologie di iniezione: cenni su Injection moulding e infusion moulding. Resin Transfer Moulding (RTM): stampi, preforme, resin system. Tecnologie per la realizzazione delle preforme: stitching, sawing, braiding, knitting, sistemi automatici per la realizzazione delle preforme. Cenni sul VARTM (Vacuum assisted RTM) Pultrusione e stampaggio con pressa a piatti caldi, cenni. 2) Controlli non distruttivi Liquidi penetranti: tipi e caratteristiche dei liquidi penetranti con e senza emulsificatore. Metodi di applicazione dei liquidi e dei rivelatori. La rilevazione in luce di Wood. Raggi X: produzione dei raggi X nei tubi a vuoto. Effetto fotoelettrico, Compton e produzione di coppie, Penombra, ingrandimento, opacità e densità di annerimento. Durezza della radiazione e spessore emivalente. Contrasto radiografico: contrasto oggetto e contrasto gamma. Filtri e schermi rinforzatori metallici e salini. Caratteristiche delle pellicole per radiografia. Indicatori di qualità di immagine (IQI). La carta dell'esposizione. Esempi di calcolo dell'esposizione. Raggi γ: decadimenti α, β e γ. Isotopi radioattivi. Spettri di radiazione a confronto con quelli dei raggi X. Isotopi usati in gammagrafia. Confronto tra gammagrafia e radiografia a raggi X, Apparecchiature per gammagrafia. Ultrasuoni: metodo per riflessione e per trasmissione. Rappresentazione</p>

degli echi su oscilloscopio. Metodi di rappresentazione degli echi: A-scan, B-scan, C-scan, P-scan su oscilloscopio e relativi circuiti elettrici. Metodi elettromagnetici: Correnti indotte o correnti parassite o eddy current: principio di funzionamento e tipologie di sonde. Magnetoscopia: principio di funzionamento, magnetoscopi a solenoide e a nucleo, polveri magnetiche e rilevazione dei danneggiamenti in luce bianca o luce di Wood. Termografia: principi, i cristalli liquidi, termo camere a raggi infrarossi. Metodi stazionari e il thermal wave imaging (cenni). Sensori in fibra ottica: lo structural health monitoring con sensori in fibra ottica. La fibra ottica per telecomunicazioni. I sensori a reticolo di Bragg (Fiber Bragg Gratings o FBG), multiplexing dei sensori. Inserimento dei sensori all'interno dei materiali compositi e metallici (embedding). Interferometria olografica: principi dell'olografia. Reticoli di interferenza e diffrazione. Circuito ottico per realizzazione di ologrammi. Trattazione matematica dell'olografia nel caso di luce polarizzata linearmente. Interferometria olografica: doppia esposizione, tempo reale e tempo medio. L'equazione delle frange. Analisi modale: cenni sui metodi a larga banda e ad appropriazione modale per la determinazione del danno dalle variazioni delle proprietà modali (frequenze naturali, modi propri e smorzamento modale). 3) Descrizione aspetti tecnologici di missioni spaziali SPQR: immagini della stazione spaziale ad alta risoluzione con telescopi a terra, tramite l'upload sulla stazione di un retro riflettore. MARSIS: Radar sounder in orbita su Marte per la rilevazione di acqua nel sottosuolo marziano. AMS: Alpha Magnetic Spectrometer, rivelatore spaziale di particelle per la ricerca di antimateria, materia oscura e materia strana (strangelet). LARES: satellite superdenso, inseguito via laser, per la verifica dell'effetto Lense-Thirring della teoria della relatività generale di Einstein.

Codice	Insegnamento	Copertura presunta
1037948	Tecnologie dei materiali aerospaziali	Laurenzi Susanna
	testi	programma
	Dispense del docente Tecnologie dei materiali compositi. Mario Marchetti e Domingo Cutolo (1995). Seconda Edizione. Masson SpA. 20121 Milano. Altri libri di riferimento Process Modeling in Composites Manufacturing by Suresh G. Advani and E. Murat Sozer (2010). Second Edition. Published by Marcel- Dekkar	Introduzione ai materiali compositi avanzati. Equazioni di trasporto per i processi di fabbricazione dei materiali compositi e leggi costitutive. Effetti delle fasi di compattazione e di impregnazione sulle proprietà finali delle strutture. Trasformazioni di fase durante i processi di manufacturing. Approccio numerico per la simulazione del processo. Materiali metallici per uso aerospaziale. Lavorazione delle leghe leggere. I materiali in servizio. Solidi cellulari: struttura e proprietà di foams e aerogel. Processi fondamentali e applicazioni. Introduzione al concetto di nanotecnologia. Descrizione dei vari tipi di nano-materiali per applicazioni aerospaziali. Funzionalizzazione dei nanotubi di carbonio (CNTs): metodi covalenti e non covalenti. Polimeri rinforzati con CNTs: fabbricazione di materiali nano-compositi, effetti di nano-fillers su aspetti di processo (dispersione, reologia, cinetica Polimeri rinforzati con nanotubi di carbonio: fabbricazione di nano-materiali compositi; effetti di nanocariche sugli aspetti di produzione: dispersione, reologia, cinetica. La crescita di nanotubi di carbonio per migliorare le proprietà dei materiali compositi per strutture avanzate. Nuovi materiali sulla base di nano-fillers per l'esplorazione di Marte. Biosensori per la missione astronautica ed esplorazioni spaziali umane. Polimeri conduttivi per strutture aerospaziali. Sviluppo di materiali e rivestimenti che resistere alle basse temperature e radiazioni cosmiche. Film sottili per vele solari: proprietà fisiche e meccaniche. Relazioni tra struttura-processo-prestazioni: la progettazione strutturale. Caratterizzazione meccanica ed ambientale di materiali e strutture aerospaziali. Fondamenti delle normative ECSS. Tecniche di assemblaggio: inserti a fissaggio meccanico, giunti, giunti incollati, gli effetti di accoppiamento di materiali diversi. Distribuzioni degli sforzi e modi di rottura. Pannelli solari: materiali, assemblaggio e integrazioni. Isolamento termico: materiali, assemblaggio e integrazioni.
Codice	Insegnamento	Copertura presunta
1035906	TELECOMUNICAZIONI E TELERILEVAMENTO	LOMBARDO PIERFRANCESCO
	testi	programma
		fruizione dell'insegnamento: TELECOMUNICAZIONI TELERILEVAMENTO E SISTEMI DI TELECOMUNICAZIONEI SATELLITARI

Codice	Insegnamento	Copertura presunta
1038110	Telerilevamento a microonde	PIERDICCA
	testi	programma
		vedi <i>Ingegneria Elettronica</i>
Codice	Insegnamento	Copertura presunta
1037950	Termoelasticità e strutture intelligenti	Gaudenzi Paolo
	testi	programma
	Dispense disponibili on line sul sito del Consiglio d'area.	1.L'environment termico nelle missioni dei veicoli aeronautici e spaziali. Problemi termici legati all'operatività dei veicoli. Sistemi di protezione termica. Componenti strutturali aerospaziali operanti ad elevati regimi di temperatura.2.Richiami sul problema della conduzione del calore nei mezzi solidi tridimensionali in presenza di diverse condizioni al contorno (convezione, irraggiamento). Soluzione esatta delle equazioni di Fourier in corpi monodimensionali per il caso stazionario e non stazionario.3.Introduzione al problema termostrutturale: definizione delle deformazioni termiche, deformazioni meccaniche e deformazioni totali.Caratteristiche termiche e termoelastiche dei materiali di impiego aerospaziale.4.Equazioni della termoelasticità del continuo monodimensionale a comportamento assiale (asta) e flessionale (trave), discussione dell'accoppiamento in cascata con le equazioni di Fourier: soluzioni per diversi casi di temperatura assegnata.5.Equazioni della termoelasticità del continuo tridimensionale. Discussione sulle diverse nonlinearità presenti nel problema. Soluzione del problema lineare della termoelasticità in termini di spostamenti. Casi particolari.6.Soluzioni del problema termico e termoelastico per continui tridimensionali attraverso tecniche ad elementi finiti. Applicazioni a casi di interesse ingegneristico attraverso l'uso di programmi di calcolo commerciale.7.Introduzione alle strutture intelligenti ed alle loro proprietà e caratteristiche. Materiali attivi (piezoelettrici, elettrostrittivi, materiali a memoria di forma).8.Modellizzazione di strutture attive: meccanismi di attuazione e sensing. Introduzione al controllo di strutture attive.9.Equazioni della piezoelettricità di continui tridimensionali. Soluzione approssimata con tecniche ad elementi finiti.

Codice	Insegnamento	Copertura presunta
1037949	TRAIETTORIE INTERPLANETARIE	Circi Christian
	testi	programma
	Dispense del docente	<p>Introduzione al sistema solare. Legge di Titius-Bode. Descrizione del sistema terra-Luna. Forze di marea e moto della Luna. Scelta del poligono di lancio e prestazioni dei lanciatori per l'immissione in orbita interplanetaria. Sfere di influenza: espressioni di Laplace, Tisserand e Broglio. Metodo delle coniche raccordate: gravity-assist, aerogravity-assist, aerocapture ed il B-plane. Le orbite free-return e le missioni Apollo. Il Rendezvous: equazioni di Eulero-Hill, moti principali e matrice di transizione. Ottimizzazione delle traiettorie interplanetarie. Metodi indiretti: Calcolo delle variazioni. Equazioni di Eulero-Lagrange e di trasversalità. Controllo ottimo per sistemi lineari. Equazione differenziale e matriciale di Riccati. Applicazione numerica al Rendezvous. Metodi diretti: tecnica della Collocazione per la risoluzione di traiettorie ottime. Polinomi interpolanti: Jacobi, Legendre e Chebyshev. Il problema dei tre corpi circolare ristretto. Dinamica lineare e non lineare intorno ai punti lagrangiani: traiettorie Lissajous, Halo e lo station-keeping. Problema dei quattro corpi. Trasferimenti Weak Stability Boundaries. Il caso della Luna ed i trasferimenti Belbruno. Vele solari: forza di radiazione solare, sistemi di riferimento, modello di spinta ideale e modello ottico. Controllo d'assetto delle vele. Prestazioni delle vele reali: degradazione dei parametri ottici, deformazioni e problema termico.</p>