

DOTTORATO IN INGEGNERIA INDUSTRIALE E DELL'INFORMAZIONE**Elenco dei corsi offerti per l'anno accademico 2022/2023**

Moduli da 3 CFU di interesse comune (Elective courses of common interest 3 ETCS)						
Denominazione dell'insegnamento	Numero di ore	Anni in cui l'insegnamento è attivo (I, II, III)	Descrizione	Eventuale curriculum di riferimento	Verifica finale (SI/NO)	SSD
Elementi di Analisi Funzionale per l'Ingegneria	12	I	Il corso si propone di introdurre i fondamenti di teoria delle funzioni e di analisi funzionale con particolare riferimento alla teoria delle equazioni integrali e della loro discretizzazione.		NO	ING-INF/02
Modelli e Metodi Numerici (Numerical Models and Methods)	12	I	Vengono trattate in particolare le tecniche di interpolazione numerica, di quadratura e derivazione numerica, si passerà quindi ad analizzare le tecniche di risoluzione di sistemi lineari sia con metodi diretti che iterativi		SI	ING-IND/31
("Equazioni differenziali alle Derivate Parziali: Applicazioni per l'Ingegneria")	12	I	Il corso analizza i modelli matematici alla base di molti fenomeni fisici di interesse per l'ingegneria, proponendone la classificazione in termini di eq. differenziali, e discutendo i metodi di risoluzione più diffusi.		SI	ING-IND/31
Metodi Numerici per modelli non lineari e/o differenziali (Numerical methods for non-linear and / or differential models)	12	I	Vengono trattate le tecniche di risoluzione di problemi inversi, di sistemi algebrici non lineari, di equazioni differenziali ordinarie e alle derivate parziali.		SI	ING-IND/31
Metodi numerici per la soluzione di problemi mal-posti (Numerical methods for the solution of ill-posed problems)	12	I	Il corso di Metodi numerici per la soluzione di problemi mal-posti si propone di introdurre gli studenti ai problemi mal-posti. Esso fornisce una panoramica aggiornata sui differenti metodi per la loro soluzione seguendo un rigoroso approccio matematico.		NO	ING-INF/02
Nonlinear System Dynamics	12	I	Elementi di dinamica dei sistemi non lineari: stabilità secondo Lyapunov, passività.		SI	ING-INF/04
Geometric Modeling and Parametric Analysis ("Modellazione Geometrica e Calcolo Parametrico")	12	I	Fornire gli strumenti per realizzare rapidamente un modello geometrico in ambiente CAD 3D e sfruttare la natura parametrica del modello ottenuto per condurre CAD-CAE Design Scenarios in ottica Optimization.		SI	ING-IND/15
Optimization methods for industrial production management ("Metodi di ottimizzazione della gestione della produzione industriale")	12	I	Il corso monografico ha lo scopo di sviluppare conoscenza ed attitudine alla risoluzione di problemi relativi alla gestione della produzione industriale utilizzando metodi matematici esatti. In particolare, i temi affrontati sono: (i) i problemi di ottimizzazione; (ii) il Simplex; (iii) Problema del minimo percorso e metodi di risoluzione; (iv) Programmazione Lineare Intera (cenni).		NO	ING-IND/17
Metodi di Ottimizzazione	12	I	Il corso si propone di illustrare la formulazione dei problemi di progetto		SI	ING-IND/31

(Optimization Methods)			ottimo e dei problemi inversi di interesse ingegneristico e di presentare i principali metodi per la loro soluzione, introducendo gli algoritmi deterministici e stocastici per l'ottimizzazione, compresi i metodi basati sul machine learning.			
Competenze Avanzate di Deep Learning	12	I	Elementi di base di Machine Learning, differenza tra Machine Learning e Deep Learning, focus su Reti Neurali per Deep Learning (ricorrenti, convolutive, LSTM) e uso di librerie Python per la loro implementazione		SI	ING-INF/05
Statistical Learning	12	I	Metodi e modelli per l'estrazione dell'informazione dai dati e concetti base dell'apprendimento dal punto di vista statistico.		SI	ING-INF/03
Corso avanzato di LabView Virtual Measurement Instrumentation	12	I	Ambiente di sviluppo professionale di tipo grafico per l'acquisizione, elaborazione e gestione dei dati: introduzione, paradigma del linguaggio di programmazione grafica, uso dei cicli, delle strutture dati, delle strutture decisionali; moduli di acquisizione dati, driver e librerie di strumenti virtuali.		NO	ING-INF/07
Circular Economy ("Economia Circolare")	12	III	L'idea di CE considera un'economia trasformativa che ridefinisce i modelli di produzione e consumo, ispirata ai principi degli ecosistemi e riparativa dal design, che aumenta la resilienza, elimina gli sprechi e crea valore condiviso attraverso una maggiore circolazione dei flussi materiali e immateriali. Questo concetto mette in evidenza i fattori chiave del paradigma: efficienza delle risorse, crescita economica sostenibile, protezione dell'ambiente e sviluppo sociale.		SI	ING-IND/35

Moduli da 3 CFU per percorso d'interesse (Elective courses of specific interest 3 ETCS)						
Denominazione dell'insegnamento	Numero di ore	Anni in cui l'insegnamento è attivo (I, II, III)	Descrizione	Eventuale curriculum di riferimento	Verifica finale (SI/NO)	SSD
Progettazione Strutturale con i Materiali Compositi	12	I	Progettazione e verifica di strutture in materiale composito tramite approcci numerici	Ingegneria Aerospaziale	SI	ING-IND/04
Tolleranza e resistenza al danno da impatto di strutture in materiale composito	12	I	Studio e simulazione del comportamento di strutture in materiale composito soggette a danni da impatto tramite approcci numerici.	Ingegneria Aerospaziale	SI	ING-IND/04
Metodi Numerici Applicati all'Ingegneria Aerospaziale: la Soluzione dei Campi di Moto di Velivoli	12	II	Lo scopo del corso è fornire gli strumenti teorici e numerici (CFD) da applicare per ottenere le prestazioni aerodinamiche di svariate configurazioni di velivoli, da quelle impiegate dall'Aviazione Generale fino al moderno Trasporto Civile Supersonico. Al termine di questo corso, lo studente sarà in grado di: 1) formulare modelli aerodinamici;	Ingegneria Aerospaziale	NO	ING-IND/06

			2) valutare la loro applicabilità al particolare problema da risolvere; 3) stimare gli errori risultanti dalla loro applicazione; 4) eseguire l'analisi aerodinamica computazionale mediante CFD; necessari per la valutazione delle forze e dei momenti aerodinamici di un assegnato velivolo.			
Numerical simulation of turbulent flows (“Simulazione numerica di flussi turbolenti”)	12	II	Il corso introduce alle metodologie più diffuse in ambito ingegneristico e alla relativa modellistica fisico-matematica per la simulazione numerica di flussi turbolenti.	Ingegneria Aerospaziale	SI	ING- IND/06
Fundamentals of fluid dynamics for open and ducted rotors (“Fondamenti di fluidodinamica dei rotori aperti e intubati”)	12	II	<ul style="list-style-type: none"> •Rotori aperti e intubati - Introduzione: classificazione e applicazioni, triangoli di velocità, curve caratteristiche. •Teoria del momento assiale: modello del disco attuatore, limite di Betz-Joukowsky •Teoria del momento generalizzata: equazioni del moto, fattori di correzione per le perdite all'apice delle pale. •Teoria dell'elemento di pala: forze aerodinamiche, angoli di flusso e metallici, espressioni locali per la spinta assiale e la coppia. •Blade-Element/Momentum Theory: algoritmo di soluzione, correzioni empiriche •Progettazione: valutazione della distribuzione radiale della corda e dell'angolo di svergolamento della pala tramite i modelli di Betz e di Glauert. 	Ingegneria Aerospaziale	SI	ING- IND/08
Crashworthiness of transportation systems: structural impact and occupant protection” (“Fenomeni di urto dei sistemi di trasporto: impatto strutturale e protezione degli occupanti”)	12	II	Descrizione e analisi di casi studio inerenti il comportamento a crash di veicoli	Ingegneria Aerospaziale	SI	ING- IND/14
Resistenza Residua di Strutture in Materiale Composito Sottoposte a fenomeni d'Impatto a Bassa Velocità Residual Strength of Low Velocity Impact Damaged Composite Structures	12	II	Il corso proposto affronta le problematiche associate ai fenomeni d'impatto a bassa velocità e alla valutazione della resistenza residua dei componenti danneggiati.	Ingegneria Aerospaziale	SI	ING- IND/14
Reverse Engineering per la Additive Manufacturing and simulation	12	II	Il Corso fornisce conoscenze e competenze nell'utilizzo di strumenti HW/SW per la ricostruzione di modelli 3D mediante l'utilizzo di tecniche di RE (laser scanning e fotogrammetria). Le potenzialità dei sistemi di RE, combinati con avanzati ambienti simulativi e tecnologie di produzione AM, sono notevoli,	Ingegneria Aerospaziale	SI	ING- IND/15

			specialmente in ottica remanufacturing, al fine di migliorare le performance e la qualità dei prodotti.			
Algoritmi di guida e anticollisione per velivoli senza pilota (Guidance and collision avoidance techniques for unmanned aerial vehicles)	12	II	Il corso è incentrato sulla progettazione e l'implementazione di sistemi di guida usati in campo aerospaziale con esempi applicativi ai velivoli senza pilota. Il corso si concentra sulle tecniche di ottimizzazione più utilizzate; in particolare, vengono affrontate le tematiche di cell decomposition, ottimizzazione su grafo e ottimizzazione evolutiva e sulla loro applicazione per lo sviluppo di algoritmi di guida e pianificazione di traiettorie, in presenza di vincoli dettati dalle performance del velivolo e dall'ambiente operativo (ostacoli, zone no fly, etc.). Il corso è articolato in lezioni teoriche e esercitazioni.	Ingegneria Aerospaziale	NO	ING-IND/03
Tecniche di controllo avanzato per velivoli (Aircraft advanced control techniques)	12	II	Il corso è incentrato sulla progettazione e l'implementazione dei sistemi di controllo usati in campo aerospaziale con esempi applicativi ai velivoli. Particolare enfasi è data alle tecniche di controllo non-lineare, di controllo ottimo e ai metodi di stima ricorsiva per sistemi lineari (Filtraggio alla Kalman) e non lineari (Filtro di Kalman esteso e unscented). Gli strumenti metodologici saranno utilizzati per la progettazione di sistemi di controllo di velivoli sia manned che unmanned. Il corso è articolato in lezioni teoriche e esercitazioni.	Ingegneria Aerospaziale	NO	ING-IND/03
Navigazione satellitare e sistemi GNSS	12	II	Il corso offre gli elementi essenziali per una comprensione di base delle fenomenologie, metodi e strumenti coinvolti nelle problematiche di posizionamento satellitare, e fornisce gli elementi progettuali e i modelli matematici relativi ai sistemi GNSS operativi (GPS, GLONASS, NAVIC/IRNSS, QZSS) e in via di completamento (COMPASS, Galileo). Insieme ai principi di funzionamento, la struttura dei segnali GNSS, le tecniche di riduzione degli errori di misura e le caratteristiche di integrità dei sistemi GNSS, sono analizzate le più importanti applicazioni ingegneristiche del settore aerospaziale (procedure di atterraggio assistito GPS/GBAS, determinazione orbitale e di assetto dei satelliti, posizionamento dinamico con metodi RTK), e le tecniche di miglioramento delle prestazioni del sistema (DGNSS, RAIM).	Ingegneria Aerospaziale	SI	ING-IND/05
Convective Heat Transfer in porous	12	II	1)Principi generali del moto in mezzi porosi ed equazioni.	Conversione dell'energia	SI	ING-IND/10

media and numerical methods (“Convezione in mezzi porosi e cenni di metodi numerici”)			2)Trasmissione del calore in mezzi porosi ed equazione ed equazioni. 3)Convezione forzata in mezzi porosi. 4)Convezione naturale, mista e forzata in mezzi porosi. 5)Applicazione del metodo dei volumi finiti 6)Esempio di sviluppo di una procedura numerica home-made e di modello con codice commerciale			
Magnetic Fields Generation: Modeling, Characterization and Sources Design (“La generazione dei campi magnetici: modellazione, caratterizzazione e disegno di sorgenti magnetiche”)	12	II	Il corso si propone di illustrare le proprietà dei campi magnetici alle frequenze di interesse industriale, e le tecniche per la progettazione e realizzazione dei dispositivi per la loro generazione.	Conversione dell’energia	SI	ING-IND/31
Fundamentals and Circuitual Modelling of Energy Harvesting Systems (“Fondamenti Teorici e Modellazione Circuitale di Sistemi di Energy Harvesting”)	12	II	Il Corso fornisce agli allievi gli strumenti per la modellazione e l’analisi di massima dei sistemi di energy harvesting, con particolare riferimento all’energy harvesting da vibrazioni. La prima parte del corso è dedicata alla modellazione circuitale di sistemi di energy harvesting da vibrazioni sia di tipo “low power” (elettromagnetici e piezoelettrici) che di tipo “high power” (shock absorbers per applicazioni automotive). La seconda parte del corso è dedicata all’introduzione dei fondamenti teorici delle principali tecniche di massimizzazione della potenza estratta dagli harvester: tuning meccanico e tuning elettrico. Il corso fornisce, inoltre, le principali nozioni per la simulazione numerica di sistemi di energy harvesting in ambiente PSIM-LTSPICE.	Conversione dell’energia	SI	ING-IND/31
Power Electronics and Optimization Techniques for Energy Harvesting Systems (“Elettronica di Potenza e Tecniche di Ottimizzazione per Sistemi di Energy Harvesting”)	12		Il Corso fornisce agli allievi gli strumenti principali per l’ottimizzazione delle architetture di elettronica di potenza per sistemi di energy harvesting, con particolare riferimento all’energy harvesting da vibrazioni. In particolare, il corso è dedicato all’analisi e all’ottimizzazione di Convertitori AC/DC Passivi con relative Tecniche di Maximum Power Point Tracking, di Architetture e Tecniche di Controllo per l’emulazione dell’impedenza ottimale, di Architetture e Tecniche di Controllo per l’applicazione di Tuning Meccanico per via Elettrica. Il corso fornisce, inoltre, le principali nozioni per la simulazione numerica delle architetture di elettronica di potenza per sistemi di energy harvesting in ambiente PSIM-LTSPICE.	Conversione dell’energia	SI	ING-IND/31
Power electronics for photovoltaic applications	12	II	Il Corso fornisce agli studenti competenze specifiche sulle principali architetture di tipo stand-alone e grid-connected, su topologie, modellazione	Conversione dell’energia	SI	ING-IND/31

("Elettronica di potenza per applicazioni fotovoltaiche")			statica e dinamica e tecniche di controllo dei convertitori switching per applicazioni fotovoltaiche, sulle linee guida per l'ottimizzazione delle tecniche di Maximum Power Point Tracking maggiormente utilizzate.			
Industrial Electromagnetic Compatibility ("Compatibilità elettromagnetica Industriale")	12	II	Il corso descrive i principali problemi che nascono dall'uso combinato di dispositivi elettromagnetici in ambito industriale, i metodi per la caratterizzazione delle interferenze e le tecniche per la loro riduzione.	Conversione dell'energia	SI	ING-IND/31
Al Confine tra Affidabilità e Qualità della Tensione nei Sistemi Elettrici per l'Energia (At the Border Between Reliability and Voltage Quality)	12	II	Nel campo dei Sistemi Elettrici per l'Energia, tradizionalmente, l'affidabilità dell'alimentazione (Supply Reliability-SR) e la qualità della tensione (Voltage Quality-VQ) sono state trattate separatamente, sia dalla comunità scientifica sia da quella tecnica. Al giorno d'oggi questa suddivisione non è più attuale: gli utenti sensibili, che utilizzano tecnologie sempre più avanzate, soffrono di problemi di VQ legati a brevi interruzioni e cali di tensione, nonché di problemi di SR legati a interruzioni lunghe. L'implementazione del paradigma delle Smart Grid potrebbe essere fortemente condizionata dalla sempre maggiore presenza di carichi sensibili, presenza che rende della massima importanza ridurre la probabilità e le conseguenze dei problemi di SR e VQ, in una visione integrata.	Conversione dell'energia	NO	ING-IND/33
Photonics sensors based on optical fibers for environmental, structural and health monitoring ("Sensori a fibra ottica per applicazioni ambientali, biomedicali, e per il monitoraggio strutturale")	12	II	Sensori basati su risonanza plasmonica di superficie (SPR). Biosensori a fluorescenza. Sensori ad onda evanescente. Biosensori in guida d'onda planare. Sensori distribuiti in fibra ottica basati su scattering Brillouin, Rayleigh e Raman.	Ingegneria Elettronica e Informatica	NO	ING-INF/01
Data analysis and visualization of time-series in python	12	II	Il corso si propone di fornire allo studente una introduzione agli strumenti e alle librerie python per l'analisi dei dati. Esempi e applicazioni allo studio di serie di temporali di dati raw acquisiti da sensori eterogenei.	Ingegneria Elettronica e Informatica	No	ING-INF/05
Principi di Sicurezza e Certificazione della Sicurezza	12	II	Obiettivo di questo corso è preparare i partecipanti ad anticipare i problemi che sorgono affrontando problemi di sicurezza nella realizzazione di prodotti hardware/software, in particolare quando sono coinvolti processi di certificazione. In particolare verrà presentata la certificazione Common Criteria (ISO15408), presentati i maggiori standard di sicurezza (NIST SP-800-53, NIST-SP800-160)	Ingegneria Elettronica e Informatica	SI	ING-INF/05