

**DOTTORATO IN INGEGNERIA INDUSTRIALE E DELL'INFORMAZIONE****Elenco dei corsi offerti per l'anno accademico 2023/2024**

<b>Moduli da 3 CFU di interesse comune (Elective courses of common interest 3 ETCS)</b>						
<b>Denominazione dell'insegnamento</b>	<b>Numero di ore</b>	<b>Anni in cui l'insegnamento è attivo (I, II, III)</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Eventuale curriculum di riferimento</b>	<b>Verifica finale (SI/NO)</b>	<b>SSD</b>
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 per l'Ingegneria	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, II	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	12	II	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	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
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
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 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.		SI	ING-IND/31

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
Modelli e metodi numerici per l'ingegneria, l'algebra lineare e le librerie numeriche	12	I	Soluzioni e sistemi lineari di equazioni: soluzioni dirette e iterative. Decomposizione LU, decomposizione Eigen, decomposizione QR, decomposizione a valori singolari. Introduzione al linguaggio Python, librerie numeriche, stato dell'arte. Introduzione al calcolo ad alte prestazioni.		SI	ING-IND/31
Corso avanzato di LabView Virtual Measurement Instrumentation	12	I, II, III	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
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

<b>Moduli da 3 CFU per percorso d'interesse (Elective courses of specific interest 3 ETCS)</b>						
<b>Denominazione dell'insegnamento</b>	<b>Numero di ore</b>	<b>Anni in cui l'insegnamento è attivo (I, II, III)</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Eventuale curriculum di riferimento</b>	<b>Verifica finale (SI/NO)</b>	<b>SSD</b>
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	I, II, III	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.			
Simulazione numerica di flussi turbolenti	12	I, II, III	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
Fondamenti di fluidodinamica dei rotori aperti e intubati	12	I, II, III	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Rotori aperti e intubati - Introduzione: classificazione e applicazioni, triangoli di velocità, curve caratteristiche.</li> <li>•Teoria del momento assiale: modello del disco attuatore, limite di Betz-Joukowski</li> <li>•Teoria del momento generalizzata: equazioni del moto, fattori di correzione per le perdite all'apice delle pale.</li> <li>•Teoria dell'elemento di pala: forze aerodinamiche, angoli di flusso e metallici, espressioni locali per la spinta assiale e la coppia.</li> <li>•Blade-Element/Momentum Theory: algoritmo di soluzione, correzioni empiriche</li> <li>•Progettazione: valutazione della distribuzione radiale della corda e dell'angolo di svergolamento della pala tramite i modelli di Betz e di Glauert.</li> </ul>	Ingegneria Aerospaziale	SI	ING-IND/08
Fenomeni di urto dei sistemi di trasporto: impatto strutturale e protezione degli occupanti	12	I, II, III	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	12	I, II, III	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	I, II, III	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, specialmente in ottica remanufacturing, al fine di migliorare le performance e la qualità dei prodotti.	Ingegneria Aerospaziale	SI	ING-IND/15
Navigazione satellitare e sistemi GNSS	12	I, II, III	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,	Ingegneria Aerospaziale	SI	ING-IND/05

			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).			
Convezione in mezzi porosi e cenni di metodi numerici	12	I, II, III	<p>1)Principi generali del moto in mezzi porosi ed equazioni.</p> <p>2)Trasmissione del calore in mezzi porosi ed equazione ed equazioni.</p> <p>3)Convezione forzata in mezzi porosi.</p> <p>4)Convezione naturale, mista e forzata in mezzi porosi.</p> <p>5)Applicazione del metodo dei volumi finiti</p> <p>6)Esempio di sviluppo di una procedura numerica home-made e di modello con codice commerciale</p>	Conversione dell'energia	SI	ING-IND/10
Fondamenti Teorici e Modellazione Circuitale di Sistemi di Energy Harvesting	12	I, II, III	<p>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.</p> <p>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).</p> <p>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.</p> <p>Il corso fornisce, inoltre, le principali nozioni per la simulazione numerica di sistemi di energy harvesting in ambiente PSIM-LTSPICE.</p>	Conversione dell'energia	SI	ING-IND/31
Elettronica di Potenza e Tecniche di Ottimizzazione per Sistemi di Energy Harvesting	12	I, II, III	<p>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.</p> <p>Il corso fornisce, inoltre, le principali nozioni per la simulazione numerica delle architetture di elettronica di potenza per sistemi di energy</p>	Conversione dell'energia	SI	ING-IND/31

			harvesting in ambiente PSIM-LTSPICE.			
Elettronica di potenza per applicazioni fotovoltaiche	12	I, II, III	Il Corso fornisce agli studenti competente specifiche sulle principali architetture di tipo stand-alone e grid-connected, su topologie, modellazione 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.	Conversione dell'energia	SI	ING-IND/31
Compatibilità elettromagnetica Industriale	12	II, III	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	12	I, II, III	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
Sensori a fibra ottica per applicazioni ambientali, biomedicali, e per il monitoraggio strutturale	12	I, II, III	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
Analisi dei dati e visualizzazione di serie di dati in Python	12	I, II, III	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	I, II, III	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
Miglioramento del trasferimento di	12	I, II	1) Miglioramento della conducibilità termica dei fluidi mediante schiume	Conversione dell'Energia	SI	ING-IND/10

calore mediante nanofluidi			metalliche e/o nanoparticelle metalliche. 2) Meccanismi di trasferimento del calore e di massa in schiume metalliche e/o nanofluidi. 3) Equazioni di governo per il trasporto di massa e calore nei nanofluidi: modelli monofase e multifase. 4) Applicazioni numeriche del trasferimento termico convettivo nei nanofluidi.			
Miglioramento del trasferimento di calore nei sistemi di accumulo termico	12	I, II	1) Sistema di accumulo di energia termica sensibile e latente. 2) Miglioramento della conducibilità termica dei PCM mediante schiuma metallica e/o nanoparticelle metalliche (Nano-PCM). 3) Equazioni di governo per il trasporto di calore e trasferimento di massa in materiali a cambiamento di fase (PCM). 4) Applicazioni numeriche del trasferimento termico convettivo in mezzo poroso, PCM e Nano-PCM	Conversione dell'Energia	SI	ING-IND/10
Corso Avanzato in Modelli Numerici per l'Ingegneria su dispositivi GPU	12	II	Architettura GPU, modello di memoria, linguaggi di programmazione e librerie esistenti. Metodi numerici accelerati per l'ingegneria su GPU. Il corso è rivolto principalmente ai dottorandi del curriculum in Ingegneria Elettronica e in Ingegneria Informatica	Ingegneria Informatica	SI	ING-IND/31
Maintenance management in smart manufacturing systems	12	I, II III	L'obiettivo del corso è quello di fornire agli studenti le basi degli approcci manutentivi nei moderni sistemi produttivi caratterizzati dall'affermarsi delle nuove tecnologie. Il programma inizia con alcuni richiami alle classiche tecniche manutentive, seguite dall'introduzione di tecniche di analisi dei guasti, quali FMEA/FMECA e Fault tree analysis. Infine, verranno esplorati i più recenti approcci manutentivi (Condition base maintenance e manutenzioje predittiva).	Ingegneria Meccanica	NO	ING-IND/17