

PIANO DI STUDIO DEL CDS

LM33 – INGEGNERIA INDUSTRIALE E DELL'INNOVAZIONE

Facoltà di
Scienze Tecnologiche e dell'Innovazione

*Coorte A.A. 2026-2027
Documento emesso in data: 10 febbraio 2026*

Sommario

Sommario

1 – Presentazione	3
1. Il Corso di Studio in breve	3
2. Obiettivi formativi specifici del Corso.....	4
3. Profili professionali e sbocchi occupazionali.....	5
4. Requisiti di accesso.....	5
5. Sito del corso di laurea.....	6
2 – Percorso di Formazione	6
1. Curriculum: Prodotti e Sistemi industriali	7
Schede didattiche dei singoli insegnamenti.....	7
2. Curriculum: Industria e Innovazione digitale.....	62
Schede didattiche dei singoli insegnamenti.....	62
3. Curriculum: Sistemi Energetici e Industria	115
Schede didattiche dei singoli insegnamenti.....	115

I PROGRAMMI DIDATTICI (MODULI) DI CIASCUN
INSEGNAMENTO SARANNO SUSCETTIBILI DI MODIFICHE
DOVUTE A EVENTUALI FUTURE INTEGRAZIONI DEI COMITATI
D'INDIRIZZO.

1 – PRESENTAZIONE

1. Il Corso di Studio in breve

Il Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria industriale e dell'innovazione (LM-33) si propone di formare professionisti dotati di una preparazione avanzata e trasversale, capaci di affrontare le sfide tecnologiche e organizzative che caratterizzano i moderni sistemi industriali. L'obiettivo fondamentale del corso è sviluppare competenze tecniche, metodologiche e gestionali che permettano ai laureati di concepire, progettare, realizzare e gestire prodotti, processi e impianti industriali, nonché di contribuire ai processi di innovazione, ricerca e sviluppo in settori a elevata complessità tecnologica in un contesto caratterizzato dalla necessità di rispondere alle sfide della digitalizzazione e della sostenibilità economica, sociale e ambientale.

Il corso si articola in differenti percorsi formativi, che consentono allo studente di orientare la propria preparazione verso ambiti di specializzazione specifici.

Il percorso dedicato ai prodotti e ai servizi si concentra sulla progettazione avanzata, sulla modellazione e sull'innovazione dei prodotti, con particolare attenzione agli aspetti connessi all'innovazione di prodotto e alle tecniche di progettazione metodica per lo sviluppo delle caratteristiche di qualità, sicurezza e sostenibilità del prodotto-servizio.

Il percorso rivolto alla produzione automatizzata e digitale approfondisce strumenti, tecniche e metodologie per la progettazione, l'integrazione e la gestione di sistemi produttivi complessi ad alta automazione, in cui robotica, mecatronica e sensoristica avanzata costituiscono elementi centrali. Il percorso sviluppa competenze legate ai sistemi di controllo e supervisione (PLC/SCADA), alle reti di comunicazione industriale e alle tecnologie Industrial IoT, favorendo l'integrazione tra livello operativo e informativo dei processi. Particolare attenzione è dedicata all'uso di strumenti di modellazione, simulazione e digital twin per l'analisi, l'ottimizzazione e il virtual commissioning delle linee produttive, nonché alle tecniche di diagnostica intelligente, manutenzione predittiva e sicurezza funzionale, in coerenza con il più recente scenario dell'Industry 5.0.

Infine, il percorso relativo ai sistemi energetici permette di acquisire competenze avanzate nella progettazione e gestione di sistemi energetici innovativi, sostenibili e digitalizzati a supporto dello sviluppo industriale, che comprendono impianti, infrastrutture e tecnologie per la produzione, distribuzione e utilizzo razionale dell'energia in linea con gli obiettivi della legislazione europea e italiana. Particolare attenzione è dedicata al mercato libero dell'energia elettrica e del gas.

Attraverso questi percorsi formativi, gli studenti sviluppino capacità di analisi, progettazione, modellazione e simulazione, utilizzando strumenti fisici, matematici e numerici per la gestione di sistemi complessi.

I laureati potranno operare nei settori della progettazione meccanica, dell'innovazione dei prodotti e dei processi produttivi, dell'automazione e dei sistemi industriali avanzati, nonché nell'ambito dell'energia e della sostenibilità. Troveranno impiego in aziende manifatturiere, imprese impiantistiche, società di servizi tecnologici e di commercializzazione dell'energia, enti per la produzione e gestione dell'energia e organizzazioni orientate alla trasformazione digitale. Le competenze acquisite consentono inoltre l'inserimento in ruoli di analisi, gestione e ottimizzazione di sistemi complessi nei principali comparti dell'industria e dei servizi.

Il Corso offre dunque una formazione moderna, multidisciplinare e altamente qualificante, in grado di rispondere alle esigenze di un mercato del lavoro in continua evoluzione e sempre più orientato alla sostenibilità, all'efficienza energetica e ai processi di digitalizzazione del sistema produttivo. Il Corso integra, inoltre, conoscenze relative all'organizzazione aziendale,

all'etica professionale e alla sostenibilità, rendendo i laureati capaci di inserirsi efficacemente in contesti industriali avanzati e nei settori dei servizi ad alta intensità tecnologica. Una parte significativa della formazione è dedicata a tirocini, oltre che alla realizzazione di un progetto di tesi su tematiche innovative dell'ingegneria industriale.

2. Obiettivi formativi specifici del Corso

Il Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria industriale e dell'innovazione (LM-33) ha l'obiettivo di formare professionisti dotati di un'elevata competenza tecnico economica, capaci di affrontare le trasformazioni dell'industria moderna e di guidare processi di innovazione nei sistemi produttivi, nei prodotti e nelle tecnologie energetiche. Gli studenti acquisiscono conoscenze avanzate nei principali ambiti dell'ingegneria industriale, integrando competenze di progettazione, modellazione, simulazione, gestione di componenti, prodotti, processi e impianti di valutazione delle prestazioni produttive, energetiche e ambientali. Il corso mira a sviluppare capacità analitiche, decisionali e progettuali che permettano di affrontare problemi complessi attraverso l'uso di metodologie avanzate, strumenti numerici e approcci interdisciplinari legati anche all'uso dell'IA.

Dal punto di vista formativo, il percorso consente di acquisire solide basi nelle scienze applicate all'ingegneria, comprendendo la termofluidodinamica, la meccanica applicata, i sistemi energetici, i materiali e i modelli per la progettazione industriale. Vengono potenziate le competenze relative alla progettazione e all'ottimizzazione di sistemi meccanici, impiantistici e produttivi, con particolare attenzione agli aspetti connessi alla sicurezza, alla sostenibilità e all'efficienza delle tecnologie industriali. Grande rilievo è attribuito anche ai temi della digitalizzazione, dell'automazione, della robotica e delle tecnologie abilitanti dell'Industria 4.0 e 5.0, attraverso l'uso di strumenti di simulazione, prototipazione virtuale e modellazione intelligente dei sistemi industriali.

Il percorso formativo è articolato in differenti Piani di studio che permettono allo studente di specializzarsi nei diversi ambiti dell'ingegneria industriale.

Il percorso dedicato ai prodotti e sistemi sviluppa competenze nella progettazione avanzata, nella modellazione di sistemi complessi e nell'innovazione dei prodotti, includendo aspetti legati alla qualità, alle prestazioni e agli impatti ambientali delle soluzioni sviluppate. Il percorso dedicato alla produzione automatizzata e digitale approfondisce tecniche e metodologie per la progettazione e gestione di sistemi produttivi complessi ad alta automazione. Il percorso sviluppa competenze in robotica, mecatronica, sistemi di controllo avanzato, PLC/SCADA e comunicazioni industriali, integrando tecnologie Industrial IoT e strumenti di simulazione e digital twin per l'analisi e l'ottimizzazione dei processi. Particolare attenzione è rivolta alla diagnostica, alla manutenzione predittiva e alla sicurezza funzionale dei sistemi industriali digitalizzati. Infine, il percorso relativo ai sistemi energetici forma professionisti in grado di progettare, simulare e governare impianti e infrastrutture energetiche ad alta efficienza, favorendo la transizione energetica grazie all'impiego di tecnologie innovative, energie rinnovabili e strumenti digitali per il controllo e la gestione dell'energia e di intervenire nel mercato dell'energia tramite la conoscenza della normativa europea e italiana.

Completano il percorso attività laboratoriali e un tirocinio formativo, preferibilmente in aziende o enti del settore industriale ed energetico, che facilitano l'acquisizione di competenze operative e l'inserimento nel mondo del lavoro. L'insieme degli insegnamenti e delle attività formative consente ai laureati di operare con successo nei settori produttivi più innovativi e di contribuire allo sviluppo tecnologico e sostenibile dell'industria contemporanea.

3. Profili professionali e sbocchi occupazionali

- ❖ Ingegnere progettista di prodotto e di sistemi
- ❖ Ingegnere della produzione automatizzata e digitale
- ❖ Ingegnere dei sistemi energetici

4. Requisiti di accesso

L'ammissione al Corso di Laurea Magistrale è consentita a studentesse e studenti in possesso di una laurea o di un diploma universitario triennale, oppure di un titolo estero ritenuto equivalente e idoneo.

Per coloro che sono in possesso di una laurea triennale appartenente alla classe L-9, l'accesso è diretto a condizione che siano stati acquisiti i seguenti requisiti curriculari minimi:

- 12 CFU complessivi nei Settori Scientifico-Disciplinari delle discipline caratterizzanti: IIND-06/A, IIND-06/B, IIND-07/A, IMIS-01/A, IIND-02/A, IIND-03/A, IIND-03/B, IIND-04/A e IIND-05/A.

Per laureate e laureati di altre Classi è necessario aver maturato conoscenze equivalenti a quelle previste dagli obiettivi formativi generali della laurea triennale in Ingegneria Industriale. A tal fine, devono essere soddisfatti i seguenti requisiti curriculari minimi:

- 36 CFU complessivi nei Settori Scientifico-Disciplinari delle discipline di base: CHEM-03/A, CHEM-06/A, PHYS-01/A, PHYS-03/A, MATH-02/A, MATH-02/B, MATH-03/A, MATH-03/B, MATH-04/A, MATH-05/A di cui minimo 24 CFU in almeno 3 insegnamenti relativi ad: analisi matematica, geometria, fisica sperimentale, fisica matematica;
- 54 CFU complessivi nei Settori Scientifico-Disciplinari delle discipline dell'ingegneria industriale: CEAR-06/A, IINF-04/A, IBIO-01/A, IMIS-01/B, IIND-01/C, IIND-01/D, IIND-01/E, IIND-01/F, IIND-01/G, IIND-06/A, IIND-06/B, IIND-07/A, IIND-07/B, IMIS-01/A, IIND-02/A, IIND-03/A, IIND-03/B, IIND-04/A, IIND-05/A, IIND-07/C, IIND-07/D, IIND-07/E, IIND-03/C, ICHI-02/A, ICHI-01/C, ICHI-02/B, CEAR-02/B, IIET-01/A, IIND-08/A, IIND-08/B, IBIO-01/A, IEGE-01/A.

Di cui non meno di 24 CFU in almeno 4 insegnamenti relativi a conoscenze caratterizzanti nelle aree di: 1) progettazione di prodotti e sistemi; 2) sviluppo e gestione di sistemi industriali; 3) sistemi energetici.

Sono da considerarsi SSD di riferimento per questa verifica:

Area progettazione di prodotti e sistemi:

CAER-06/A Scienza delle costruzioni (ex ICAR/08 Scienza delle Costruzioni),

IIND-02/A Meccanica applicata alle macchine (ex ING-IND/13 Meccanica applicata alle macchine);

IIND-03/A Progettazione meccanica e costruzione di macchine (ex ING-IND/14 Progettazione meccanica e costruzione di macchine);

IIND-03/B - Disegno e metodi dell'ingegneria Industriale (ex ING-IND/15 Disegno e metodi dell'ingegneria industriale);

IMIS-01/A - Misure meccaniche e termiche (ex ING-IND/12 Misure meccaniche e termiche).

Area sviluppo e gestione di sistemi industriali:

IIND-04/A - Tecnologie e sistemi di lavorazione (ex ING-IND/16 Tecnologie e sistemi di lavorazione),

IIND-05/A - Impianti industriali meccanici (ex ING-IND/17 Impianti industriali meccanici);

ING-IND/35 Ingegneria economico-gestionale (ex ING-IND/35 Ingegneria economico-gestionale).

Area sistemi energetici:

IIND-06/A - Macchine a fluido (ex ING-IND/08 Macchine a fluido);

IIND-06/B - Sistemi per l'energia e l'ambiente (ex ING-IND/09 Sistemi per l'energia e l'ambiente);

IIND-07/A Fisica tecnica industriale (ex ING-IND/10 Fisica tecnica industriale);

IIND-07/B Fisica tecnica ambientale (ex ING-IND/10 Fisica tecnica industriale).

Requisiti di personale preparazione:

Oltre alla verifica dei requisiti curriculari, ai fini dell'ammissione alla laurea magistrale in Ingegneria meccanica, è necessario soddisfare anche il requisito di personale preparazione. Il requisito di personale preparazione è volto ad accertare l'adeguatezza della preparazione conseguita nelle competenze curriculari.

Gli allievi che non soddisfano tale requisito possono essere ammessi dopo il superamento di una prova di verifica della preparazione personale.

È inoltre richiesto il possesso di adeguate competenze linguistiche di lingua inglese di livello almeno B1 del quadro comune europeo di riferimento.

Per ulteriori informazioni si rimanda al Regolamento sui requisiti di ammissione ai Corsi di Studio, disponibile sul sito istituzionale.

5. Sito del corso di laurea

<https://www.unimercatorum.it/offerta-formativa-2026-2027>

2 – PERCORSO DI FORMAZIONE

Il percorso di formazione complessivo è stato progettato sulla base dei requisiti previsti dalla SUA-CdS. Il corso di Laurea Magistrale in LM-33 – *Ingegneria industriale e dell'innovazione* si articola nei seguenti curricula formativi:

1. Curriculum: PRODOTTI E SISTEMI INDUSTRIALI
2. Curriculum: INDUSTRIA E INNOVAZIONE DIGITALE
3. Curriculum: SISTEMI ENERGETICI E INDUSTRIA

Si riporta di seguito il dettaglio dei singoli curricula.

1. Curriculum: Prodotti e Sistemi industriali

Anno	Attività	SSD	Insegnamento	CFU
I	CARATTERIZZANTI	IIND-06/A	Macchine a Fluido e Sistemi Energetici	6
	CARATTERIZZANTI	IIND-07/A	Impianti termotecnici	6
	CARATTERIZZANTI	IIND-02/A	Meccanica delle Macchine	6
	CARATTERIZZANTI	IIND-03/A	Progettazione meccanica avanzata	9
	CARATTERIZZANTI	IIND-04/A	Tecnologie Speciali di Produzione	9
	CARATTERIZZANTI	IIND-05/A	Progettazione e Gestione degli Impianti Industriali	9
	AFFINI	IINF-04/A	Tecnologie dei sistemi di controllo	9
	ALTRE ATTIVITÀ		Ulteriori conoscenze linguistiche	3
II	CARATTERIZZANTI	IMIS-01/A	Misure Meccaniche e termiche	6
	CARATTERIZZANTI	IIND-03/B	Modellazione e Metodi dell'Ingegneria Industriale	6
	AFFINI	IEGE-01/A	Economia e gestione dei progetti e dell'innovazione	9
	AFFINI	ECON-07/A	Economia dell'Innovazione industriale (opzionale con IMIS-01/B)	9
	AFFINI	IMIS-01/B	Misure e collaudi di macchine e impianti elettrici (opzionale con ECON-07/A)	
	ALTRE ATTIVITÀ		Un insegnamento a scelta tra tre opzionali	9
	ALTRE ATTIVITÀ		Tirocini formativi e di orientamento	12
	ALTRE ATTIVITÀ		Prova finale	12
TOTALE				120

Schede didattiche dei singoli insegnamenti

La progettazione didattica di dettaglio dei singoli insegnamenti avviene, da parte dei docenti sotto la supervisione del coordinatore del Corso di Laurea, attraverso compilazione delle schede di progettazione. Gli insegnamenti a scelta vengono pianificati entro giugno dell'anno solare di inizio dell'attività accademica.

Di seguito si presentano le schede di progettazione didattica dei singoli corsi per ordine di anno accademico.

MACCHINE A FLUIDO E SISTEMI ENERGETICI	
Settore Scientifico Disciplinare	IIND-06/A
Anno di corso	I Anno
Tipologia di attività formativa	Base ☐ Caratterizzante X Affine ☐ Altre attività ☐
Numero di crediti	6 CFU
Docente	In corso di definizione
Modalità di iscrizione e di gestione dei rapporti con gli studenti	L'iscrizione ed i rapporti con gli studenti sono gestiti mediante la piattaforma informatica che permette l'iscrizione ai corsi, la fruizione delle lezioni, la partecipazione a forum e tutoraggi, il download del materiale didattico e la comunicazione con il docente. Un tutor assisterà gli studenti nello svolgimento di queste attività.

Obiettivi formativi specifici

Il corso approfondisce il funzionamento e la progettazione delle principali macchine a fluido e dei sistemi energetici avanzati, con particolare attenzione all'efficienza e all'innovazione tecnologica. Fornisce strumenti per modellare, simulare e ottimizzare turbomacchine, impianti termici e soluzioni per la conversione energetica, incluse quelle basate su fonti rinnovabili. Sviluppa la capacità di integrare tecnologie sostenibili in sistemi complessi e di valutarne prestazioni, affidabilità e impatto ambientale. Favorisce un approccio critico e progettuale orientato al miglioramento continuo delle soluzioni energetiche moderne.

Risultati di apprendimento specifici

Conoscenza e capacità di comprensione

Il corso fornisce allo studente una conoscenza approfondita dei principi fondamentali delle macchine a fluido, delle loro classificazioni e dei relativi campi di impiego. Lo studente acquisisce la capacità di comprendere il funzionamento dei principali sistemi energetici basati su macchine idrauliche, termiche e a fluido comprimibile, nonché le interazioni tra le diverse componenti del sistema.

Capacità di applicare conoscenza e comprensione

Lo studente sarà in grado di applicare le conoscenze acquisite all'analisi delle prestazioni delle macchine a fluido, al calcolo dei parametri caratteristici e al loro inserimento nei sistemi energetici. Le lezioni sono strutturate per sviluppare competenze operative utili alla valutazione delle condizioni di esercizio, al confronto tra diverse soluzioni impiantistiche e alla risoluzione di problemi applicativi tipici dell'ingegneria energetica.

Autonomia di giudizio

Il corso sviluppa la capacità di valutare criticamente le prestazioni e l'idoneità delle macchine a fluido in relazione alle specifiche applicazioni, ai vincoli energetici e ambientali e ai criteri di efficienza e sostenibilità. Lo studente sarà in grado di formulare giudizi autonomi nella scelta delle soluzioni tecnologiche più appropriate.

Abilità comunicative

L'esposizione dei contenuti teorici e applicativi consente allo studente di acquisire un linguaggio tecnico adeguato e di comunicare in modo chiaro e rigoroso concetti, metodi e risultati relativi alle macchine a fluido e ai sistemi energetici, sia in ambito accademico sia professionale.

Capacità di apprendimento

Le conoscenze e le competenze sviluppate nel corso costituiscono una base solida per l'approfondimento autonomo delle tematiche avanzate dell'ingegneria delle macchine e dei sistemi energetici, favorendo la capacità di aggiornamento continuo e di apprendimento permanente.

Programma didattico

1. Introduzione al corso. Ruolo delle macchine a fluido nei sistemi energetici. Classificazione delle macchine e campi di applicazione.
2. Richiami di termodinamica: sistemi, proprietà, stati, trasformazioni e bilanci energetici.
3. Primo e secondo principio della termodinamica applicati ai sistemi energetici.
4. Proprietà dei fluidi: densità, viscosità, comprimibilità. Regimi di moto e numeri adimensionali.
5. Equazioni fondamentali della fluidodinamica: continuità, quantità di moto, equazione di Bernoulli.
6. Perdite di carico distribuite e localizzate. Applicazioni ai sistemi di trasporto dei fluidi.
7. Classificazione delle macchine idrauliche. Principi di funzionamento di turbine e pompe.
8. Analisi energetica delle macchine idrauliche. Lavoro specifico e rendimento.
9. Turbine idrauliche e campi di applicazione.
10. Curve caratteristiche delle turbine idrauliche e condizioni di funzionamento.
11. Pompe idrauliche: tipologie, principi di funzionamento e applicazioni.
12. Curve caratteristiche delle pompe. Punto di funzionamento e accoppiamento con l'impianto.
13. Cavitazione nelle macchine idrauliche: fenomenologia e criteri di prevenzione.
14. Dimensionamento e scelta delle macchine idrauliche nei sistemi energetici.
15. Introduzione alle macchine a fluido comprimibile. Differenze rispetto alle macchine idrauliche.
16. Compressori volumetrici: principi di funzionamento e prestazioni.
17. Compressori dinamici: ventilatori e compressori centrifughi.
18. Curve caratteristiche dei compressori. Stabilità e funzionamento reale.
19. Turbine a gas: principi di funzionamento e componenti principali.
20. Analisi termodinamica delle turbine a gas e dei relativi rendimenti.
21. Accoppiamento compressore-turbina nei sistemi energetici.
22. Analisi delle prestazioni delle macchine a fluido comprimibile in condizioni operative reali.
23. Introduzione ai sistemi energetici e alla conversione dell'energia.
24. Cicli termodinamici per la produzione di energia: ciclo Rankine.
25. Ciclo Brayton e impianti a turbina a gas.
26. Impianti a ciclo combinato: configurazione e vantaggi energetici.
27. Integrazione delle macchine a fluido negli impianti energetici.
28. Analisi dell'efficienza energetica dei sistemi di conversione.
29. Aspetti ambientali e sostenibilità dei sistemi energetici.
30. Fonti rinnovabili e ruolo delle macchine a fluido nei sistemi energetici sostenibili.
31. Analisi energetica ed exergetica dei sistemi energetici.
32. Valutazione delle prestazioni globali degli impianti.
33. Criteri di progettazione e dimensionamento delle macchine a fluido.
34. Affidabilità, manutenzione e sicurezza delle macchine e degli impianti.
35. Casi studio industriali su macchine a fluido e sistemi energetici.
36. Sintesi del corso, richiami concettuali e collegamenti con l'ingegneria meccanica avanzata.

Tipologie di attività didattiche previste e relative modalità di svolgimento

Ogni Macro-argomento è articolato in 15-17 videolezioni da 30 min. corredate da dispense, slide e test di apprendimento.

Per ogni insegnamento sono previste sino a 6 videolezioni (n.1 CFU) di didattica innovativa secondo modalità definite dal docente di riferimento.

Le videolezioni sono progettate in modo da fornire allo studente una solida base di conoscenze teoriche e applicative necessarie per l'analisi, la modellazione e il dimensionamento delle principali macchine a fluido e dei sistemi energetici ad esse associati. Al termine del corso, lo studente sarà in grado di analizzare e valutare il comportamento delle macchine a fluido operanti in diversi contesti applicativi, con riferimento sia agli aspetti energetici sia a quelli ambientali e di sostenibilità.

Il modello didattico adottato prevede l'erogazione online sia della didattica erogativa asincrona sia della didattica sincrona. Per le attività di autoapprendimento sono previste n.18 ore di studio individuale per ogni CFU.

Le dispense e i test di autovalutazione predisposti dai docenti titolari dell'insegnamento sono resi disponibili sulla piattaforma. L'Ateneo prevede di norma, per ogni CFU, un totale di almeno 7 ore di didattica. La didattica erogativa è perciò effettuata per l'80% in modalità asincrona, articolata in un numero di videolezioni coerente ai CFU complessivi del singolo insegnamento, corredate da materiale didattico adeguato allo studio individuale e, per almeno il 20%, in modalità sincrona.

Le attività didattiche si distinguono in:

- Didattica erogativa asincrona che prevede per ogni ora una videolezione registrata, una dispensa corredata da riferimenti bibliografici, note, tabelle, immagini, grafici ed un questionario di dieci domande di autovalutazione con quattro possibili risposte di cui solo una corretta e tre distrattori, oltre un file di riepilogo relativo agli obiettivi ed alla struttura in paragrafi della lezione.
- Didattica erogativa sincrona che si compone di una web conference per CFU e di un elaborato per insegnamento, differenziato in termini di difficoltà rispetto all'ampiezza dei CFU assegnati. L'obiettivo della didattica erogativa in modalità sincrona è assicurare tutte quelle attività che tipicamente richiedono apprendimenti "in situazione" o rapporto "face to face", quali laboratori, seminari, esperienze sul campo, tirocini, ecc., tenendo conto anche delle metodologie a carattere innovativo e volte a favorire l'interazione docente-studenti e tra studenti.

Nelle suddette attività convergono molteplici strumenti didattici, che agiscono in modo sinergico sul percorso di formazione ed apprendimento dello studente. La partecipazione attiva alle suddette attività ha come obiettivo quello di stimolare gli studenti lungo tutto il percorso didattico e garantisce loro la possibilità di ottenere una valutazione aggiuntiva che si sommerà alla valutazione dell'esame finale.

Sono altresì escluse le ore di tutorato didattico disciplinare, cioè la mera ripetizione di contenuti già proposti nella forma erogativa attraverso colloqui di recupero o approfondimento one-to-one.

Modalità e criteri di valutazione dell'apprendimento

La modalità e criteri di valutazione dell'apprendimento dovranno tener conto di quanto segue:

- i risultati delle prove intermedie (le prove intermedie consistono nello svolgimento di un test a risposta multipla con 30 domande; per ogni domanda lo studente deve scegliere una delle 4 possibili risposte, di cui solo una è corretta);

- la qualità della partecipazione alle attività on line (frequenza e qualità degli interventi monitorabili attraverso la piattaforma, elaborati, didattica sincrona);
- i risultati della prova finale in presenza (in forma orale).

Sia i quesiti in forma orale che i quesiti in forma scritta sono formulati per valutare il grado di comprensione delle nozioni teoriche e la capacità di sviluppare il ragionamento utilizzando le nozioni acquisite. I quesiti che richiedono l'elaborazione di un ragionamento consentiranno di valutare il livello di competenza e l'autonomia di giudizio maturati dallo studente.

Le abilità di comunicazione e la capacità di apprendimento saranno valutate attraverso le interazioni dirette tra docente e studente che avranno luogo durante la fruizione del corso (videoconferenze, e-tivity report, studio di casi elaborati) proposti dal docente o dal tutor.

Criteri di misurazione dell'apprendimento e attribuzione del voto finale

Sia lo svolgimento dell'elaborato, sia la presenza attiva durante le web conference prevedono un giudizio, da parte del docente, fino a un massimo di 2 punti. Lo studente può prendere parte ad entrambe le attività, fermo restando che la votazione massima raggiungibile è sempre di 2 punti.

La valutazione dell'elaborato può essere sufficiente (1 punto premiale) o non sufficiente (0 punti premiali).

La premialità massima per le web conference è di un punto sul voto di esame. Ogni studente può partecipare a tutte le web conference erogate. Per ciascuna di esse, il superamento del test finale di apprendimento – che richiede almeno quattro risposte corrette su cinque domande relative al tema trattato – consente di ottenere un punteggio pari a 0,5. Una volta raggiunto un punteggio totale di 1, allo studente viene riconosciuta la premialità.

È data facoltà allo studente di partecipare o meno alla didattica erogativa sincrona.

La valutazione finale ha lo scopo di misurare il raggiungimento degli obiettivi di apprendimento definiti alla base dell'insegnamento. Il giudizio riguarda l'intero percorso formativo del singolo insegnamento ed è di tipo sommativo.

Il voto finale dell'esame di profitto tiene conto del punteggio che lo studente può aver ottenuto partecipando correttamente alla didattica erogativa sincrona e deriva, quindi, dalla somma delle due valutazioni. Il voto derivante dalla didattica sincrona verrà sommato al voto della prova intermedia.

Il voto della prova finale è compreso tra 0 a 2 punti, da sommare al punteggio della prova intermedia.

Il voto minimo utile al superamento dell'esame di profitto è di diciotto trentesimi.

Ciascun esame dovrà essere composto da un numero di domande idonee a garantire la possibilità di conseguire la lode, in ottemperanza alle norme Europee sul Diploma Supplement. L'attribuzione della lode è concessa esclusivamente allo studente che ha risposto positivamente ad almeno 31 domande.

Materiale didattico utilizzato

Il materiale didattico utilizzato può riguardare:

- Videolezioni
- Dispense predisposte dal docente e/o slide del docente
- Materiali predisposti per le lezioni sincrone
- Testo di riferimento suggerito dal docente (facoltativo).

Il materiale didattico è sempre disponibile in piattaforma e consultabile dallo studente nei tempi e nelle modalità ad egli più affini.

IMPIANTI TERMOTECNICI	
Settore Scientifico Disciplinare	IIND-07/A
Anno di corso	I Anno
Tipologia di attività formativa	Base ☐ Caratterizzante X Affine ☐ Altre attività ☐
Numero di crediti	6 CFU
Docente	In corso di definizione
Modalità di iscrizione e di gestione dei rapporti con gli studenti	L'iscrizione ed i rapporti con gli studenti sono gestiti mediante la piattaforma informatica che permette l'iscrizione ai corsi, la fruizione delle lezioni, la partecipazione a forum e tutoraggi, il download del materiale didattico e la comunicazione con il docente. Un tutor assisterà gli studenti nello svolgimento di queste attività.

Obiettivi formativi specifici

Il corso si propone di sviluppare una conoscenza avanzata delle tecnologie e dei criteri di progettazione degli impianti termotecnici destinati alla climatizzazione, alla produzione di energia termo-frigorifera ed al soddisfacimento del benessere termo-igrometrico negli edifici. Saranno analizzati i principali componenti e sistemi impiantistici, i metodi di dimensionamento e diagnosi energetica, nonché le tecniche per ottimizzare il funzionamento e l'efficienza degli impianti. Particolare attenzione verrà posta agli aspetti di regolazione, controllo, valutazione delle prestazioni e risparmio energetico, in accordo con le normative vigenti. Lo studente svilupperà la capacità di valutare soluzioni impiantistiche complesse dal punto di vista tecnico-economico e ambientale, interpretando in modo critico gli indici energetici degli impianti.

Risultati di apprendimento specifici

Conoscenza e capacità di comprensione

Lo studente acquisisce una conoscenza approfondita dei principi fondamentali della termotecnica, comprendendo le caratteristiche dei fluidi, il trasferimento di calore e massa, e le leggi che regolano il funzionamento dei sistemi energetici. Sarà in grado di distinguere i diversi tipi di impianti e componenti, comprenderne il funzionamento e riconoscere le interazioni tra generatori, distribuzione, regolazione e utilizzo finale dell'energia.

Capacità di applicare conoscenza e comprensione

Lo studente sarà in grado di applicare le conoscenze acquisite per analizzare e progettare impianti termotecnici, calcolare i parametri operativi, dimensionare componenti e valutare l'efficienza energetica dei sistemi. Le lezioni e le esercitazioni pratiche permetteranno di sviluppare competenze operative nella simulazione e nella verifica del comportamento degli impianti, nella risoluzione di problemi tecnici e nel confronto tra diverse soluzioni impiantistiche.

Autonomia di giudizio

Il corso mira a sviluppare la capacità dello studente di assumere decisioni autonome e coerenti in relazione alla progettazione e gestione degli impianti termotecnici. Lo studente sarà in grado di valutare le prestazioni dei sistemi, confrontare diverse soluzioni tecnologiche, considerare vincoli energetici, economici e ambientali, e scegliere le alternative più appropriate per garantire efficienza, sicurezza e sostenibilità.

Abilità comunicative

Lo studente acquisirà competenze nel comunicare in modo chiaro e tecnico concetti, metodi e risultati relativi agli impianti termotecnici. Sarà in grado di redigere relazioni, presentare risultati di analisi e discutere soluzioni progettuali sia in contesto accademico sia in contesti professionali.

Capacità di apprendimento

Il corso fornisce allo studente le basi per sviluppare un apprendimento autonomo e continuo. Le conoscenze teoriche e le competenze pratiche acquisite consentono di approfondire temi avanzati della termotecnica, aggiornarsi sulle nuove tecnologie impiantistiche e sui criteri di sostenibilità energetica, sviluppando un approccio critico e orientato all'innovazione.

Programma didattico

1. Introduzione al corso e ruolo degli impianti termotecnici.
2. Richiami di termodinamica applicata ai sistemi energetici.
3. Primo principio della termodinamica nei sistemi termici.
4. Secondo principio della termodinamica e rendimenti energetici.
5. Proprietà dei fluidi: densità, viscosità, comprimibilità.
6. Regimi di flusso e numeri adimensionali.
7. Trasferimento di calore: conduzione, convezione e irraggiamento.
8. Perdite di carico nei sistemi di distribuzione dei fluidi.
9. Introduzione ai generatori di calore: caldaie e pompe di calore.
10. Analisi delle prestazioni dei generatori di calore.
11. Sistemi di distribuzione termica: reti e tubazioni.
12. Pompe e ventilatori: tipologie e principi di funzionamento.
13. Dimensionamento e scelta di pompe e ventilatori.
14. Scambiatori di calore: tipologie e applicazioni.
15. Controllo e regolazione dei sistemi termici.
16. Efficienza energetica e analisi del rendimento globale.
17. Impianti di riscaldamento: tipologie e progettazione.
18. Impianti di raffrescamento e climatizzazione.
19. Trattamento dell'aria e comfort ambientale.
20. Sistemi di produzione di acqua calda sanitaria.
21. Integrazione di impianti termici e gestione dell'energia.
22. Analisi energetica ed exergetica dei sistemi termici.
23. Aspetti ambientali e normativa sugli impianti.
24. Impianti a energia rinnovabile: solare termico e biomassa.
25. Simulazione e modellazione dei sistemi termici.
26. Diagnosi energetica e monitoraggio impiantistico.
27. Sicurezza e manutenzione degli impianti termici.
28. Affidabilità dei componenti e gestione dei guasti.
29. Ottimizzazione dei sistemi per efficienza energetica.
30. Analisi dei costi e sostenibilità economica.
31. Casi studio industriali: progettazione di impianti.
32. Simulazioni pratiche e impianti reali.
33. Esercitazioni di dimensionamento e calcolo dei parametri.
34. Discussione di casi studio complessi.
35. Revisione dei principali concetti e metodologie di progettazione.
36. Sintesi del corso e collegamenti con ingegneria energetica avanzata.

Tipologie di attività didattiche previste e relative modalità di svolgimento

Ogni Macro-argomento è articolato in 15-17 videolezioni da 30 min. corredate da dispense, slide e test di apprendimento.

Per ogni insegnamento sono previste sino a 6 videolezioni (n.1 CFU) di didattica innovativa secondo modalità definite dal docente di riferimento.

Le videolezioni sono progettate in modo da fornire allo studente una solida base di conoscenze teoriche e applicative necessarie per progettare, analizzare, dimensionare e ottimizzare impianti termici civili e industriali. Al termine del corso, lo studente sarà in grado di valutare le prestazioni degli impianti, proporre soluzioni tecniche adeguate e analizzare il comportamento dei sistemi termotecnici in condizioni operative reali.

Il modello didattico adottato prevede l'erogazione online sia della didattica erogativa asincrona sia della didattica sincrona. Per le attività di autoapprendimento sono previste n.18 ore di studio individuale per ogni CFU.

Le dispense e i test di autovalutazione predisposti dai docenti titolari dell'insegnamento sono resi disponibili sulla piattaforma. L'Ateneo prevede di norma, per ogni CFU, un totale di almeno 7 ore di didattica. La didattica erogativa è perciò effettuata per l'80% in modalità asincrona, articolata in un numero di videolezioni coerente ai CFU complessivi del singolo insegnamento, corredate da materiale didattico adeguato allo studio individuale e, per almeno il 20%, in modalità sincrona.

Le attività didattiche si distinguono in:

- Didattica erogativa asincrona che prevede per ogni ora una videolezione registrata, una dispensa corredata da riferimenti bibliografici, note, tabelle, immagini, grafici ed un questionario di dieci domande di autovalutazione con quattro possibili risposte di cui solo una corretta e tre distrattori, oltre un file di riepilogo relativo agli obiettivi ed alla struttura in paragrafi della lezione.
- Didattica erogativa sincrona che si compone di una web conference per CFU e di un elaborato per insegnamento, differenziato in termini di difficoltà rispetto all'ampiezza dei CFU assegnati. L'obiettivo della didattica erogativa in modalità sincrona è assicurare tutte quelle attività che tipicamente richiedono apprendimenti "in situazione" o rapporto "face to face", quali laboratori, seminari, esperienze sul campo, tirocini, ecc., tenendo conto anche delle metodologie a carattere innovativo e volte a favorire l'interazione docente-studenti e tra studenti.

Nelle suddette attività convergono molteplici strumenti didattici, che agiscono in modo sinergico sul percorso di formazione ed apprendimento dello studente. La partecipazione attiva alle suddette attività ha come obiettivo quello di stimolare gli studenti lungo tutto il percorso didattico e garantisce loro la possibilità di ottenere una valutazione aggiuntiva che si sommerà alla valutazione dell'esame finale.

Sono altresì escluse le ore di tutorato didattico disciplinare, cioè la mera ripetizione di contenuti già proposti nella forma erogativa attraverso colloqui di recupero o approfondimento one-to-one.

Modalità e criteri di valutazione dell'apprendimento

La modalità e criteri di valutazione dell'apprendimento dovranno tener conto di quanto segue:

- i risultati delle prove intermedie (le prove intermedie consistono nello svolgimento di un test a risposta multipla con 30 domande; per ogni domanda lo studente deve scegliere una delle 4 possibili risposte, di cui solo una è corretta);

- la qualità della partecipazione alle attività on line (frequenza e qualità degli interventi monitorabili attraverso la piattaforma, elaborati, didattica sincrona);
- i risultati della prova finale in presenza (in forma orale).

Sia i quesiti in forma orale che i quesiti in forma scritta sono formulati per valutare il grado di comprensione delle nozioni teoriche e la capacità di sviluppare il ragionamento utilizzando le nozioni acquisite. I quesiti che richiedono l'elaborazione di un ragionamento consentiranno di valutare il livello di competenza e l'autonomia di giudizio maturati dallo studente.

Le abilità di comunicazione e la capacità di apprendimento saranno valutate attraverso le interazioni dirette tra docente e studente che avranno luogo durante la fruizione del corso (videoconferenze, e-tivity report, studio di casi elaborati) proposti dal docente o dal tutor.

Criteri di misurazione dell'apprendimento e attribuzione del voto finale

Sia lo svolgimento dell'elaborato, sia la presenza attiva durante le web conference prevedono un giudizio, da parte del docente, fino a un massimo di 2 punti. Lo studente può prendere parte ad entrambe le attività, fermo restando che la votazione massima raggiungibile è sempre di 2 punti.

La valutazione dell'elaborato può essere sufficiente (1 punto premiale) o non sufficiente (0 punti premiali).

La premialità massima per le web conference è di un punto sul voto di esame. Ogni studente può partecipare a tutte le web conference erogate. Per ciascuna di esse, il superamento del test finale di apprendimento – che richiede almeno quattro risposte corrette su cinque domande relative al tema trattato – consente di ottenere un punteggio pari a 0,5. Una volta raggiunto un punteggio totale di 1, allo studente viene riconosciuta la premialità.

È data facoltà allo studente di partecipare o meno alla didattica erogativa sincrona.

La valutazione finale ha lo scopo di misurare il raggiungimento degli obiettivi di apprendimento definiti alla base dell'insegnamento. Il giudizio riguarda l'intero percorso formativo del singolo insegnamento ed è di tipo sommativo.

Il voto finale dell'esame di profitto tiene conto del punteggio che lo studente può aver ottenuto partecipando correttamente alla didattica erogativa sincrona e deriva, quindi, dalla somma delle due valutazioni. Il voto derivante dalla didattica sincrona verrà sommato al voto della prova intermedia.

Il voto della prova finale è compreso tra 0 a 2 punti, da sommare al punteggio della prova intermedia.

Il voto minimo utile al superamento dell'esame di profitto è di diciotto trentesimi.

Ciascun esame dovrà essere composto da un numero di domande idonee a garantire la possibilità di conseguire la lode, in ottemperanza alle norme Europee sul Diploma Supplement. L'attribuzione della lode è concessa esclusivamente allo studente che ha risposto positivamente ad almeno 31 domande.

Materiale didattico utilizzato

Il materiale didattico utilizzato può riguardare:

- Videolezioni
- Dispense predisposte dal docente e/o slide del docente
- Materiali predisposti per le lezioni sincrone
- Testo di riferimento suggerito dal docente (facoltativo).

Il materiale didattico è sempre disponibile in piattaforma e consultabile dallo studente nei tempi e nelle modalità ad egli più affini.

MECCANICA DELLE MACCHINE	
Settore Scientifico Disciplinare	IIND-02/A
Anno di corso	I Anno
Tipologia di attività formativa	Base ☐ Caratterizzante X Affine ☐ Altre attività ☐
Numero di crediti	6 CFU
Docente	In corso di definizione
Modalità di iscrizione e di gestione dei rapporti con gli studenti	L'iscrizione ed i rapporti con gli studenti sono gestiti mediante la piattaforma informatica che permette l'iscrizione ai corsi, la fruizione delle lezioni, la partecipazione a forum e tutoraggi, il download del materiale didattico e la comunicazione con il docente. Un tutor assisterà gli studenti nello svolgimento di queste attività.

Obiettivi formativi specifici

Il corso approfondisce i principi avanzati della dinamica e della modellazione dei sistemi meccanici, con particolare attenzione al comportamento delle macchine e dei loro componenti. Fornisce metodi per l'analisi delle vibrazioni, delle sollecitazioni e delle prestazioni dinamiche in condizioni operative complesse. Sviluppa competenze nell'uso di strumenti di simulazione e tecniche sperimentali per la verifica e l'ottimizzazione del progetto meccanico. Promuove la capacità di integrare soluzioni innovative e ad alta affidabilità in sistemi industriali moderni. Favorisce un approccio critico orientato alla sicurezza, all'efficienza e all'innovazione tecnologica delle macchine.

Risultati di apprendimento specifici

Conoscenza e capacità di comprensione

Lo studente acquisisce una conoscenza approfondita dei principi fondamentali della meccanica delle macchine, comprendendo il funzionamento dei diversi organi, le tipologie di trasmissione del moto e di forza, i materiali utilizzati e i criteri di progettazione. Sarà in grado di interpretare schemi funzionali, leggere disegni tecnici e comprendere le interazioni tra i vari componenti di un sistema meccanico.

Capacità di applicare conoscenza e comprensione

Lo studente sarà in grado di applicare le conoscenze acquisite per analizzare il comportamento dei sistemi meccanici, calcolare sollecitazioni, dimensionare organi e componenti, valutare l'efficienza dei meccanismi e confrontare diverse soluzioni progettuali. Le esercitazioni e i laboratori consentiranno di sviluppare competenze operative nella modellazione e verifica dei sistemi meccanici e nella soluzione di problemi pratici tipici dell'ingegneria meccanica.

Autonomia di giudizio

Il corso sviluppa la capacità di valutare in autonomia il comportamento delle macchine, confrontando alternative progettuali e proponendo soluzioni ottimali in funzione di prestazioni, sicurezza e costi. Lo studente sarà in grado di prendere decisioni tecniche basate

su analisi quantitative e qualitative, valutando criticamente i risultati e identificando eventuali criticità nei sistemi.

Abilità comunicative

Lo studente acquisirà la capacità di comunicare in modo chiaro e tecnico i concetti, le analisi e i risultati relativi alla meccanica delle macchine. Sarà in grado di presentare relazioni tecniche, descrivere il funzionamento dei sistemi e argomentare le scelte progettuali in contesti accademici e professionali.

Capacità di apprendimento

Il corso fornisce allo studente le basi per sviluppare autonomia nello studio e nell'aggiornamento continuo. Le conoscenze e competenze acquisite consentono di approfondire tematiche avanzate di meccanica delle macchine, di affrontare problemi complessi e di mantenere un approccio critico e innovativo nella progettazione e gestione dei sistemi meccanici.

Programma didattico

- | | |
|---|---|
| 1. Introduzione al corso e ruolo della meccanica delle macchine. | 22. Sistemi idraulici e pneumatici applicati alle macchine. |
| 2. Richiami di statica e cinematica. | 23. Analisi delle sollecitazioni nei componenti rotanti. |
| 3. Sollecitazioni fondamentali e criteri di resistenza dei materiali. | 24. Criteri di sicurezza e fattori di sicurezza. |
| 4. Teoria delle leve e dei giunti. | 25. Fatica dei materiali e durata dei componenti. |
| 5. Analisi dei meccanismi planar. | 26. Lubrificazione e usura degli organi meccanici. |
| 6. Trasmissione del moto e della forza: principi generali. | 27. Ottimizzazione dei componenti e scelta dei materiali. |
| 7. Ingranaggi cilindrici: tipologie e calcolo. | 28. Metodi di calcolo numerico e simulazioni. |
| 8. Ingranaggi conici e elicoidali. | 29. Analisi dei guasti e manutenzione delle macchine. |
| 9. Catene cinematiche e sistemi di trasmissione complessi. | 30. Controllo e automazione dei sistemi meccanici. |
| 10. Cuscinetti: principi di funzionamento e dimensionamento. | 31. Progettazione integrata dei sistemi meccanici. |
| 11. Giunti elastici e rigidi. | 32. Casi studio industriali: analisi di macchine reali. |
| 12. Molle: tipi, comportamento e calcolo. | 33. Organi meccanici e meccanismi. |
| 13. Organi di trasmissione flessibili: cinghie e catene. | 34. Esercitazioni pratiche di dimensionamento e verifica. |
| 14. Analisi dei sistemi a leva multipla. | 35. Discussione di progetti e soluzioni progettuali. |
| 15. Cinematica del corpo rigido e moto relativo. | 36. Sintesi del corso e collegamenti con ingegneria avanzata. |
| 16. Cinematica dei sistemi complessi: meccanismi a quattro barrette. | |
| 17. Analisi dinamica dei meccanismi: equazioni di moto. | |
| 18. Sistemi oscillanti: masse e molle. | |
| 19. Smorzamento e vibrazioni meccaniche. | |
| 20. Trasmissione del moto rotatorio: riduttori e motoriduttori. | |
| 21. Macchine rotanti: turbine e compressori. | |

Tipologie di attività didattiche previste e relative modalità di svolgimento

Ogni Macro-argomento è articolato in 15-17 videolezioni da 30 min. corredate da dispense, slide e test di apprendimento.

Per ogni insegnamento sono previste sino a 6 videolezioni (n.1 CFU) di didattica innovativa secondo modalità definite dal docente di riferimento.

Le videolezioni sono progettate in modo da fornire allo studente le conoscenze teoriche e applicative necessarie per analizzare, progettare e valutare il comportamento delle macchine e dei meccanismi meccanici. Al termine del corso, lo studente sarà in grado di valutare le prestazioni delle macchine, identificare criticità progettuali e operare nella progettazione e ottimizzazione dei sistemi meccanici in diversi contesti applicativi.

Il modello didattico adottato prevede l'erogazione online sia della didattica erogativa asincrona sia della didattica sincrona. Per le attività di autoapprendimento sono previste n.18 ore di studio individuale per ogni CFU.

Le dispense e i test di autovalutazione predisposti dai docenti titolari dell'insegnamento sono resi disponibili sulla piattaforma. L'Ateneo prevede di norma, per ogni CFU, un totale di almeno 7 ore di didattica. La didattica erogativa è perciò effettuata per l'80% in modalità asincrona, articolata in un numero di videolezioni coerente ai CFU complessivi del singolo insegnamento, corredate da materiale didattico adeguato allo studio individuale e, per almeno il 20%, in modalità sincrona.

Le attività didattiche si distinguono in:

- Didattica erogativa asincrona che prevede per ogni ora una videolezione registrata, una dispensa corredata da riferimenti bibliografici, note, tabelle, immagini, grafici ed un questionario di dieci domande di autovalutazione con quattro possibili risposte di cui solo una corretta e tre distrattori, oltre un file di riepilogo relativo agli obiettivi ed alla struttura in paragrafi della lezione.
- Didattica erogativa sincrona che si compone di una web conference per CFU e di un elaborato per insegnamento, differenziato in termini di difficoltà rispetto all'ampiezza dei CFU assegnati. L'obiettivo della didattica erogativa in modalità sincrona è assicurare tutte quelle attività che tipicamente richiedono apprendimenti "in situazione" o rapporto "face to face", quali laboratori, seminari, esperienze sul campo, tirocini, ecc., tenendo conto anche delle metodologie a carattere innovativo e volte a favorire l'interazione docente-studenti e tra studenti.

Nelle suddette attività convergono molteplici strumenti didattici, che agiscono in modo sinergico sul percorso di formazione ed apprendimento dello studente. La partecipazione attiva alle suddette attività ha come obiettivo quello di stimolare gli studenti lungo tutto il percorso didattico e garantisce loro la possibilità di ottenere una valutazione aggiuntiva che si sommerà alla valutazione dell'esame finale.

Sono altresì escluse le ore di tutorato didattico disciplinare, cioè la mera ripetizione di contenuti già proposti nella forma erogativa attraverso colloqui di recupero o approfondimento one-to-one.

Modalità e criteri di valutazione dell'apprendimento

La modalità e criteri di valutazione dell'apprendimento dovranno tener conto di quanto segue:

- i risultati delle prove intermedie (le prove intermedie consistono nello svolgimento di un test a risposta multipla con 30 domande; per ogni domanda lo studente deve scegliere una delle 4 possibili risposte, di cui solo una è corretta);

- la qualità della partecipazione alle attività on line (frequenza e qualità degli interventi monitorabili attraverso la piattaforma, elaborati, didattica sincrona);
- i risultati della prova finale in presenza (in forma orale).

Sia i quesiti in forma orale che i quesiti in forma scritta sono formulati per valutare il grado di comprensione delle nozioni teoriche e la capacità di sviluppare il ragionamento utilizzando le nozioni acquisite. I quesiti che richiedono l'elaborazione di un ragionamento consentiranno di valutare il livello di competenza e l'autonomia di giudizio maturati dallo studente.

Le abilità di comunicazione e la capacità di apprendimento saranno valutate attraverso le interazioni dirette tra docente e studente che avranno luogo durante la fruizione del corso (videoconferenze, e-tivity report, studio di casi elaborati) proposti dal docente o dal tutor.

Criteri di misurazione dell'apprendimento e attribuzione del voto finale

Sia lo svolgimento dell'elaborato, sia la presenza attiva durante le web conference prevedono un giudizio, da parte del docente, fino a un massimo di 2 punti. Lo studente può prendere parte ad entrambe le attività, fermo restando che la votazione massima raggiungibile è sempre di 2 punti.

La valutazione dell'elaborato può essere sufficiente (1 punto premiale) o non sufficiente (0 punti premiali).

La premialità massima per le web conference è di un punto sul voto di esame. Ogni studente può partecipare a tutte le web conference erogate. Per ciascuna di esse, il superamento del test finale di apprendimento – che richiede almeno quattro risposte corrette su cinque domande relative al tema trattato – consente di ottenere un punteggio pari a 0,5. Una volta raggiunto un punteggio totale di 1, allo studente viene riconosciuta la premialità.

È data facoltà allo studente di partecipare o meno alla didattica erogativa sincrona.

La valutazione finale ha lo scopo di misurare il raggiungimento degli obiettivi di apprendimento definiti alla base dell'insegnamento. Il giudizio riguarda l'intero percorso formativo del singolo insegnamento ed è di tipo sommativo.

Il voto finale dell'esame di profitto tiene conto del punteggio che lo studente può aver ottenuto partecipando correttamente alla didattica erogativa sincrona e deriva, quindi, dalla somma delle due valutazioni. Il voto derivante dalla didattica sincrona verrà sommato al voto della prova intermedia.

Il voto della prova finale è compreso tra 0 a 2 punti, da sommare al punteggio della prova intermedia.

Il voto minimo utile al superamento dell'esame di profitto è di diciotto trentesimi.

Ciascun esame dovrà essere composto da un numero di domande idonee a garantire la possibilità di conseguire la lode, in ottemperanza alle norme Europee sul Diploma Supplement. L'attribuzione della lode è concessa esclusivamente allo studente che ha risposto positivamente ad almeno 31 domande.

Materiale didattico utilizzato

Il materiale didattico utilizzato può riguardare:

- Videolezioni
- Dispense predisposte dal docente e/o slide del docente
- Materiali predisposti per le lezioni sincrone
- Testo di riferimento suggerito dal docente (facoltativo).

Il materiale didattico è sempre disponibile in piattaforma e consultabile dallo studente nei tempi e nelle modalità ad egli più affini.

PROGETTAZIONE MECCANICA AVANZATA	
Settore Scientifico Disciplinare	IIND-03/A
Anno di corso	I Anno
Tipologia di attività formativa	Base ☐ Caratterizzante X Affine ☐ Altre attività ☐
Numero di crediti	9 CFU
Docente	In corso di definizione
Modalità di iscrizione e di gestione dei rapporti con gli studenti	L'iscrizione ed i rapporti con gli studenti sono gestiti mediante la piattaforma informatica che permette l'iscrizione ai corsi, la fruizione delle lezioni, la partecipazione a forum e tutoraggi, il download del materiale didattico e la comunicazione con il docente. Un tutor assisterà gli studenti nello svolgimento di queste attività.

Obiettivi formativi specifici

Il corso fornisce competenze approfondite nella progettazione strutturale e funzionale di componenti e sistemi meccanici complessi. Approfondisce metodologie di calcolo, ottimizzazione topologica e verifica mediante strumenti numerici avanzati. Sviluppa la capacità di integrare materiali innovativi, criteri di fatica e affidabilità e approcci di progettazione sostenibile. Favorisce un approccio multidisciplinare orientato alla sicurezza, alla prestazione e alla riduzione dei costi di ciclo di vita.

Risultati di apprendimento specifici

Conoscenza e capacità di comprensione

Lo studente acquisisce una conoscenza approfondita dei principi della progettazione meccanica avanzata, comprendendo il comportamento dei materiali, le sollecitazioni, le vibrazioni e le interazioni tra componenti. Sarà in grado di comprendere le metodologie di progettazione numerica, leggere e interpretare schemi complessi e disegni tecnici, e collegare le proprietà dei materiali e dei componenti ai requisiti funzionali e alle condizioni operative.

Capacità di applicare conoscenza e comprensione

Lo studente sarà in grado di applicare le conoscenze per progettare, dimensionare e verificare componenti meccanici complessi, utilizzando strumenti di modellazione CAD, simulazioni FEM e metodi analitici. Potrà valutare le prestazioni dei componenti, calcolare le sollecitazioni e verificare la conformità ai requisiti di sicurezza, efficienza e affidabilità. Le esercitazioni pratiche e i laboratori consentiranno di sviluppare competenze operative nella progettazione integrata di sistemi meccanici complessi.

Autonomia di giudizio

Il corso sviluppa la capacità dello studente di valutare in autonomia le soluzioni progettuali, confrontare alternative, identificare criticità e proporre ottimizzazioni. Lo studente sarà in grado di prendere decisioni autonome nella scelta dei materiali, dei componenti e delle configurazioni meccaniche, considerando prestazioni, costi, sicurezza e sostenibilità.

Abilità comunicative

Lo studente acquisirà la capacità di comunicare in modo chiaro e tecnico le proprie scelte progettuali. Sarà in grado di argomentare verifiche e analisi, redigere relazioni tecniche dettagliate e presentare progetti complessi sia in contesti accademici sia professionali.

Capacità di apprendimento

Il corso fornisce allo studente le basi per sviluppare autonomia nello studio e nell'aggiornamento continuo. Le competenze acquisite permetteranno di affrontare problemi complessi, utilizzare nuove metodologie e tecnologie emergenti, e mantenere un approccio critico e creativo nella progettazione meccanica avanzata.

Programma didattico

1. Introduzione al corso e ruolo della progettazione meccanica avanzata
2. Richiami di statica e cinematica avanzata
3. Analisi delle sollecitazioni in componenti meccanici
4. Teoria delle vibrazioni e dinamica dei sistemi
5. Proprietà dei materiali e criteri di scelta
6. Analisi numerica e simulazione FEM
7. Modellazione CAD avanzata dei componenti
8. Dimensionamento e verifica degli organi meccanici
9. Trasmissione di potenza in sistemi complessi
10. Giunti, cuscinetti e molle avanzati
11. Sistemi a leve e cinematismi complessi
12. Vibrazioni torsionali dei sistemi meccanici
13. Componenti rotanti: analisi e progettazione
14. Ottimizzazione dei sistemi meccanici
15. Affidabilità dei componenti e durata prevista
16. Fatica dei materiali e criteri di sicurezza
17. Analisi termo-meccanica dei componenti
18. Lubrificazione e riduzione dell'usura
19. Calcolo dei carichi variabili e condizioni operative
20. Progettazione modulare e sistemi integrati
21. Modellazione e simulazione di sistemi complessi
22. Diagnosi dei guasti e manutenzione predittiva
23. Criteri avanzati per la scelta dei materiali
24. Meccanismi a trasmissione flessibile
25. Sistemi pneumatici e idraulici applicati
26. Riduttori complessi e sistemi di trasmissione
27. Progettazione assistita da computer e strumenti CAD-CAM
28. Macchine rotanti avanzate: turbine e compressori
29. Analisi di sistemi di accumulo e trasmissione energia
30. Controllo e automazione dei sistemi meccanici
31. Progettazione sostenibile e criteri ambientali
32. Analisi dei costi e vincoli economici nella progettazione
33. Ottimizzazione multi-obiettivo dei sistemi meccanici
34. Affidabilità e manutenzione predittiva dei componenti
35. Simulazioni avanzate di sistemi meccanici complessi
36. Esercitazioni su dimensionamento e verifica dei componenti
37. Progettazione integrata dei sistemi meccanici
38. Casi studio industriali di macchine complesse
39. Progettazione di componenti con requisiti dinamici elevati
40. Analisi dei carichi reali nei componenti
41. Verifica delle deformazioni elastiche e plastiche
42. Analisi delle vibrazioni e instabilità dei sistemi
43. Strategie di riduzione del rumore e delle vibrazioni
44. Verifica della sicurezza e dei fattori di sicurezza
45. Simulazioni numeriche su sistemi multi-componente
46. Interazioni tra componenti e sistemi complessi
47. Ottimizzazione strutturale e leggera
48. Presentazione dei progetti e discussione tecnica
49. Progettazione meccanica integrata
50. Analisi dei risultati dei progetti

51. Revisione dei principali concetti e metodologie
52. Collegamenti tra progettazione meccanica e innovazione tecnologica
53. Approfondimento su tecnologie emergenti

54. Sintesi del corso e preparazione alla progettazione professionale

Tipologie di attività didattiche previste e relative modalità di svolgimento

Ogni Macro-argomento è articolato in 15-17 videolezioni da 30 min. corredate da dispense, slide e test di apprendimento.

Per ogni insegnamento sono previste sino a 6 videolezioni (n.1 CFU) di didattica innovativa secondo modalità definite dal docente di riferimento.

Le videolezioni sono progettate in modo da fornire allo studente conoscenze e competenze avanzate per la progettazione di sistemi meccanici complessi. Gli studenti apprenderanno metodologie per l'analisi strutturale, la dinamica dei sistemi, la scelta dei materiali avanzati e l'ottimizzazione delle prestazioni. Al termine del corso lo studente sarà in grado di affrontare progetti meccanici complessi e di proporre soluzioni innovative e ottimizzate.

Il modello didattico adottato prevede l'erogazione online sia della didattica erogativa asincrona sia della didattica sincrona. Per le attività di autoapprendimento sono previste n.18 ore di studio individuale per ogni CFU.

Le dispense e i test di autovalutazione predisposti dai docenti titolari dell'insegnamento sono resi disponibili sulla piattaforma. L'Ateneo prevede di norma, per ogni CFU, un totale di almeno 7 ore di didattica. La didattica erogativa è perciò effettuata per l'80% in modalità asincrona, articolata in un numero di videolezioni coerente ai CFU complessivi del singolo insegnamento, corredate da materiale didattico adeguato allo studio individuale e, per almeno il 20%, in modalità sincrona.

Le attività didattiche si distinguono in:

- Didattica erogativa asincrona che prevede per ogni ora una videolezione registrata, una dispensa corredata da riferimenti bibliografici, note, tabelle, immagini, grafici ed un questionario di dieci domande di autovalutazione con quattro possibili risposte di cui solo una corretta e tre distrattori, oltre un file di riepilogo relativo agli obiettivi ed alla struttura in paragrafi della lezione.
- Didattica erogativa sincrona che si compone di una web conference per CFU e di un elaborato per insegnamento, differenziato in termini di difficoltà rispetto all'ampiezza dei CFU assegnati. L'obiettivo della didattica erogativa in modalità sincrona è assicurare tutte quelle attività che tipicamente richiedono apprendimenti "in situazione" o rapporto "face to face", quali laboratori, seminari, esperienze sul campo, tirocini, ecc., tenendo conto anche delle metodologie a carattere innovativo e volte a favorire l'interazione docente-studenti e tra studenti.

Nelle suddette attività convergono molteplici strumenti didattici, che agiscono in modo sinergico sul percorso di formazione ed apprendimento dello studente. La partecipazione attiva alle suddette attività ha come obiettivo quello di stimolare gli studenti lungo tutto il percorso didattico e garantisce loro la possibilità di ottenere una valutazione aggiuntiva che si sommerà alla valutazione dell'esame finale.

Sono altresì escluse le ore di tutorato didattico disciplinare, cioè la mera ripetizione di contenuti già proposti nella forma erogativa attraverso colloqui di recupero o approfondimento one-to-one.

Modalità e criteri di valutazione dell'apprendimento

La modalità e criteri di valutazione dell'apprendimento dovranno tener conto di quanto segue:

- i risultati delle prove intermedie (le prove intermedie consistono nello svolgimento di un test a risposta multipla con 30 domande; per ogni domanda lo studente deve scegliere una delle 4 possibili risposte, di cui solo una è corretta);
- la qualità della partecipazione alle attività on line (frequenza e qualità degli interventi monitorabili attraverso la piattaforma, elaborati, didattica sincrona);
- i risultati della prova finale in presenza (in forma orale).

Sia i quesiti in forma orale che i quesiti in forma scritta sono formulati per valutare il grado di comprensione delle nozioni teoriche e la capacità di sviluppare il ragionamento utilizzando le nozioni acquisite. I quesiti che richiedono l'elaborazione di un ragionamento consentiranno di valutare il livello di competenza e l'autonomia di giudizio maturati dallo studente.

Le abilità di comunicazione e la capacità di apprendimento saranno valutate attraverso le interazioni dirette tra docente e studente che avranno luogo durante la fruizione del corso (videoconferenze, e-tivity report, studio di casi elaborati) proposti dal docente o dal tutor.

Criteri di misurazione dell'apprendimento e attribuzione del voto finale

Sia lo svolgimento dell'elaborato, sia la presenza attiva durante le web conference prevedono un giudizio, da parte del docente, fino a un massimo di 2 punti. Lo studente può prendere parte ad entrambe le attività, fermo restando che la votazione massima raggiungibile è sempre di 2 punti.

La valutazione dell'elaborato può essere sufficiente (1 punto premiale) o non sufficiente (0 punti premiali).

La premialità massima per le web conference è di un punto sul voto di esame. Ogni studente può partecipare a tutte le web conference erogate. Per ciascuna di esse, il superamento del test finale di apprendimento – che richiede almeno quattro risposte corrette su cinque domande relative al tema trattato – consente di ottenere un punteggio pari a 0,5. Una volta raggiunto un punteggio totale di 1, allo studente viene riconosciuta la premialità.

È data facoltà allo studente di partecipare o meno alla didattica erogativa sincrona.

La valutazione finale ha lo scopo di misurare il raggiungimento degli obiettivi di apprendimento definiti alla base dell'insegnamento. Il giudizio riguarda l'intero percorso formativo del singolo insegnamento ed è di tipo sommativo.

Il voto finale dell'esame di profitto tiene conto del punteggio che lo studente può aver ottenuto partecipando correttamente alla didattica erogativa sincrona e deriva, quindi, dalla somma delle due valutazioni. Il voto derivante dalla didattica sincrona verrà sommato al voto della prova intermedia.

Il voto della prova finale è compreso tra 0 a 2 punti, da sommare al punteggio della prova intermedia.

Il voto minimo utile al superamento dell'esame di profitto è di diciotto trentesimi.

Ciascun esame dovrà essere composto da un numero di domande idonee a garantire la possibilità di conseguire la lode, in ottemperanza alle norme Europee sul Diploma Supplement. L'attribuzione della lode è concessa esclusivamente allo studente che ha risposto positivamente ad almeno 31 domande.

Materiale didattico utilizzato

Il materiale didattico utilizzato può riguardare:

- Videolezioni
- Dispense predisposte dal docente e/o slide del docente
- Materiali predisposti per le lezioni sincrone
- Testo di riferimento suggerito dal docente (facoltativo).

Il materiale didattico è sempre disponibile in piattaforma e consultabile dallo studente nei tempi e nelle modalità ad egli più affini.

TECNOLOGIE SPECIALI DI PRODUZIONE	
Settore Scientifico Disciplinare	IIND-04/A
Anno di corso	I Anno
Tipologia di attività formativa	Base ☐ Caratterizzante X Affine ☐ Altre attività ☐
Numero di crediti	9 CFU
Docente	In corso di definizione
Modalità di iscrizione e di gestione dei rapporti con gli studenti	L'iscrizione ed i rapporti con gli studenti sono gestiti mediante la piattaforma informatica che permette l'iscrizione ai corsi, la fruizione delle lezioni, la partecipazione a forum e tutoraggi, il download del materiale didattico e la comunicazione con il docente. Un tutor assisterà gli studenti nello svolgimento di queste attività.

Obiettivi formativi specifici

Il corso approfondisce le tecnologie di produzione avanzate, con focus su processi ad alta efficienza, additive manufacturing e lavorazioni speciali. Fornisce strumenti per l'analisi e l'ottimizzazione dei processi produttivi in ottica di qualità, flessibilità e sostenibilità. Sviluppa competenze nell'integrazione di automazione, digitalizzazione e monitoraggio intelligente nei sistemi produttivi. Promuove una visione orientata all'innovazione e al miglioramento continuo delle tecnologie manifatturiere.

Risultati di apprendimento specifici

Conoscenza e capacità di comprensione

Lo studente acquisisce conoscenze approfondite sui processi produttivi avanzati, comprendendo i principi di funzionamento delle macchine speciali, le caratteristiche dei materiali lavorati, i vincoli tecnologici e le relazioni tra parametri di processo e qualità del prodotto. Sarà in grado di comprendere l'interazione tra macchine, materiali e strumenti di controllo, nonché di analizzare criticamente le diverse tecnologie di produzione e i loro campi di applicazione.

Capacità di applicare conoscenza e comprensione

Lo studente sarà in grado di applicare le conoscenze acquisite per analizzare, progettare e ottimizzare processi produttivi complessi, selezionando tecnologie appropriate in base ai requisiti di prodotto, costi, qualità e sostenibilità. Le esercitazioni e i laboratori permetteranno di sviluppare competenze operative nella gestione dei processi produttivi, nella scelta dei macchinari e nell'applicazione di metodologie di controllo e simulazione dei processi.

Autonomia di giudizio

Il corso sviluppa la capacità dello studente di formulare giudizi autonomi nella scelta delle tecnologie e delle strategie di produzione, valutando alternative, identificando criticità e proponendo soluzioni innovative. Lo studente sarà in grado di prendere decisioni informate considerando le prestazioni dei processi, i vincoli produttivi, economici e ambientali.

Abilità comunicative

Lo studente acquisirà la capacità di comunicare chiaramente le proprie analisi e scelte progettuali, redigere relazioni tecniche e presentare progetti produttivi complessi, utilizzando un linguaggio tecnico adeguato sia in contesto accademico sia professionale.

Capacità di apprendimento

Il corso fornisce allo studente le basi per sviluppare capacità di apprendimento autonomo e aggiornamento continuo sulle tecnologie produttive emergenti, favorendo l'acquisizione di competenze critiche e creative nella gestione dei processi produttivi complessi e nell'innovazione dei sistemi industriali.

Programma didattico

1. Introduzione al corso e panoramica delle tecnologie speciali di produzione
2. Evoluzione dei processi produttivi industriali
3. Materiali avanzati per la produzione
4. Processi di lavorazione convenzionali e limiti tecnologici
5. Tecnologie additive: stampa 3D e fabbricazione digitale
6. Lavorazioni meccaniche avanzate
7. Processi di asportazione di truciolo ad alta precisione
8. Micro e nanofabbricazione
9. Tecniche di deformazione plastica e formatura avanzata
10. Processi di taglio laser, waterjet e plasma
11. Tecniche di saldatura avanzata e additive welding
12. Trattamenti termici e superficiali
13. Controllo qualità nei processi speciali
14. Metrologia e sistemi di misura avanzati
15. Analisi dei parametri di processo e loro ottimizzazione
16. Automazione industriale nei processi speciali
17. Robotica applicata alla produzione avanzata
18. Sistemi di movimentazione e macchine utensili speciali
19. Integrazione dei processi produttivi e catena del valore
20. Modellazione e simulazione dei processi produttivi
21. Tecniche di monitoraggio e controllo in tempo reale
22. Sensori e strumenti di misura nei processi avanzati
23. Qualità del prodotto e controllo statistico dei processi
24. Analisi dei difetti e miglioramento continuo
25. Pianificazione e gestione della produzione
26. Sistemi di produzione flessibile e Lean Manufacturing
27. Manutenzione predittiva e gestione degli impianti
28. Processi per materiali polimerici e compositi
29. Tecniche avanzate per lavorazioni superficiali
30. Sistemi CAD/CAM per la produzione speciale
31. Ottimizzazione dei processi tramite simulazione numerica
32. Tecnologie per microelettronica e componenti di precisione
33. Produzione sostenibile e riduzione degli sprechi
34. Sicurezza dei processi e protezione ambientale
35. Tecniche di produzione per settori ad alta innovazione
36. Gestione dei costi e valutazione economica dei processi
37. Casi studio su processi avanzati di produzione
38. Lavorazioni additive metalliche e loro applicazioni
39. Processi di finitura e qualità superficiale
40. Sistemi di automazione e controllo integrato
41. Simulazione dei flussi produttivi complessi
42. Analisi di efficienza energetica dei processi speciali
43. Produzione di componenti per l'industria aerospaziale
44. Produzione di componenti per l'industria automobilistica
45. Produzione di dispositivi medicali e microcomponenti
46. Tecnologie per micro e nanotecnologie
47. Innovazione nei materiali e nei processi produttivi
48. Analisi dei rischi e affidabilità dei processi
49. Strategie di miglioramento continuo e innovazione industriale
50. Macchine e processi speciali
51. Presentazione e discussione di progetti di produzione avanzata
52. Revisione dei principali concetti e tecniche apprese

53. Collegamento tra tecnologie speciali e industria 4.0
54. Sintesi del corso e prospettive professionali

Tipologie di attività didattiche previste e relative modalità di svolgimento

Ogni Macro-argomento è articolato in 15-17 videolezioni da 30 min. corredate da dispense, slide e test di apprendimento.

Per ogni insegnamento sono previste sino a 6 videolezioni (n.1 CFU) di didattica innovativa secondo modalità definite dal docente di riferimento.

Le videolezioni sono progettate in modo da fornire allo studente competenze avanzate sulle tecnologie speciali di produzione, con particolare attenzione ai processi innovativi, alla digitalizzazione e all'ottimizzazione dei sistemi produttivi. Al termine del corso lo studente sarà in grado di selezionare e applicare tecnologie speciali di produzione in contesti industriali reali, valutandone efficienza, qualità e sostenibilità.

Il modello didattico adottato prevede l'erogazione online sia della didattica erogativa asincrona sia della didattica sincrona. Per le attività di autoapprendimento sono previste n.18 ore di studio individuale per ogni CFU.

Le dispense e i test di autovalutazione predisposti dai docenti titolari dell'insegnamento sono resi disponibili sulla piattaforma. L'Ateneo prevede di norma, per ogni CFU, un totale di almeno 7 ore di didattica. La didattica erogativa è perciò effettuata per l'80% in modalità asincrona, articolata in un numero di videolezioni coerente ai CFU complessivi del singolo insegnamento, corredate da materiale didattico adeguato allo studio individuale e, per almeno il 20%, in modalità sincrona.

Le attività didattiche si distinguono in:

- Didattica erogativa asincrona che prevede per ogni ora una videolezione registrata, una dispensa corredata da riferimenti bibliografici, note, tabelle, immagini, grafici ed un questionario di dieci domande di autovalutazione con quattro possibili risposte di cui solo una corretta e tre distrattori, oltre un file di riepilogo relativo agli obiettivi ed alla struttura in paragrafi della lezione.
- Didattica erogativa sincrona che si compone di una web conference per CFU e di un elaborato per insegnamento, differenziato in termini di difficoltà rispetto all'ampiezza dei CFU assegnati. L'obiettivo della didattica erogativa in modalità sincrona è assicurare tutte quelle attività che tipicamente richiedono apprendimenti "in situazione" o rapporto "face to face", quali laboratori, seminari, esperienze sul campo, tirocini, ecc., tenendo conto anche delle metodologie a carattere innovativo e volte a favorire l'interazione docente-studenti e tra studenti.

Nelle suddette attività convergono molteplici strumenti didattici, che agiscono in modo sinergico sul percorso di formazione ed apprendimento dello studente. La partecipazione attiva alle suddette attività ha come obiettivo quello di stimolare gli studenti lungo tutto il percorso didattico e garantisce loro la possibilità di ottenere una valutazione aggiuntiva che si sommerà alla valutazione dell'esame finale.

Sono altresì escluse le ore di tutorato didattico disciplinare, cioè la mera ripetizione di contenuti già proposti nella forma erogativa attraverso colloqui di recupero o approfondimento one-to-one.

Modalità e criteri di valutazione dell'apprendimento

La modalità e criteri di valutazione dell'apprendimento dovranno tener conto di quanto segue:

- i risultati delle prove intermedie (le prove intermedie consistono nello svolgimento di un test a risposta multipla con 30 domande; per ogni domanda lo studente deve scegliere una delle 4 possibili risposte, di cui solo una è corretta);
- la qualità della partecipazione alle attività on line (frequenza e qualità degli interventi monitorabili attraverso la piattaforma, elaborati, didattica sincrona);
- i risultati della prova finale in presenza (in forma orale).

Sia i quesiti in forma orale che i quesiti in forma scritta sono formulati per valutare il grado di comprensione delle nozioni teoriche e la capacità di sviluppare il ragionamento utilizzando le nozioni acquisite. I quesiti che richiedono l'elaborazione di un ragionamento consentiranno di valutare il livello di competenza e l'autonomia di giudizio maturati dallo studente.

Le abilità di comunicazione e la capacità di apprendimento saranno valutate attraverso le interazioni dirette tra docente e studente che avranno luogo durante la fruizione del corso (videoconferenze, e-tivity report, studio di casi elaborati) proposti dal docente o dal tutor.

Criteri di misurazione dell'apprendimento e attribuzione del voto finale

Sia lo svolgimento dell'elaborato, sia la presenza attiva durante le web conference prevedono un giudizio, da parte del docente, fino a un massimo di 2 punti. Lo studente può prendere parte ad entrambe le attività, fermo restando che la votazione massima raggiungibile è sempre di 2 punti.

La valutazione dell'elaborato può essere sufficiente (1 punto premiale) o non sufficiente (0 punti premiali).

La premialità massima per le web conference è di un punto sul voto di esame. Ogni studente può partecipare a tutte le web conference erogate. Per ciascuna di esse, il superamento del test finale di apprendimento – che richiede almeno quattro risposte corrette su cinque domande relative al tema trattato – consente di ottenere un punteggio pari a 0,5. Una volta raggiunto un punteggio totale di 1, allo studente viene riconosciuta la premialità.

È data facoltà allo studente di partecipare o meno alla didattica erogativa sincrona.

La valutazione finale ha lo scopo di misurare il raggiungimento degli obiettivi di apprendimento definiti alla base dell'insegnamento. Il giudizio riguarda l'intero percorso formativo del singolo insegnamento ed è di tipo sommativo.

Il voto finale dell'esame di profitto tiene conto del punteggio che lo studente può aver ottenuto partecipando correttamente alla didattica erogativa sincrona e deriva, quindi, dalla somma delle due valutazioni. Il voto derivante dalla didattica sincrona verrà sommato al voto della prova intermedia.

Il voto della prova finale è compreso tra 0 a 2 punti, da sommare al punteggio della prova intermedia.

Il voto minimo utile al superamento dell'esame di profitto è di diciotto trentesimi.

Ciascun esame dovrà essere composto da un numero di domande idonee a garantire la possibilità di conseguire la lode, in ottemperanza alle norme Europee sul Diploma Supplement. L'attribuzione della lode è concessa esclusivamente allo studente che ha risposto positivamente ad almeno 31 domande.

Materiale didattico utilizzato

Il materiale didattico utilizzato può riguardare:

- Videolezioni
- Dispense predisposte dal docente e/o slide del docente
- Materiali predisposti per le lezioni sincrone
- Testo di riferimento suggerito dal docente (facoltativo).

Il materiale didattico è sempre disponibile in piattaforma e consultabile dallo studente nei tempi e nelle modalità ad egli più affini.

PROGETTAZIONE E GESTIONE DEGLI IMPIANTI INDUSTRIALI	
Settore Scientifico Disciplinare	IIND-05/A
Anno di corso	I Anno
Tipologia di attività formativa	Base ☐ Caratterizzante X Affine ☐ Altre attività ☐
Numero di crediti	9 CFU
Docente	In corso di definizione
Modalità di iscrizione e di gestione dei rapporti con gli studenti	L'iscrizione ed i rapporti con gli studenti sono gestiti mediante la piattaforma informatica che permette l'iscrizione ai corsi, la fruizione delle lezioni, la partecipazione a forum e tutoraggi, il download del materiale didattico e la comunicazione con il docente. Un tutor assisterà gli studenti nello svolgimento di queste attività.

Obiettivi formativi specifici

Il corso affronta la progettazione e la gestione operativa di impianti industriali complessi, analizzando layout, flussi logistici, manutenzione e sicurezza. Approfondisce metodologie di simulazione e ottimizzazione per la pianificazione dei processi e l'allocazione delle risorse. Sviluppa competenze per migliorare l'efficienza, la produttività e la sostenibilità dell'intero sistema impiantistico. Favorisce una capacità decisionale basata su dati e strumenti digitali per la gestione industriale avanzata.

Risultati di apprendimento specifici

Conoscenza e capacità di comprensione

Lo studente acquisisce conoscenze approfondite sui principi di funzionamento degli impianti industriali, sulla tipologia dei processi produttivi e sull'interazione tra componenti meccanici, elettrici e di automazione. Sarà in grado di comprendere i criteri di progettazione, i vincoli tecnici ed economici, le metodologie di pianificazione della produzione e le tecniche di simulazione e controllo dei sistemi complessi.

Capacità di applicare conoscenza e comprensione

Lo studente sarà in grado di applicare le conoscenze acquisite per progettare e ottimizzare impianti industriali, dimensionare macchine e sistemi, organizzare i flussi produttivi e implementare sistemi di automazione e controllo. Le esercitazioni e i laboratori consentiranno di sviluppare competenze operative nella gestione dei processi, nell'analisi dei dati di produzione e nell'uso di strumenti software per la simulazione e l'ottimizzazione degli impianti.

Autonomia di giudizio

Il corso sviluppa la capacità dello studente di valutare criticamente le soluzioni progettuali e gestionali, confrontare alternative, identificare criticità e proporre strategie di miglioramento. Lo studente sarà in grado di prendere decisioni autonome considerando prestazioni, sicurezza, sostenibilità e costi operativi, formulando soluzioni innovative per la gestione degli impianti.

Abilità comunicative

Lo studente acquisirà la capacità di comunicare in modo chiaro e tecnico le proprie scelte progettuali e gestionali. Sarà in grado di redigere relazioni dettagliate, presentare progetti complessi, argomentare analisi e soluzioni, sia in contesti accademici sia professionali.

Capacità di apprendimento

Il corso fornisce allo studente le basi per sviluppare capacità di apprendimento autonomo e aggiornamento continuo, favorendo l'acquisizione di competenze critiche e creative nella progettazione e gestione degli impianti industriali. Lo studente sarà in grado di affrontare problemi complessi, applicare metodologie innovative e aggiornarsi sulle tecnologie emergenti.

Programma didattico

- | | |
|--|--|
| 1. Introduzione alla progettazione e gestione degli impianti industriali | 26. Progettazione integrata di impianti complessi |
| 2. Classificazione degli impianti e analisi dei processi produttivi | 27. Gestione di impianti chimici e processi termici |
| 3. Principi di progettazione di impianti complessi | 28. Gestione di impianti meccanici e di movimentazione |
| 4. Modellazione dei sistemi produttivi | 29. Impianti elettrici e di automazione industriale |
| 5. Analisi dei flussi materiali ed energetici | 30. Integrazione di sistemi eterogenei negli impianti |
| 6. Pianificazione della produzione e layout industriale | 31. Processi di produzione continua e discontinua |
| 7. Sistemi di trasporto e movimentazione materiali | 32. Produzione flessibile e sistemi reconfigurabili |
| 8. Automazione industriale e controllo dei processi | 33. Tecnologie digitali e industria 4.0 |
| 9. Strumentazione e sensori negli impianti industriali | 34. Analisi dei costi e fattibilità economica degli impianti |
| 10. Sistemi elettrici e di potenza negli impianti | 35. Metodi di valutazione della performance degli impianti |
| 11. Componenti meccanici e macchine per impianti industriali | 36. Sistemi di supporto decisionale per la gestione degli impianti |
| 12. Sicurezza e norme tecniche negli impianti industriali | 37. Impianti produttivi complessi |
| 13. Affidabilità e manutenzione degli impianti | 38. Analisi e ottimizzazione di impianti esistenti |
| 14. Ottimizzazione dei processi e riduzione dei costi | 39. Sistemi di controllo integrato e automazione avanzata |
| 15. Analisi energetica e sostenibilità ambientale | 40. Pianificazione della manutenzione e strategie operative |
| 16. Sistemi informativi per la gestione degli impianti | 41. Gestione dei rischi e sicurezza industriale |
| 17. Simulazione dei processi produttivi | 42. Integrazione di sistemi energetici negli impianti |
| 18. Metodi di controllo qualità e controllo statistico di processo | 43. Tecnologie per la riduzione degli sprechi e sostenibilità |
| 19. Gestione dei magazzini e supply chain interna | 44. Applicazioni industriali nei settori meccanico e chimico |
| 20. Logistica e gestione dei flussi produttivi | 45. Applicazioni industriali nei settori alimentare e farmaceutico |
| 21. Pianificazione e schedulazione della produzione | 46. Analisi delle prestazioni operative e KPI industriali |
| 22. Metodologie lean e gestione snella degli impianti | 47. Gestione dei progetti di impianto complessi |
| 23. Tecniche di manutenzione predittiva e preventiva | 48. Metodologie di simulazione e analisi dei flussi produttivi |
| 24. Analisi dei guasti e gestione delle emergenze | 49. Ottimizzazione multi-obiettivo degli impianti industriali |
| 25. Sistemi di monitoraggio e telecontrollo | |

- | | |
|---|---|
| 50. Progettazione e simulazione di impianti | 53. Collegamenti con innovazione tecnologica e smart factory |
| 51. Presentazione dei progetti di gestione degli impianti | 54. Sintesi del corso e preparazione alla progettazione professionale |
| 52. Revisione dei concetti e metodologie principali | |

Tipologie di attività didattiche previste e relative modalità di svolgimento

Ogni Macro-argomento è articolato in 15-17 videolezioni da 30 min. corredate da dispense, slide e test di apprendimento.

Per ogni insegnamento sono previste sino a 6 videolezioni (n.1 CFU) di didattica innovativa secondo modalità definite dal docente di riferimento.

Le videolezioni sono progettate in modo da fornire allo studente competenze avanzate per la progettazione, pianificazione e gestione di impianti industriali complessi. Il corso affronta anche aspetti di sicurezza, sostenibilità ambientale e integrazione con tecnologie digitali e sistemi automatizzati. Al termine del percorso formativo, lo studente sarà in grado di progettare impianti industriali efficienti, affidabili e innovativi, gestendo tutte le fasi dalla progettazione alla manutenzione.

Il modello didattico adottato prevede l'erogazione online sia della didattica erogativa asincrona sia della didattica sincrona. Per le attività di autoapprendimento sono previste n.18 ore di studio individuale per ogni CFU.

Le dispense e i test di autovalutazione predisposti dai docenti titolari dell'insegnamento sono resi disponibili sulla piattaforma. L'Ateneo prevede di norma, per ogni CFU, un totale di almeno 7 ore di didattica. La didattica erogativa è perciò effettuata per l'80% in modalità asincrona, articolata in un numero di videolezioni coerente ai CFU complessivi del singolo insegnamento, corredate da materiale didattico adeguato allo studio individuale e, per almeno il 20%, in modalità sincrona.

Le attività didattiche si distinguono in:

- Didattica erogativa asincrona che prevede per ogni ora una videolezione registrata, una dispensa corredata da riferimenti bibliografici, note, tabelle, immagini, grafici ed un questionario di dieci domande di autovalutazione con quattro possibili risposte di cui solo una corretta e tre distrattori, oltre un file di riepilogo relativo agli obiettivi ed alla struttura in paragrafi della lezione.
- Didattica erogativa sincrona che si compone di una web conference per CFU e di un elaborato per insegnamento, differenziato in termini di difficoltà rispetto all'ampiezza dei CFU assegnati. L'obiettivo della didattica erogativa in modalità sincrona è assicurare tutte quelle attività che tipicamente richiedono apprendimenti "in situazione" o rapporto "face to face", quali laboratori, seminari, esperienze sul campo, tirocini, ecc., tenendo conto anche delle metodologie a carattere innovativo e volte a favorire l'interazione docente-studenti e tra studenti.

Nelle suddette attività convergono molteplici strumenti didattici, che agiscono in modo sinergico sul percorso di formazione ed apprendimento dello studente. La partecipazione attiva alle suddette attività ha come obiettivo quello di stimolare gli studenti lungo tutto il percorso didattico e garantisce loro la possibilità di ottenere una valutazione aggiuntiva che si sommerà alla valutazione dell'esame finale.

Sono altresì escluse le ore di tutorato didattico disciplinare, cioè la mera ripetizione di contenuti già proposti nella forma erogativa attraverso colloqui di recupero o approfondimento one-to-one.

Modalità e criteri di valutazione dell'apprendimento

La modalità e criteri di valutazione dell'apprendimento dovranno tener conto di quanto segue:

- i risultati delle prove intermedie (le prove intermedie consistono nello svolgimento di un test a risposta multipla con 30 domande; per ogni domanda lo studente deve scegliere una delle 4 possibili risposte, di cui solo una è corretta);
- la qualità della partecipazione alle attività on line (frequenza e qualità degli interventi monitorabili attraverso la piattaforma, elaborati, didattica sincrona);
- i risultati della prova finale in presenza (in forma orale).

Sia i quesiti in forma orale che i quesiti in forma scritta sono formulati per valutare il grado di comprensione delle nozioni teoriche e la capacità di sviluppare il ragionamento utilizzando le nozioni acquisite. I quesiti che richiedono l'elaborazione di un ragionamento consentiranno di valutare il livello di competenza e l'autonomia di giudizio maturati dallo studente.

Le abilità di comunicazione e la capacità di apprendimento saranno valutate attraverso le interazioni dirette tra docente e studente che avranno luogo durante la fruizione del corso (videoconferenze, e-tivity report, studio di casi elaborati) proposti dal docente o dal tutor.

Criteri di misurazione dell'apprendimento e attribuzione del voto finale

Sia lo svolgimento dell'elaborato, sia la presenza attiva durante le web conference prevedono un giudizio, da parte del docente, fino a un massimo di 2 punti. Lo studente può prendere parte ad entrambe le attività, fermo restando che la votazione massima raggiungibile è sempre di 2 punti.

La valutazione dell'elaborato può essere sufficiente (1 punto premiale) o non sufficiente (0 punti premiali).

La premialità massima per le web conference è di un punto sul voto di esame. Ogni studente può partecipare a tutte le web conference erogate. Per ciascuna di esse, il superamento del test finale di apprendimento – che richiede almeno quattro risposte corrette su cinque domande relative al tema trattato – consente di ottenere un punteggio pari a 0,5. Una volta raggiunto un punteggio totale di 1, allo studente viene riconosciuta la premialità.

È data facoltà allo studente di partecipare o meno alla didattica erogativa sincrona.

La valutazione finale ha lo scopo di misurare il raggiungimento degli obiettivi di apprendimento definiti alla base dell'insegnamento. Il giudizio riguarda l'intero percorso formativo del singolo insegnamento ed è di tipo sommativo.

Il voto finale dell'esame di profitto tiene conto del punteggio che lo studente può aver ottenuto partecipando correttamente alla didattica erogativa sincrona e deriva, quindi, dalla somma delle due valutazioni. Il voto derivante dalla didattica sincrona verrà sommato al voto della prova intermedia.

Il voto della prova finale è compreso tra 0 a 2 punti, da sommare al punteggio della prova intermedia.

Il voto minimo utile al superamento dell'esame di profitto è di diciotto trentesimi.

Ciascun esame dovrà essere composto da un numero di domande idonee a garantire la possibilità di conseguire la lode, in ottemperanza alle norme Europee sul Diploma Supplement. L'attribuzione della lode è concessa esclusivamente allo studente che ha risposto positivamente ad almeno 31 domande.

Materiale didattico utilizzato

Il materiale didattico utilizzato può riguardare:

- Videolezioni
- Dispense predisposte dal docente e/o slide del docente
- Materiali predisposti per le lezioni sincrone
- Testo di riferimento suggerito dal docente (facoltativo).

Il materiale didattico è sempre disponibile in piattaforma e consultabile dallo studente nei tempi e nelle modalità ad egli più affini.

TECNOLOGIE DEI SISTEMI DI CONTROLLO	
Settore Scientifico Disciplinare	IINF-04/ A
Anno di corso	I Anno
Tipologia di attività formativa	Base ☐ Caratterizzante ☐ Affine X Altre attività ☐
Numero di crediti	9 CFU
Docente	In corso di definizione
Modalità di iscrizione e di gestione dei rapporti con gli studenti	L'iscrizione ed i rapporti con gli studenti sono gestiti mediante la piattaforma informatica che permette l'iscrizione ai corsi, la fruizione delle lezioni, la partecipazione a forum e tutoraggi, il download del materiale didattico e la comunicazione con il docente. Un tutor assisterà gli studenti nello svolgimento di queste attività.

Obiettivi formativi specifici

Conoscenza sulle tematiche fondamentali relative al controllo in retroazione di sistemi dinamici, con particolare enfasi su specifiche classi di sensori e attuatori, tecniche avanzate di tuning dei controllori e metodologie per la progettazione di controllori. Conoscenza approfondita sui sensori che permettono di conoscere lo stato di un sistema meccanico/meccatronico. Se ne analizzeranno quindi le modalità di scelta, utilizzo e filtraggio. Conoscenza sugli attuatori con l'obiettivo di fornire indicazioni sulla scelta corretta. Conoscenza sulla progettazione dei sistemi di controllo avanzato.

Risultati di apprendimento specifici

Conoscenza e capacità di comprensione

Lo studente acquisisce conoscenze approfondite dei principi fondamentali dei sistemi di controllo, compresi modelli matematici di sistemi dinamici, regolatori, sensori e attuatori. Sarà in grado di comprendere l'interazione tra componenti hardware e software nei sistemi di controllo, le strategie di regolazione continua e discreta e i criteri di stabilità e prestazioni, sia in sistemi lineari sia non lineari.

Capacità di applicare conoscenza e comprensione

Lo studente sarà in grado di applicare le conoscenze acquisite alla progettazione e al dimensionamento di sistemi di controllo, alla simulazione dei comportamenti dinamici e alla scelta di soluzioni tecnologiche appropriate. Le esercitazioni e i laboratori permetteranno di sviluppare competenze operative nell'uso di strumenti software per il controllo, nella programmazione di regolatori digitali, nella taratura di sensori e attuatori e nell'implementazione di sistemi di supervisione e automazione.

Autonomia di giudizio

Il corso sviluppa la capacità dello studente di valutare criticamente le soluzioni di controllo, confrontare strategie alternative, identificare criticità nei sistemi e proporre interventi di miglioramento. Lo studente sarà in grado di prendere decisioni autonome nella scelta di tecnologie, algoritmi e configurazioni di controllo, considerando requisiti di prestazioni, sicurezza, affidabilità e costi.

Abilità comunicative

Lo studente acquisirà la capacità di comunicare in modo chiaro e tecnico le proprie analisi e soluzioni progettuali. Sarà in grado di redigere relazioni tecniche, documentare sistemi di controllo e presentare progetti complessi, utilizzando un linguaggio tecnico adeguato sia in contesto accademico sia professionale.

Capacità di apprendimento

Il corso fornisce allo studente le basi per sviluppare autonomia nello studio e nell'aggiornamento continuo. Le competenze acquisite permetteranno di affrontare problemi complessi, applicare metodologie emergenti, aggiornarsi sulle tecnologie di controllo innovative e mantenere un approccio critico e creativo nella progettazione e gestione dei sistemi di controllo.

Programma didattico

1. Introduzione ai sistemi di controllo e panoramica dei processi industriali
2. Concetti base di automazione e regolazione
3. Modellazione matematica dei sistemi dinamici
4. Sistemi lineari e non lineari
5. Funzioni di trasferimento e risposta dei sistemi
6. Stabilità dei sistemi di controllo
7. Analisi dei sistemi nel dominio del tempo
8. Analisi dei sistemi nel dominio della frequenza
9. Tecniche di controllo proporzionale, integrale e derivativo
10. Sintesi dei regolatori PID
11. Regolatori avanzati e compensatori
12. Sensori e trasduttori nei sistemi di controllo
13. Attuatori e componenti di azionamento
14. Controllo analogico e digitale
15. Sistemi discreti e campionati
16. Metodi di discretizzazione e implementazione numerica
17. Controllo in retroazione e feedforward
18. Analisi dei sistemi multivariabili
19. Controllo ottimo e controllo predittivo
20. Sistemi di controllo robusto
21. Filtraggio dei segnali e riduzione dei disturbi
22. Simulazione dei sistemi di controllo
23. Software e strumenti per la progettazione dei sistemi
24. Analisi e modellazione di processi industriali
25. Progettazione di regolatori per sistemi meccanici
26. Progettazione di regolatori per sistemi elettrici
27. Controllo di motori elettrici e azionamenti
28. Controllo di impianti termici e fluidodinamici
29. Sistemi di supervisione e SCADA
30. Progettazione di reti di controllo industriale
31. Comunicazione e protocolli nei sistemi di automazione
32. Controllo distribuito e PLC
33. Controllo in tempo reale
34. Monitoraggio delle prestazioni dei sistemi
35. Diagnostica e gestione degli allarmi
36. Controllo adattativo e auto-regolazione
37. Controllo predittivo dei processi industriali
38. Analisi dei guasti e affidabilità dei sistemi di controllo
39. Integrazione di sensori e attuatori avanzati
40. Sistemi embedded per il controllo industriale
41. Tecniche di ottimizzazione dei sistemi di controllo
42. Controllo di processi batch e continui
43. Controllo di robot industriali e sistemi automatizzati
44. Tecniche di simulazione avanzata dei sistemi
45. Analisi dei vincoli e requisiti di sicurezza
46. Controllo di energia e sistemi elettrici complessi
47. Controllo nei sistemi di produzione avanzata
48. Applicazioni dei sistemi di controllo nei processi industriali
49. Supervisione, raccolta dati e analisi dei KPI
50. Progettazione e simulazione di sistemi di controllo
51. Sistemi complessi
52. Revisione dei principali concetti e metodologie
53. Innovazioni tecnologiche e trend emergenti nel controllo industriale
54. Sintesi del corso e preparazione alla progettazione professionale

Tipologie di attività didattiche previste e relative modalità di svolgimento

Ogni Macro-argomento è articolato in 15-17 videolezioni da 30 min. corredate da dispense, slide e test di apprendimento.

Per ogni insegnamento sono previste sino a 6 videolezioni (n.1 CFU) di didattica innovativa secondo modalità definite dal docente di riferimento.

Le videolezioni sono progettate in modo da fornire allo studente competenze approfondite sulle tecnologie e metodologie dei sistemi di controllo, con particolare attenzione all'automazione industriale, ai sistemi dinamici e alla regolazione dei processi. Al termine del corso lo studente sarà in grado di progettare, analizzare e gestire sistemi di controllo complessi in contesti industriali, valutando soluzioni tecnologiche adeguate alle diverse applicazioni.

Il modello didattico adottato prevede l'erogazione online sia della didattica erogativa asincrona sia della didattica sincrona. Per le attività di autoapprendimento sono previste n.18 ore di studio individuale per ogni CFU.

Le dispense e i test di autovalutazione predisposti dai docenti titolari dell'insegnamento sono resi disponibili sulla piattaforma. L'Ateneo prevede di norma, per ogni CFU, un totale di almeno 7 ore di didattica. La didattica erogativa è perciò effettuata per l'80% in modalità asincrona, articolata in un numero di videolezioni coerente ai CFU complessivi del singolo insegnamento, corredate da materiale didattico adeguato allo studio individuale e, per almeno il 20%, in modalità sincrona.

Le attività didattiche si distinguono in:

- Didattica erogativa asincrona che prevede per ogni ora una videolezione registrata, una dispensa corredata da riferimenti bibliografici, note, tabelle, immagini, grafici ed un questionario di dieci domande di autovalutazione con quattro possibili risposte di cui solo una corretta e tre distrattori, oltre un file di riepilogo relativo agli obiettivi ed alla struttura in paragrafi della lezione.
- Didattica erogativa sincrona che si compone di una web conference per CFU e di un elaborato per insegnamento, differenziato in termini di difficoltà rispetto all'ampiezza dei CFU assegnati. L'obiettivo della didattica erogativa in modalità sincrona è assicurare tutte quelle attività che tipicamente richiedono apprendimenti "in situazione" o rapporto "face to face", quali laboratori, seminari, esperienze sul campo, tirocini, ecc., tenendo conto anche delle metodologie a carattere innovativo e volte a favorire l'interazione docente-studenti e tra studenti.

Nelle suddette attività convergono molteplici strumenti didattici, che agiscono in modo sinergico sul percorso di formazione ed apprendimento dello studente. La partecipazione attiva alle suddette attività ha come obiettivo quello di stimolare gli studenti lungo tutto il percorso didattico e garantisce loro la possibilità di ottenere una valutazione aggiuntiva che si sommerà alla valutazione dell'esame finale.

Sono altresì escluse le ore di tutorato didattico disciplinare, cioè la mera ripetizione di contenuti già proposti nella forma erogativa attraverso colloqui di recupero o approfondimento one-to-one.

Modalità e criteri di valutazione dell'apprendimento

La modalità e criteri di valutazione dell'apprendimento dovranno tener conto di quanto segue:

- i risultati delle prove intermedie (le prove intermedie consistono nello svolgimento di un test a risposta multipla con 30 domande; per ogni domanda lo studente deve scegliere una delle 4 possibili risposte, di cui solo una è corretta);
- la qualità della partecipazione alle attività on line (frequenza e qualità degli interventi monitorabili attraverso la piattaforma, elaborati, didattica sincrona);
- i risultati della prova finale in presenza (in forma orale).

Sia i quesiti in forma orale che i quesiti in forma scritta sono formulati per valutare il grado di comprensione delle nozioni teoriche e la capacità di sviluppare il ragionamento utilizzando le nozioni acquisite. I quesiti che richiedono l'elaborazione di un ragionamento consentiranno di valutare il livello di competenza e l'autonomia di giudizio maturati dallo studente.

Le abilità di comunicazione e la capacità di apprendimento saranno valutate attraverso le interazioni dirette tra docente e studente che avranno luogo durante la fruizione del corso (videoconferenze, e-tivity report, studio di casi elaborati) proposti dal docente o dal tutor.

Criteri di misurazione dell'apprendimento e attribuzione del voto finale

Sia lo svolgimento dell'elaborato, sia la presenza attiva durante le web conference prevedono un giudizio, da parte del docente, fino a un massimo di 2 punti. Lo studente può prendere parte ad entrambe le attività, fermo restando che la votazione massima raggiungibile è sempre di 2 punti.

La valutazione dell'elaborato può essere sufficiente (1 punto premiale) o non sufficiente (0 punti premiali).

La premialità massima per le web conference è di un punto sul voto di esame. Ogni studente può partecipare a tutte le web conference erogate. Per ciascuna di esse, il superamento del test finale di apprendimento – che richiede almeno quattro risposte corrette su cinque domande relative al tema trattato – consente di ottenere un punteggio pari a 0,5. Una volta raggiunto un punteggio totale di 1, allo studente viene riconosciuta la premialità.

È data facoltà allo studente di partecipare o meno alla didattica erogativa sincrona.

La valutazione finale ha lo scopo di misurare il raggiungimento degli obiettivi di apprendimento definiti alla base dell'insegnamento. Il giudizio riguarda l'intero percorso formativo del singolo insegnamento ed è di tipo sommativo.

Il voto finale dell'esame di profitto tiene conto del punteggio che lo studente può aver ottenuto partecipando correttamente alla didattica erogativa sincrona e deriva, quindi, dalla somma delle due valutazioni. Il voto derivante dalla didattica sincrona verrà sommato al voto della prova intermedia.

Il voto della prova finale è compreso tra 0 a 2 punti, da sommare al punteggio della prova intermedia.

Il voto minimo utile al superamento dell'esame di profitto è di diciotto trentesimi.

Ciascun esame dovrà essere composto da un numero di domande idonee a garantire la possibilità di conseguire la lode, in ottemperanza alle norme Europee sul Diploma Supplement. L'attribuzione della lode è concessa esclusivamente allo studente che ha risposto positivamente ad almeno 31 domande.

Materiale didattico utilizzato

Il materiale didattico utilizzato può riguardare:

- Videolezioni
- Dispense predisposte dal docente e/o slide del docente
- Materiali predisposti per le lezioni sincrone
- Testo di riferimento suggerito dal docente (facoltativo).

Il materiale didattico è sempre disponibile in piattaforma e consultabile dallo studente nei tempi e nelle modalità ad egli più affini.

MISURE MECCANICHE E TERMICHE	
Settore Scientifico Disciplinare	IMIS-01/ A
Anno di corso	II Anno
Tipologia di attività formativa	Base ☐ Caratterizzante X Affine ☐ Altre attività ☐
Numero di crediti	6 CFU
Docente	In corso di definizione
Modalità di iscrizione e di gestione dei rapporti con gli studenti	L'iscrizione ed i rapporti con gli studenti sono gestiti mediante la piattaforma informatica che permette l'iscrizione ai corsi, la fruizione delle lezioni, la partecipazione a forum e tutoraggi, il download del materiale didattico e la comunicazione con il docente. Un tutor assisterà gli studenti nello svolgimento di queste attività.

Obiettivi formativi specifici

Conoscenza dei principi e delle tecniche di misura delle principali grandezze meccaniche (lunghezza, massa, forza) e termofluidodinamiche (temperatura, pressione, velocità e portata dei fluidi). Capacità di progettazione e validazione del processo di misura per il collaudo dei prodotti e per il controllo del processo di produzione. Capacità di stima dell'incertezza di misura e di valutazione della conformità alle specifiche. Conoscenza dei principi di gestione del processo di misura e delle modalità di taratura e conferma metrologica della strumentazione di misura, controllo e collaudo.

Risultati di apprendimento specifici

Conoscenza e capacità di comprensione

Lo studente acquisisce conoscenze sui principi fisici delle misure meccaniche e termiche, sulle grandezze fondamentali e derivate, sugli strumenti di misura e sulle loro caratteristiche principali. Sarà in grado di comprendere le interazioni tra sensori, trasduttori e sistemi di acquisizione dati, di analizzare le cause di errore e di comprendere come progettare esperimenti affidabili e ripetibili.

Capacità di applicare conoscenza e comprensione

Lo studente sarà in grado di applicare le conoscenze acquisite nella selezione e nell'uso corretto degli strumenti di misura meccanica e termica, nella progettazione di esperimenti e nella raccolta e analisi dei dati. Le esercitazioni pratiche permetteranno di sviluppare competenze operative nell'utilizzo di sensori di forza, pressione, deformazione e temperatura, nella taratura degli strumenti e nell'elaborazione dei risultati mediante software dedicati.

Autonomia di giudizio

Il corso sviluppa la capacità dello studente di valutare criticamente le misure effettuate, identificare possibili fonti di errore, selezionare metodologie adeguate e proporre strategie per migliorare l'affidabilità dei risultati. Lo studente sarà in grado di prendere decisioni autonome nella gestione di esperimenti complessi e nella scelta di strumenti di misura adeguati a specifiche applicazioni.

Abilità comunicative

Lo studente acquisirà la capacità di comunicare in modo chiaro e tecnico le procedure sperimentali, i risultati ottenuti e le valutazioni critiche. Sarà in grado di redigere relazioni dettagliate, presentare esperimenti e argomentare le proprie scelte metodologiche in contesti accademici e professionali.

Capacità di apprendimento

Il corso fornisce allo studente le basi per sviluppare autonomia nello studio e nell'aggiornamento continuo sulle tecnologie di misura. Le competenze acquisite permetteranno di affrontare problemi sperimentali complessi, applicare tecniche avanzate e aggiornarsi sulle strumentazioni emergenti, mantenendo un approccio critico e creativo nella gestione dei dati e dei sistemi di misura.

Programma didattico

- | | |
|--|---|
| 1. Introduzione al corso e ruolo delle misure meccaniche e termiche | 20. Filtraggio dei segnali e riduzione del rumore |
| 2. Grandezze fondamentali e unità di misura | 21. Misure indirette e metodi di stima |
| 3. Precisione, accuratezza e sensibilità degli strumenti | 22. Misure dinamiche e transitorie |
| 4. Tipi di errore e metodi di riduzione | 23. Sistemi di misura analogici e digitali |
| 5. Concetti di incertezza e propagazione degli errori | 24. Sistemi di misura automatizzati |
| 6. Trasduttori e sensori meccanici | 25. Elaborazione numerica dei dati sperimentali |
| 7. Misura di lunghezze e spostamenti | 26. Valutazione dei risultati e interpretazione dei dati |
| 8. Misura di forze e coppie | 27. Misure applicate a macchine e componenti meccanici |
| 9. Misura di pressione e deformazioni | 28. Misure applicate a sistemi termici e fluidici |
| 10. Trasduttori piezoelettrici e capacitivi | 29. Sicurezza e corretto utilizzo degli strumenti |
| 11. Sensori per vibrazioni e accelerazioni | 30. Diagnostica e manutenzione della strumentazione |
| 12. Strumentazione per misura di velocità e moto rotatorio | 31. Misure meccaniche di forza, pressione e deformazione |
| 13. Trasduttori termici: termocoppie, RTD, termistori | 32. Misure termiche di temperatura e flusso termico |
| 14. Sensori a semiconduttore e dispositivi per misura di temperatura | 33. Analisi dei dati sperimentali |
| 15. Sistemi di acquisizione dati e tecniche di campionamento | 34. Presentazione e discussione dei risultati |
| 16. Calibrazione e taratura di strumenti meccanici | 35. Applicazioni industriali delle misure meccaniche e termiche |
| 17. Calibrazione e taratura di strumenti termici | 36. Sintesi del corso e prospettive professionali |
| 18. Procedure sperimentali standard | |
| 19. Analisi statistica dei dati di misura | |

Tipologie di attività didattiche previste e relative modalità di svolgimento

Ogni Macro-argomento è articolato in 15-17 videolezioni da 30 min. corredate da dispense, slide e test di apprendimento.

Per ogni insegnamento sono previste sino a 6 videolezioni (n.1 CFU) di didattica innovativa secondo modalità definite dal docente di riferimento.

Le videolezioni sono progettate in modo da fornire allo studente conoscenze e competenze nell'ambito delle misure meccaniche e termiche. Gli studenti acquisiranno strumenti teorici e pratici per comprendere il funzionamento di sensori, trasduttori e strumenti di misura,

valutare errori e incertezze, e interpretare i dati sperimentali. Particolare attenzione sarà dedicata all'applicazione delle tecniche di misura in contesti industriali, alla calibrazione della strumentazione e alla valutazione critica dei risultati sperimentali.

Il modello didattico adottato prevede l'erogazione online sia della didattica erogativa asincrona sia della didattica sincrona. Per le attività di autoapprendimento sono previste n.18 ore di studio individuale per ogni CFU.

Le dispense e i test di autovalutazione predisposti dai docenti titolari dell'insegnamento sono resi disponibili sulla piattaforma. L'Ateneo prevede di norma, per ogni CFU, un totale di almeno 7 ore di didattica. La didattica erogativa è perciò effettuata per l'80% in modalità asincrona, articolata in un numero di videolezioni coerente ai CFU complessivi del singolo insegnamento, corredate da materiale didattico adeguato allo studio individuale e, per almeno il 20%, in modalità sincrona.

Le attività didattiche si distinguono in:

- Didattica erogativa asincrona che prevede per ogni ora una videolezione registrata, una dispensa corredata da riferimenti bibliografici, note, tabelle, immagini, grafici ed un questionario di dieci domande di autovalutazione con quattro possibili risposte di cui solo una corretta e tre distrattori, oltre un file di riepilogo relativo agli obiettivi ed alla struttura in paragrafi della lezione.
- Didattica erogativa sincrona che si compone di una web conference per CFU e di un elaborato per insegnamento, differenziato in termini di difficoltà rispetto all'ampiezza dei CFU assegnati. L'obiettivo della didattica erogativa in modalità sincrona è assicurare tutte quelle attività che tipicamente richiedono apprendimenti "in situazione" o rapporto "face to face", quali laboratori, seminari, esperienze sul campo, tirocini, ecc., tenendo conto anche delle metodologie a carattere innovativo e volte a favorire l'interazione docente-studenti e tra studenti.

Nelle suddette attività convergono molteplici strumenti didattici, che agiscono in modo sinergico sul percorso di formazione ed apprendimento dello studente. La partecipazione attiva alle suddette attività ha come obiettivo quello di stimolare gli studenti lungo tutto il percorso didattico e garantisce loro la possibilità di ottenere una valutazione aggiuntiva che si sommerà alla valutazione dell'esame finale.

Sono altresì escluse le ore di tutorato didattico disciplinare, cioè la mera ripetizione di contenuti già proposti nella forma erogativa attraverso colloqui di recupero o approfondimento one-to-one.

Modalità e criteri di valutazione dell'apprendimento

La modalità e criteri di valutazione dell'apprendimento dovranno tener conto di quanto segue:

- i risultati delle prove intermedie (le prove intermedie consistono nello svolgimento di un test a risposta multipla con 30 domande; per ogni domanda lo studente deve scegliere una delle 4 possibili risposte, di cui solo una è corretta);
- la qualità della partecipazione alle attività on line (frequenza e qualità degli interventi monitorabili attraverso la piattaforma, elaborati, didattica sincrona);
- i risultati della prova finale in presenza (in forma orale).

Sia i quesiti in forma orale che i quesiti in forma scritta sono formulati per valutare il grado di comprensione delle nozioni teoriche e la capacità di sviluppare il ragionamento utilizzando le nozioni acquisite. I quesiti che richiedono l'elaborazione di un ragionamento consentiranno di valutare il livello di competenza e l'autonomia di giudizio maturati dallo studente.

Le abilità di comunicazione e la capacità di apprendimento saranno valutate attraverso le interazioni dirette tra docente e studente che avranno luogo durante la fruizione del corso (videoconferenze, e-tivity report, studio di casi elaborati) proposti dal docente o dal tutor.

Criteri di misurazione dell'apprendimento e attribuzione del voto finale

Sia lo svolgimento dell'elaborato, sia la presenza attiva durante le web conference prevedono un giudizio, da parte del docente, fino a un massimo di 2 punti. Lo studente può prendere parte ad entrambe le attività, fermo restando che la votazione massima raggiungibile è sempre di 2 punti.

La valutazione dell'elaborato può essere sufficiente (1 punto premiale) o non sufficiente (0 punti premiali).

La premialità massima per le web conference è di un punto sul voto di esame. Ogni studente può partecipare a tutte le web conference erogate. Per ciascuna di esse, il superamento del test finale di apprendimento – che richiede almeno quattro risposte corrette su cinque domande relative al tema trattato – consente di ottenere un punteggio pari a 0,5. Una volta raggiunto un punteggio totale di 1, allo studente viene riconosciuta la premialità.

È data facoltà allo studente di partecipare o meno alla didattica erogativa sincrona.

La valutazione finale ha lo scopo di misurare il raggiungimento degli obiettivi di apprendimento definiti alla base dell'insegnamento. Il giudizio riguarda l'intero percorso formativo del singolo insegnamento ed è di tipo sommativo.

Il voto finale dell'esame di profitto tiene conto del punteggio che lo studente può aver ottenuto partecipando correttamente alla didattica erogativa sincrona e deriva, quindi, dalla somma delle due valutazioni. Il voto derivante dalla didattica sincrona verrà sommato al voto della prova intermedia.

Il voto della prova finale è compreso tra 0 a 2 punti, da sommare al punteggio della prova intermedia.

Il voto minimo utile al superamento dell'esame di profitto è di diciotto trentesimi.

Ciascun esame dovrà essere composto da un numero di domande idonee a garantire la possibilità di conseguire la lode, in ottemperanza alle norme Europee sul Diploma Supplement. L'attribuzione della lode è concessa esclusivamente allo studente che ha risposto positivamente ad almeno 31 domande.

Materiale didattico utilizzato

Il materiale didattico utilizzato può riguardare:

- Videolezioni
- Dispense predisposte dal docente e/o slide del docente
- Materiali predisposti per le lezioni sincrone
- Testo di riferimento suggerito dal docente (facoltativo).

Il materiale didattico è sempre disponibile in piattaforma e consultabile dallo studente nei tempi e nelle modalità ad egli più affini.

MODELLAZIONE E METODI DELL'INGEGNERIA INDUSTRIALE	
Settore Scientifico Disciplinare	IIND-03/B
Anno di corso	II Anno
Tipologia di attività formativa	Base ☐ Caratterizzante X Affine ☐ Altre attività ☐
Numero di crediti	6 CFU
Docente	In corso di definizione
Modalità di iscrizione e di gestione dei rapporti con gli studenti	L'iscrizione ed i rapporti con gli studenti sono gestiti mediante la piattaforma informatica che permette l'iscrizione ai corsi, la fruizione delle lezioni, la partecipazione a forum e tutoraggi, il download del materiale didattico e la comunicazione con il docente. Un tutor assisterà gli studenti nello svolgimento di queste attività.

Obiettivi formativi specifici

Il corso fornisce strumenti avanzati per la modellazione matematica, numerica e simulativa dei sistemi e dei processi industriali. Approfondisce metodi di ottimizzazione, analisi dei sistemi complessi, pianificazione e supporto decisionale. Sviluppa competenze nella costruzione, interpretazione e validazione dei modelli come strumenti per migliorare efficienza e qualità nei processi industriali. Favorisce un approccio sistemico e quantitativo, orientato all'innovazione e alla risoluzione di problemi ingegneristici reali.

Risultati di apprendimento specifici

Conoscenza e capacità di comprensione

Lo studente acquisisce conoscenze sui principi della modellazione dei sistemi industriali, comprese le metodologie di rappresentazione matematica, i modelli stocastici e deterministici e gli strumenti per l'analisi quantitativa dei processi. Sarà in grado di comprendere come strutturare un modello, interpretare i risultati delle simulazioni e collegare i dati a fenomeni reali nel contesto industriale.

Capacità di applicare conoscenza e comprensione

Lo studente sarà in grado di applicare le conoscenze acquisite alla costruzione di modelli matematici e computazionali di sistemi industriali, alla simulazione di scenari operativi e all'analisi delle prestazioni. Le esercitazioni pratiche e i laboratori permetteranno di sviluppare competenze operative nell'uso di strumenti software per la modellazione, la simulazione e l'ottimizzazione dei sistemi produttivi e logistici.

Autonomia di giudizio

Il corso sviluppa la capacità dello studente di valutare criticamente le soluzioni proposte dai modelli, di confrontare alternative progettuali, di identificare vincoli e criticità e di proporre strategie di miglioramento. Lo studente sarà in grado di prendere decisioni autonome sulla base di analisi quantitative, dati e simulazioni, valutando l'efficacia e l'efficienza delle soluzioni industriali.

Abilità comunicative

Lo studente acquisirà la capacità di comunicare in modo chiaro e preciso i risultati delle analisi e le decisioni derivanti dai modelli. Sarà in grado di redigere relazioni tecniche, presentare progetti di simulazione e argomentare le proprie scelte metodologiche in contesti accademici e professionali.

Capacità di apprendimento

Il corso fornisce allo studente le basi per sviluppare autonomia nello studio e nell'aggiornamento continuo sulle metodologie di modellazione e sugli strumenti computazionali. Le competenze acquisite permetteranno di affrontare problemi industriali complessi, applicare metodi avanzati e aggiornarsi sulle tecnologie emergenti, mantenendo un approccio critico e creativo nella progettazione e gestione dei sistemi industriali.

Programma didattico

- | | |
|---|--|
| 1. Introduzione al corso e ruolo della modellazione in ingegneria industriale | 21. Analisi dei colli di bottiglia e simulazione di scenari |
| 2. Sistemi industriali e processi produttivi | 22. Modellazione di processi manutentivi e affidabilità |
| 3. Principi di modellazione matematica dei sistemi | 23. Gestione delle risorse e modelli di allocazione |
| 4. Modelli deterministici e stocastici | 24. Simulazione di sistemi complessi con componenti interagenti |
| 5. Variabili e parametri nei sistemi industriali | 25. Analisi dei rischi e gestione dell'incertezza |
| 6. Rappresentazione dei processi produttivi | 26. Metodi di supporto alle decisioni industriali |
| 7. Diagrammi di flusso e modelli logici | 27. Modellazione dei sistemi produttivi flessibili |
| 8. Introduzione alla simulazione dei sistemi | 28. Applicazioni della simulazione al miglioramento dei processi |
| 9. Simulazione discreta e continua | 29. Modelli di ottimizzazione multi-obiettivo |
| 10. Tecniche di raccolta e analisi dati | 30. Introduzione a tecniche avanzate di modellazione |
| 11. Analisi statistica dei dati industriali | 31. Modellazione di sistemi energetici e ambientali industriali |
| 12. Analisi di sensitività e validazione dei modelli | 32. Processi produttivi reali |
| 13. Modelli di catene di fornitura | 33. Simulazione di sistemi industriali |
| 14. Pianificazione e schedulazione della produzione | 34. Ottimizzazione di processi produttivi |
| 15. Ottimizzazione dei processi industriali | 35. Presentazione e discussione dei risultati dei laboratori |
| 16. Metodi numerici per la soluzione dei modelli | 36. Sintesi del corso, prospettive e applicazioni professionali |
| 17. Algoritmi di simulazione e software dedicati | |
| 18. Modellazione di sistemi logistici | |
| 19. Analisi delle performance dei sistemi industriali | |
| 20. Indicatori chiave di prestazione e metriche di efficienza | |

Tipologie di attività didattiche previste e relative modalità di svolgimento

Ogni Macro-argomento è articolato in 15-17 videolezioni da 30 min. corredate da dispense, slide e test di apprendimento.

Per ogni insegnamento sono previste sino a 6 videolezioni (n.1 CFU) di didattica innovativa secondo modalità definite dal docente di riferimento.

Le videolezioni sono progettate in modo da fornire allo studente conoscenze e competenze nella modellazione e nell'analisi dei sistemi industriali complessi. Saranno introdotte tecniche per la simulazione, l'ottimizzazione e il supporto alle decisioni, con applicazioni concrete in ambito industriale, per consentire agli studenti di analizzare e migliorare le performance di sistemi complessi.

Il modello didattico adottato prevede l'erogazione online sia della didattica erogativa asincrona sia della didattica sincrona. Per le attività di autoapprendimento sono previste n.18 ore di studio individuale per ogni CFU.

Le dispense e i test di autovalutazione predisposti dai docenti titolari dell'insegnamento sono resi disponibili sulla piattaforma. L'Ateneo prevede di norma, per ogni CFU, un totale di almeno 7 ore di didattica. La didattica erogativa è perciò effettuata per l'80% in modalità asincrona, articolata in un numero di videolezioni coerente ai CFU complessivi del singolo insegnamento, corredate da materiale didattico adeguato allo studio individuale e, per almeno il 20%, in modalità sincrona.

Le attività didattiche si distinguono in:

- Didattica erogativa asincrona che prevede per ogni ora una videolezione registrata, una dispensa corredata da riferimenti bibliografici, note, tabelle, immagini, grafici ed un questionario di dieci domande di autovalutazione con quattro possibili risposte di cui solo una corretta e tre distrattori, oltre un file di riepilogo relativo agli obiettivi ed alla struttura in paragrafi della lezione.
- Didattica erogativa sincrona che si compone di una web conference per CFU e di un elaborato per insegnamento, differenziato in termini di difficoltà rispetto all'ampiezza dei CFU assegnati. L'obiettivo della didattica erogativa in modalità sincrona è assicurare tutte quelle attività che tipicamente richiedono apprendimenti "in situazione" o rapporto "face to face", quali laboratori, seminari, esperienze sul campo, tirocini, ecc., tenendo conto anche delle metodologie a carattere innovativo e volte a favorire l'interazione docente-studenti e tra studenti.

Nelle suddette attività convergono molteplici strumenti didattici, che agiscono in modo sinergico sul percorso di formazione ed apprendimento dello studente. La partecipazione attiva alle suddette attività ha come obiettivo quello di stimolare gli studenti lungo tutto il percorso didattico e garantisce loro la possibilità di ottenere una valutazione aggiuntiva che si sommerà alla valutazione dell'esame finale.

Sono altresì escluse le ore di tutorato didattico disciplinare, cioè la mera ripetizione di contenuti già proposti nella forma erogativa attraverso colloqui di recupero o approfondimento one-to-one.

Modalità e criteri di valutazione dell'apprendimento

La modalità e criteri di valutazione dell'apprendimento dovranno tener conto di quanto segue:

- i risultati delle prove intermedie (le prove intermedie consistono nello svolgimento di un test a risposta multipla con 30 domande; per ogni domanda lo studente deve scegliere una delle 4 possibili risposte, di cui solo una è corretta);
- la qualità della partecipazione alle attività on line (frequenza e qualità degli interventi monitorabili attraverso la piattaforma, elaborati, didattica sincrona);
- i risultati della prova finale in presenza (in forma orale).

Sia i quesiti in forma orale che i quesiti in forma scritta sono formulati per valutare il grado di comprensione delle nozioni teoriche e la capacità di sviluppare il ragionamento utilizzando le

nozioni acquisite. I quesiti che richiedono l'elaborazione di un ragionamento consentiranno di valutare il livello di competenza e l'autonomia di giudizio maturati dallo studente.

Le abilità di comunicazione e la capacità di apprendimento saranno valutate attraverso le interazioni dirette tra docente e studente che avranno luogo durante la fruizione del corso (videoconferenze, e-tivity report, studio di casi elaborati) proposti dal docente o dal tutor.

Criteri di misurazione dell'apprendimento e attribuzione del voto finale

Sia lo svolgimento dell'elaborato, sia la presenza attiva durante le web conference prevedono un giudizio, da parte del docente, fino a un massimo di 2 punti. Lo studente può prendere parte ad entrambe le attività, fermo restando che la votazione massima raggiungibile è sempre di 2 punti.

La valutazione dell'elaborato può essere sufficiente (1 punto premiale) o non sufficiente (0 punti premiali).

La premialità massima per le web conference è di un punto sul voto di esame. Ogni studente può partecipare a tutte le web conference erogate. Per ciascuna di esse, il superamento del test finale di apprendimento – che richiede almeno quattro risposte corrette su cinque domande relative al tema trattato – consente di ottenere un punteggio pari a 0,5. Una volta raggiunto un punteggio totale di 1, allo studente viene riconosciuta la premialità.

È data facoltà allo studente di partecipare o meno alla didattica erogativa sincrona.

La valutazione finale ha lo scopo di misurare il raggiungimento degli obiettivi di apprendimento definiti alla base dell'insegnamento. Il giudizio riguarda l'intero percorso formativo del singolo insegnamento ed è di tipo sommativo.

Il voto finale dell'esame di profitto tiene conto del punteggio che lo studente può aver ottenuto partecipando correttamente alla didattica erogativa sincrona e deriva, quindi, dalla somma delle due valutazioni. Il voto derivante dalla didattica sincrona verrà sommato al voto della prova intermedia.

Il voto della prova finale è compreso tra 0 a 2 punti, da sommare al punteggio della prova intermedia.

Il voto minimo utile al superamento dell'esame di profitto è di diciotto trentesimi.

Ciascun esame dovrà essere composto da un numero di domande idonee a garantire la possibilità di conseguire la lode, in ottemperanza alle norme Europee sul Diploma Supplement. L'attribuzione della lode è concessa esclusivamente allo studente che ha risposto positivamente ad almeno 31 domande.

Materiale didattico utilizzato

Il materiale didattico utilizzato può riguardare:

- Videolezioni
- Dispense predisposte dal docente e/o slide del docente
- Materiali predisposti per le lezioni sincrone
- Testo di riferimento suggerito dal docente (facoltativo).

Il materiale didattico è sempre disponibile in piattaforma e consultabile dallo studente nei tempi e nelle modalità ad egli più affini.

ECONOMIA E GESTIONE DEI PROGETTI E DELL'INNOVAZIONE	
Settore Scientifico Disciplinare	IEGE-01/A
Anno di corso	II Anno
Tipologia di attività formativa	Base ☐ Caratterizzante ☐ Affine X Altre attività ☐
Numero di crediti	9 CFU
Docente	In corso di definizione
Modalità di iscrizione e di gestione dei rapporti con gli studenti	L'iscrizione ed i rapporti con gli studenti sono gestiti mediante la piattaforma informatica che permette l'iscrizione ai corsi, la fruizione delle lezioni, la partecipazione a forum e tutoraggi, il download del materiale didattico e la comunicazione con il docente. Un tutor assisterà gli studenti nello svolgimento di queste attività.

Obiettivi formativi specifici

Il corso fornisce strumenti culturali e metodologici per comprendere i principi economici e gestionali che guidano la progettazione e la realizzazione dei progetti, con attenzione alla loro sostenibilità economico-finanziaria. Lo studente acquisirà la capacità di analizzare la fattibilità di iniziative complesse integrando aspetti economici, organizzativi e strategici, e svilupperà competenze per la pianificazione, l'organizzazione e il controllo dei progetti tramite strumenti di project management e tecniche di gestione del rischio. Verranno approfonditi i processi di innovazione nelle imprese e nei sistemi economici, valutandone gli impatti economici, tecnologici e strategici. Il corso promuoverà inoltre capacità decisionali e di problem solving, insieme al lavoro di gruppo e al coordinamento interdisciplinare, essenziali nella gestione dei progetti.

Risultati di apprendimento specifici

Conoscenza e capacità di comprensione

Lo studente acquisisce conoscenze sui principi dell'economia aziendale, sulla gestione dei progetti, sui metodi di analisi economica e finanziaria e sulle strategie di innovazione. Sarà in grado di comprendere le dinamiche di mercato, le interazioni tra risorse, costi, tempi e qualità e l'impatto delle scelte manageriali sul successo dei progetti.

Capacità di applicare conoscenza e comprensione

Lo studente sarà in grado di applicare le conoscenze acquisite nella pianificazione e gestione dei progetti, nella valutazione economico-finanziaria, nella gestione dei rischi e nell'implementazione di processi innovativi. Le esercitazioni e i laboratori consentiranno di sviluppare competenze operative nell'uso di strumenti di project management, budgeting, controllo dei costi e analisi dei flussi di innovazione.

Autonomia di giudizio

Il corso sviluppa la capacità dello studente di valutare criticamente le scelte progettuali, le strategie di gestione dei progetti e le iniziative innovative. Lo studente sarà in grado di identificare le alternative più efficaci, valutare i rischi e le opportunità, prendere decisioni

autonome basate su dati economici e indicatori di performance e proporre soluzioni ottimali nei contesti aziendali e industriali.

Abilità comunicative

Lo studente acquisirà la capacità di comunicare in modo chiaro e convincente strategie, risultati economici e decisioni progettuali. Sarà in grado di redigere report di progetto, presentare piani di innovazione e discutere i risultati ottenuti con colleghi, docenti e stakeholder.

Capacità di apprendimento

Il corso fornisce allo studente le basi per sviluppare autonomia nello studio e nell'aggiornamento continuo sulle metodologie di gestione dei progetti e dell'innovazione. Le competenze acquisite permetteranno di affrontare problemi complessi, applicare tecniche avanzate di project management e innovazione e aggiornarsi sulle best practice e sugli strumenti emergenti in ambito economico e industriale.

Programma didattico

- | | |
|--|---|
| 1. Introduzione al corso e obiettivi formativi | 26. Gestione dei cambiamenti e resistenza organizzativa |
| 2. Fondamenti di economia aziendale | 27. Project management per l'innovazione industriale |
| 3. Organizzazione aziendale e ruoli nei progetti | 28. Progetti complessi |
| 4. Analisi del mercato e strategie competitive | 29. Progetti di innovazione tecnologica |
| 5. Pianificazione dei progetti e definizione degli obiettivi | 30. Problem solving e decision making nei progetti |
| 6. Strutturazione dei progetti: WBS e diagrammi di Gantt | 31. Valutazione e selezione dei progetti da finanziare |
| 7. Tempi e schedulazione delle attività | 32. Gestione di portafogli di progetti |
| 8. Gestione delle risorse umane nei progetti | 33. Misurazione della performance economica e innovativa |
| 9. Gestione delle risorse materiali e tecnologiche | 34. Sistemi di controllo e reporting dei progetti |
| 10. Analisi dei costi e budget di progetto | 35. Strumenti di collaborazione e lavoro in team |
| 11. Controllo dei costi e monitoraggio finanziario | 36. Strategie di comunicazione per i progetti complessi |
| 12. Indicatori di performance nei progetti | 37. Approfondimento su tecniche quantitative di supporto alle decisioni |
| 13. Analisi dei rischi e gestione delle incertezze | 38. Metodi di analisi statistica applicata ai progetti |
| 14. Tecniche di valutazione economica dei progetti | 39. Tecniche di benchmarking e best practice |
| 15. Valutazione finanziaria e ritorno sugli investimenti | 40. Applicazioni industriali di gestione dei progetti |
| 16. Strumenti per il project management digitale | 41. Progettazione e gestione di processi innovativi |
| 17. Gestione della qualità nei progetti | 42. Innovazione organizzativa e gestione dei cambiamenti |
| 18. Metodologie agili e flessibili di gestione dei progetti | 43. Finanziamento e gestione delle risorse nei progetti innovativi |
| 19. Innovazione tecnologica e processi innovativi | 44. Pianificazione e controllo di un progetto |
| 20. Modelli di business e strategie di innovazione | 45. Analisi economica e finanziaria di un progetto |
| 21. Creazione di valore e vantaggio competitivo | 46. Simulazione di scenari e gestione dei rischi |
| 22. Approcci sistemici alla gestione dei progetti complessi | 47. Presentazione di un progetto innovativo |
| 23. Analisi dei stakeholder e comunicazione progettuale | 48. Discussione dei risultati dei laboratori |
| 24. Strumenti di simulazione e pianificazione dei progetti | 49. Integrazione tra project management e innovazione tecnologica |
| 25. Metodologie per l'ottimizzazione dei processi | 50. Metodologie per la valutazione dell'impatto dei progetti |

51. Strumenti di governance e monitoraggio dell'innovazione
52. Analisi di casi reali e applicazioni industriali

53. Sintesi del corso e collegamenti interdisciplinari
54. Prospettive professionali e sviluppo continuo delle competenze

Tipologie di attività didattiche previste e relative modalità di svolgimento

Ogni Macro-argomento è articolato in 15-17 videolezioni da 30 min. corredate da dispense, slide e test di apprendimento.

Per ogni insegnamento sono previste sino a 6 videolezioni (n.1 CFU) di didattica innovativa secondo modalità definite dal docente di riferimento.

Le videolezioni sono progettate in modo da fornire allo studente una solida base di conoscenze e competenze nell'ambito dell'economia e della gestione dei progetti e dell'innovazione. Particolare attenzione sarà rivolta all'innovazione tecnologica e organizzativa, alla creazione di valore e alla gestione dei processi di cambiamento all'interno delle imprese e dei progetti industriali.

Il modello didattico adottato prevede l'erogazione online sia della didattica erogativa asincrona sia della didattica sincrona. Per le attività di autoapprendimento sono previste n.18 ore di studio individuale per ogni CFU.

Le dispense e i test di autovalutazione predisposti dai docenti titolari dell'insegnamento sono resi disponibili sulla piattaforma. L'Ateneo prevede di norma, per ogni CFU, un totale di almeno 7 ore di didattica. La didattica erogativa è perciò effettuata per l'80% in modalità asincrona, articolata in un numero di videolezioni coerente ai CFU complessivi del singolo insegnamento, corredate da materiale didattico adeguato allo studio individuale e, per almeno il 20%, in modalità sincrona.

Le attività didattiche si distinguono in:

- Didattica erogativa asincrona che prevede per ogni ora una videolezione registrata, una dispensa corredata da riferimenti bibliografici, note, tabelle, immagini, grafici ed un questionario di dieci domande di autovalutazione con quattro possibili risposte di cui solo una corretta e tre distrattori, oltre un file di riepilogo relativo agli obiettivi ed alla struttura in paragrafi della lezione.
- Didattica erogativa sincrona che si compone di una web conference per CFU e di un elaborato per insegnamento, differenziato in termini di difficoltà rispetto all'ampiezza dei CFU assegnati. L'obiettivo della didattica erogativa in modalità sincrona è assicurare tutte quelle attività che tipicamente richiedono apprendimenti "in situazione" o rapporto "face to face", quali laboratori, seminari, esperienze sul campo, tirocini, ecc., tenendo conto anche delle metodologie a carattere innovativo e volte a favorire l'interazione docente-studenti e tra studenti.

Nelle suddette attività convergono molteplici strumenti didattici, che agiscono in modo sinergico sul percorso di formazione ed apprendimento dello studente. La partecipazione attiva alle suddette attività ha come obiettivo quello di stimolare gli studenti lungo tutto il percorso didattico e garantisce loro la possibilità di ottenere una valutazione aggiuntiva che si sommerà alla valutazione dell'esame finale.

Sono altresì escluse le ore di tutorato didattico disciplinare, cioè la mera ripetizione di contenuti già proposti nella forma erogativa attraverso colloqui di recupero o approfondimento one-to-one.

Modalità e criteri di valutazione dell'apprendimento

La modalità e criteri di valutazione dell'apprendimento dovranno tener conto di quanto segue:

- i risultati delle prove intermedie (le prove intermedie consistono nello svolgimento di un test a risposta multipla con 30 domande; per ogni domanda lo studente deve scegliere una delle 4 possibili risposte, di cui solo una è corretta);
- la qualità della partecipazione alle attività on line (frequenza e qualità degli interventi monitorabili attraverso la piattaforma, elaborati, didattica sincrona);
- i risultati della prova finale in presenza (in forma orale).

Sia i quesiti in forma orale che i quesiti in forma scritta sono formulati per valutare il grado di comprensione delle nozioni teoriche e la capacità di sviluppare il ragionamento utilizzando le nozioni acquisite. I quesiti che richiedono l'elaborazione di un ragionamento consentiranno di valutare il livello di competenza e l'autonomia di giudizio maturati dallo studente.

Le abilità di comunicazione e la capacità di apprendimento saranno valutate attraverso le interazioni dirette tra docente e studente che avranno luogo durante la fruizione del corso (videoconferenze, e-tivity report, studio di casi elaborati) proposti dal docente o dal tutor.

Criteri di misurazione dell'apprendimento e attribuzione del voto finale

Sia lo svolgimento dell'elaborato, sia la presenza attiva durante le web conference prevedono un giudizio, da parte del docente, fino a un massimo di 2 punti. Lo studente può prendere parte ad entrambe le attività, fermo restando che la votazione massima raggiungibile è sempre di 2 punti.

La valutazione dell'elaborato può essere sufficiente (1 punto premiale) o non sufficiente (0 punti premiali).

La premialità massima per le web conference è di un punto sul voto di esame. Ogni studente può partecipare a tutte le web conference erogate. Per ciascuna di esse, il superamento del test finale di apprendimento – che richiede almeno quattro risposte corrette su cinque domande relative al tema trattato – consente di ottenere un punteggio pari a 0,5. Una volta raggiunto un punteggio totale di 1, allo studente viene riconosciuta la premialità.

È data facoltà allo studente di partecipare o meno alla didattica erogativa sincrona.

La valutazione finale ha lo scopo di misurare il raggiungimento degli obiettivi di apprendimento definiti alla base dell'insegnamento. Il giudizio riguarda l'intero percorso formativo del singolo insegnamento ed è di tipo sommativo.

Il voto finale dell'esame di profitto tiene conto del punteggio che lo studente può aver ottenuto partecipando correttamente alla didattica erogativa sincrona e deriva, quindi, dalla somma delle due valutazioni. Il voto derivante dalla didattica sincrona verrà sommato al voto della prova intermedia.

Il voto della prova finale è compreso tra 0 a 2 punti, da sommare al punteggio della prova intermedia.

Il voto minimo utile al superamento dell'esame di profitto è di diciotto trentesimi.

Ciascun esame dovrà essere composto da un numero di domande idonee a garantire la possibilità di conseguire la lode, in ottemperanza alle norme Europee sul Diploma Supplement. L'attribuzione della lode è concessa esclusivamente allo studente che ha risposto positivamente ad almeno 31 domande.

Materiale didattico utilizzato

Il materiale didattico utilizzato può riguardare:

- Videolezioni
- Dispense predisposte dal docente e/o slide del docente
- Materiali predisposti per le lezioni sincrone

- Testo di riferimento suggerito dal docente (facoltativo).

Il materiale didattico è sempre disponibile in piattaforma e consultabile dallo studente nei tempi e nelle modalità ad egli più affini.

ECONOMIA DELL'INNOVAZIONE INDUSTRIALE	
Settore Scientifico Disciplinare	ECON-07/A
Anno di corso	II Anno
Tipologia di attività formativa	Base ☐ Caratterizzante ☐ Affine X Altre attività ☐
Numero di crediti	9 CFU
Docente	In corso di definizione
Modalità di iscrizione e di gestione dei rapporti con gli studenti	L'iscrizione ed i rapporti con gli studenti sono gestiti mediante la piattaforma informatica che permette l'iscrizione ai corsi, la fruizione delle lezioni, la partecipazione a forum e tutoraggi, il download del materiale didattico e la comunicazione con il docente. Un tutor assisterà gli studenti nello svolgimento di queste attività.

Obiettivi formativi specifici

Il corso fornisce gli strumenti teorici e applicativi per comprendere i processi di innovazione nelle imprese e nei sistemi industriali, analizzandone gli impatti economici, competitivi e organizzativi. Gli studenti acquisiranno competenze nella valutazione economica delle tecnologie, nella gestione strategica dell'innovazione e nelle politiche industriali per la competitività. Saranno inoltre in grado di interpretare dinamiche di mercato legate alla diffusione tecnologica e formulare decisioni informate in contesti caratterizzati da rapido cambiamento.

Risultati di apprendimento specifici

Conoscenza e capacità di comprensione

Lo studente acquisisce conoscenze sui principi dell'economia dell'innovazione, sulle politiche industriali, sui mercati tecnologici e sulle dinamiche competitive. Sarà in grado di comprendere il ruolo dell'innovazione nei processi industriali, di analizzare le relazioni tra ricerca, sviluppo e produzione e di interpretare l'impatto economico delle scelte innovative.

Capacità di applicare conoscenza e comprensione

Lo studente sarà in grado di applicare le conoscenze acquisite all'analisi dei processi di innovazione industriale, alla valutazione economica di progetti innovativi e all'identificazione di strategie competitive efficaci. Le esercitazioni e i laboratori consentiranno di sviluppare competenze operative nell'uso di strumenti per la pianificazione, il monitoraggio e la gestione dei progetti di innovazione.

Autonomia di giudizio

Il corso sviluppa la capacità dello studente di valutare criticamente le iniziative di innovazione industriale, di selezionare strategie tecnologiche e organizzative adeguate e di prendere decisioni autonome basate su dati economici, analisi di mercato e indicatori di performance. Lo studente sarà in grado di proporre soluzioni innovative e sostenibili nei contesti industriali reali.

Abilità comunicative

Lo studente acquisirà la capacità di comunicare in modo chiaro ed efficace idee, strategie e risultati legati all'innovazione industriale. Sarà in grado di redigere report, presentare progetti innovativi e argomentare le proprie scelte metodologiche a colleghi, docenti e stakeholder.

Capacità di apprendimento

Il corso fornisce allo studente le basi per sviluppare autonomia nello studio e nell'aggiornamento continuo sulle metodologie e sugli strumenti per la gestione dell'innovazione. Le competenze acquisite permetteranno di affrontare problemi complessi, applicare metodi avanzati per la valutazione economica e tecnologica e mantenere un approccio critico e creativo nella gestione dei processi di innovazione industriale.

Programma didattico

- | | |
|---|--|
| 1. Introduzione al corso e concetti chiave di innovazione industriale | 30. Analisi dei risultati di innovazione in contesti industriali |
| 2. Economia dell'innovazione: definizioni e modelli | 31. Innovazione collaborativa e open innovation |
| 3. Dinamiche dei mercati tecnologici | 32. Reti industriali e ecosistemi tecnologici |
| 4. Strategie competitive e innovazione | 33. Innovazione e gestione del cambiamento organizzativo |
| 5. Ciclo di vita dei prodotti e innovazione | 34. Strategie di commercializzazione dei prodotti innovativi |
| 6. Fonti di innovazione: interna ed esterna | 35. Pianificazione strategica dell'innovazione |
| 7. Gestione della proprietà intellettuale | 36. Innovazioni di successo |
| 8. Politiche industriali e incentivi all'innovazione | 37. Innovazioni fallite: lezioni apprese |
| 9. Modelli di business innovativi | 38. Project management per l'innovazione |
| 10. Valutazione economica dei progetti innovativi | 39. Tecniche di valutazione dei partner e fornitori tecnologici |
| 11. Analisi dei costi e benefici delle innovazioni | 40. Analisi dei dati e supporto alle decisioni innovative |
| 12. Rischi e incertezze nei processi innovativi | 41. Strumenti digitali per l'innovazione industriale |
| 13. Tecniche di finanziamento per progetti innovativi | 42. Simulazione di scenari industriali innovativi |
| 14. Innovazione incrementale e radicale | 43. Valutazione dei rischi tecnologici |
| 15. Innovazione di processo e organizzativa | 44. Valutazione dei rischi economici e finanziari |
| 16. Innovazione tecnologica nei sistemi produttivi | 45. Analisi dei brevetti e proprietà intellettuale |
| 17. Analisi dei trend tecnologici e scenari industriali | 46. Innovazione e sostenibilità ambientale |
| 18. Benchmarking e best practice nell'innovazione | 47. Progettazione e simulazione di un processo innovativo |
| 19. Metodi quantitativi per la valutazione dell'innovazione | 48. Business model canvas per l'innovazione |
| 20. Analisi del valore e ritorno sugli investimenti innovativi | 49. Presentazione e discussione dei risultati dei laboratori |
| 21. Sistemi di gestione dell'innovazione | 50. Integrazione tra strategia, economia e tecnologia |
| 22. Strumenti per la gestione dei progetti innovativi | 51. Strumenti per la governance dei processi innovativi |
| 23. Simulazione di un progetto innovativo | 52. Applicazioni industriali reali di innovazione |
| 24. Valutazione economica di un progetto | 53. Sintesi del corso e collegamenti interdisciplinari |
| 25. Innovazione sostenibile e responsabilità sociale | 54. Prospettive professionali e aggiornamento continuo |
| 26. Innovazione digitale e Industria 4.0 | |
| 27. Innovazione nei processi logistici e produttivi | |
| 28. Innovazione nei servizi industriali | |
| 29. Metodi di monitoraggio delle performance innovative | |

Tipologie di attività didattiche previste e relative modalità di svolgimento

Ogni Macro-argomento è articolato in 15-17 videolezioni da 30 min. corredate da dispense, slide e test di apprendimento.

Per ogni insegnamento sono previste sino a 6 videolezioni (n.1 CFU) di didattica innovativa secondo modalità definite dal docente di riferimento.

Le videolezioni sono progettate in modo da fornire allo studente una solida base di conoscenze e competenze necessarie per comprendere e gestire i processi di innovazione all'interno delle imprese industriali. Sarà sviluppata la capacità di integrare strumenti economici, finanziari e gestionali per supportare decisioni strategiche nell'ambito dell'innovazione.

Il modello didattico adottato prevede l'erogazione online sia della didattica erogativa asincrona sia della didattica sincrona. Per le attività di autoapprendimento sono previste n.18 ore di studio individuale per ogni CFU.

Le dispense e i test di autovalutazione predisposti dai docenti titolari dell'insegnamento sono resi disponibili sulla piattaforma. L'Ateneo prevede di norma, per ogni CFU, un totale di almeno 7 ore di didattica. La didattica erogativa è perciò effettuata per l'80% in modalità asincrona, articolata in un numero di videolezioni coerente ai CFU complessivi del singolo insegnamento, corredate da materiale didattico adeguato allo studio individuale e, per almeno il 20%, in modalità sincrona.

Le attività didattiche si distinguono in:

- Didattica erogativa asincrona che prevede per ogni ora una videolezione registrata, una dispensa corredata da riferimenti bibliografici, note, tabelle, immagini, grafici ed un questionario di dieci domande di autovalutazione con quattro possibili risposte di cui solo una corretta e tre distrattori, oltre un file di riepilogo relativo agli obiettivi ed alla struttura in paragrafi della lezione.
- Didattica erogativa sincrona che si compone di una web conference per CFU e di un elaborato per insegnamento, differenziato in termini di difficoltà rispetto all'ampiezza dei CFU assegnati. L'obiettivo della didattica erogativa in modalità sincrona è assicurare tutte quelle attività che tipicamente richiedono apprendimenti "in situazione" o rapporto "face to face", quali laboratori, seminari, esperienze sul campo, tirocini, ecc., tenendo conto anche delle metodologie a carattere innovativo e volte a favorire l'interazione docente-studenti e tra studenti.

Nelle suddette attività convergono molteplici strumenti didattici, che agiscono in modo sinergico sul percorso di formazione ed apprendimento dello studente. La partecipazione attiva alle suddette attività ha come obiettivo quello di stimolare gli studenti lungo tutto il percorso didattico e garantisce loro la possibilità di ottenere una valutazione aggiuntiva che si sommerà alla valutazione dell'esame finale.

Sono altresì escluse le ore di tutorato didattico disciplinare, cioè la mera ripetizione di contenuti già proposti nella forma erogativa attraverso colloqui di recupero o approfondimento one-to-one.

Modalità e criteri di valutazione dell'apprendimento

La modalità e criteri di valutazione dell'apprendimento dovranno tener conto di quanto segue:

- i risultati delle prove intermedie (le prove intermedie consistono nello svolgimento di un test a risposta multipla con 30 domande; per ogni domanda lo studente deve scegliere una delle 4 possibili risposte, di cui solo una è corretta);

- la qualità della partecipazione alle attività on line (frequenza e qualità degli interventi monitorabili attraverso la piattaforma, elaborati, didattica sincrona);
- i risultati della prova finale in presenza (in forma orale).

Sia i quesiti in forma orale che i quesiti in forma scritta sono formulati per valutare il grado di comprensione delle nozioni teoriche e la capacità di sviluppare il ragionamento utilizzando le nozioni acquisite. I quesiti che richiedono l'elaborazione di un ragionamento consentiranno di valutare il livello di competenza e l'autonomia di giudizio maturati dallo studente.

Le abilità di comunicazione e la capacità di apprendimento saranno valutate attraverso le interazioni dirette tra docente e studente che avranno luogo durante la fruizione del corso (videoconferenze, e-tivity report, studio di casi elaborati) proposti dal docente o dal tutor.

Criteri di misurazione dell'apprendimento e attribuzione del voto finale

Sia lo svolgimento dell'elaborato, sia la presenza attiva durante le web conference prevedono un giudizio, da parte del docente, fino a un massimo di 2 punti. Lo studente può prendere parte ad entrambe le attività, fermo restando che la votazione massima raggiungibile è sempre di 2 punti.

La valutazione dell'elaborato può essere sufficiente (1 punto premiale) o non sufficiente (0 punti premiali).

La premialità massima per le web conference è di un punto sul voto di esame. Ogni studente può partecipare a tutte le web conference erogate. Per ciascuna di esse, il superamento del test finale di apprendimento – che richiede almeno quattro risposte corrette su cinque domande relative al tema trattato – consente di ottenere un punteggio pari a 0,5. Una volta raggiunto un punteggio totale di 1, allo studente viene riconosciuta la premialità.

È data facoltà allo studente di partecipare o meno alla didattica erogativa sincrona.

La valutazione finale ha lo scopo di misurare il raggiungimento degli obiettivi di apprendimento definiti alla base dell'insegnamento. Il giudizio riguarda l'intero percorso formativo del singolo insegnamento ed è di tipo sommativo.

Il voto finale dell'esame di profitto tiene conto del punteggio che lo studente può aver ottenuto partecipando correttamente alla didattica erogativa sincrona e deriva, quindi, dalla somma delle due valutazioni. Il voto derivante dalla didattica sincrona verrà sommato al voto della prova intermedia.

Il voto della prova finale è compreso tra 0 a 2 punti, da sommare al punteggio della prova intermedia.

Il voto minimo utile al superamento dell'esame di profitto è di diciotto trentesimi.

Ciascun esame dovrà essere composto da un numero di domande idonee a garantire la possibilità di conseguire la lode, in ottemperanza alle norme Europee sul Diploma Supplement. L'attribuzione della lode è concessa esclusivamente allo studente che ha risposto positivamente ad almeno 31 domande.

Materiale didattico utilizzato

Il materiale didattico utilizzato può riguardare:

- Videolezioni
- Dispense predisposte dal docente e/o slide del docente
- Materiali predisposti per le lezioni sincrone
- Testo di riferimento suggerito dal docente (facoltativo).

Il materiale didattico è sempre disponibile in piattaforma e consultabile dallo studente nei tempi e nelle modalità ad egli più affini.

MISURE E COLLAUDI DI MACCHINE E IMPIANTI ELETTRICI	
Settore Scientifico Disciplinare	IMIS-01/B
Anno di corso	II Anno
Tipologia di attività formativa	Base ☐ Caratterizzante ☐ Affine X Altre attività ☐
Numero di crediti	9 CFU
Docente	In corso di definizione
Modalità di iscrizione e di gestione dei rapporti con gli studenti	L'iscrizione ed i rapporti con gli studenti sono gestiti mediante la piattaforma informatica che permette l'iscrizione ai corsi, la fruizione delle lezioni, la partecipazione a forum e tutoraggi, il download del materiale didattico e la comunicazione con il docente. Un tutor assisterà gli studenti nello svolgimento di queste attività.

Obiettivi formativi specifici

Il corso fornisce una conoscenza approfondita dei principi, delle metodologie e delle tecniche di misura applicate alle macchine e agli impianti elettrici. Vengono trattati i fondamenti delle misure elettriche in regime stazionario e dinamico, con particolare attenzione alla caratterizzazione dei principali parametri elettrici, magnetici e meccanici delle macchine statiche e rotanti e degli apparati di conversione dell'energia, includendo anche le problematiche di misura introdotte dai moderni sistemi elettrici intelligenti. Sono presentati i criteri di scelta e utilizzo della strumentazione e delle sonde, le tecniche di misura diretta e indiretta, l'analisi delle incertezze e la valutazione metrologica dei risultati. È fornita una trattazione delle procedure di prova e collaudo su macchine e componenti di impianto, comprendendo le verifiche funzionali e le misure prestazionali sugli impianti fotovoltaici, nonché le tecniche di acquisizione e analisi del segnale nei contesti di rete evoluti, quali smart grid, e l'impiego di misure per la valutazione del comportamento dinamico dei sistemi elettrici. Le normative tecniche di riferimento per la sicurezza elettrica, il collaudo funzionale e la verifica delle prestazioni sono richiamate per la corretta esecuzione delle prove. Al termine del corso lo studente sarà in grado di progettare, eseguire e interpretare una campagna di misura e collaudo su sistemi elettrici complessi, applicando criteri metrologici e procedure adeguati sia agli impianti tradizionali sia alle configurazioni di rete moderne.

Risultati di apprendimento specifici

Conoscenza e capacità di comprensione

Lo studente acquisisce conoscenze approfondite sui principi di funzionamento delle macchine elettriche, sui metodi di misura di tensione, corrente, potenza e grandezze meccaniche associate, nonché sulle tecniche di collaudo e verifica della conformità alle specifiche. Sarà in grado di comprendere le relazioni tra grandezze elettriche e prestazioni delle macchine, le interazioni con l'impianto elettrico e le implicazioni di sicurezza e affidabilità.

Capacità di applicare conoscenza e comprensione

Lo studente sarà in grado di applicare le conoscenze acquisite nell'esecuzione di prove pratiche su macchine e impianti elettrici, nel calcolo dei parametri caratteristici, nell'analisi dei dati sperimentali e nell'interpretazione dei risultati. Le esercitazioni pratiche e i laboratori forniranno competenze operative nell'uso di strumenti di misura, sistemi di acquisizione dati e metodologie di collaudo secondo standard industriali.

Autonomia di giudizio

Il corso sviluppa la capacità dello studente di valutare criticamente le prestazioni delle macchine elettriche e degli impianti, identificare eventuali anomalie, proporre interventi correttivi e selezionare metodi di misura e collaudo appropriati. Lo studente sarà in grado di formulare giudizi autonomi basati su dati sperimentali, conoscenze teoriche e norme tecniche di riferimento.

Abilità comunicative

Lo studente acquisirà la capacità di descrivere e argomentare i risultati delle misure e dei collaudi in modo chiaro e preciso. Sarà in grado di redigere report tecnici, presentare analisi di laboratorio e discutere le conclusioni relative alla sicurezza, all'efficienza e alle prestazioni delle macchine e degli impianti elettrici.

Capacità di apprendimento

Il corso fornisce allo studente le basi per sviluppare autonomia nello studio e nell'aggiornamento continuo delle metodologie di misura, collaudo e verifica di impianti elettrici complessi. Le competenze acquisite permetteranno di affrontare problemi applicativi reali, utilizzare strumenti avanzati di misura e collaudo e aggiornarsi sulle normative e tecnologie emergenti nel settore elettrico.

Programma didattico

- | | |
|---|---|
| 1. Introduzione al corso e obiettivi formativi | 18. Strumenti per misure meccaniche collegate a macchine elettriche |
| 2. Richiami di elettrotecnica di base | 19. Tecniche di calibrazione e taratura della strumentazione |
| 3. Grandezze elettriche fondamentali: tensione, corrente, potenza | 20. Metodi di campionamento e riduzione degli errori di misura |
| 4. Strumentazione di misura: multimetri, amperometri, voltmetri | 21. Analisi dei dati e statistiche applicate alle misure |
| 5. Strumenti avanzati: oscilloscopi, analizzatori di rete | 22. Verifica dei rendimenti delle macchine elettriche |
| 6. Tecniche di misura diretta e indiretta | 23. Collaudi dei sistemi di avviamento e frenatura |
| 7. Sistemi di acquisizione dati e sensori | 24. Analisi dei carichi e delle condizioni operative |
| 8. Misura della resistenza, induttanza e capacità | 25. Misure e collaudi nei sistemi di automazione elettrica |
| 9. Misura di grandezze elettriche nei circuiti trifase | 26. Prove di continuità e interruzione in impianti industriali |
| 10. Misura della potenza attiva, reattiva e apparente | 27. Collaudi di impianti a bassa tensione |
| 11. Misura dell'efficienza e delle perdite nelle macchine elettriche | 28. Collaudi di impianti a media e alta tensione |
| 12. Verifica dei parametri elettrici nei motori in corrente continua | 29. Tecniche di misura nei convertitori elettronici di potenza |
| 13. Verifica dei parametri elettrici nei motori in corrente alternata | 30. Analisi armonica e distorsioni di rete |
| 14. Misura delle prestazioni dei trasformatori | 31. Verifica delle protezioni differenziali e magnetotermiche |
| 15. Collaudi di protezione e sicurezza elettrica | 32. Collaudi dei sistemi di comando e controllo |
| 16. Prove di isolamento e continuità | |
| 17. Misure di temperatura, vibrazione e rumore | |

- | | |
|---|---|
| 33. Misure di corrente di spunto e correnti di guasto | 47. Discussione di casi reali di collaudo industriale |
| 34. Prove di sicurezza secondo normative CEI | 48. Strategie di manutenzione predittiva e diagnostica |
| 35. Test di compatibilità elettromagnetica | 49. Sicurezza e affidabilità nei collaudi industriali |
| 36. Collaudi di sistemi di illuminazione industriale | 50. Normative e standard di riferimento per misure e collaudi |
| 37. Misure su motori in corrente continua | 51. Integrazione tra misure elettriche e meccaniche |
| 38. Misure su motori in corrente alternata | 52. Valutazione complessiva delle prestazioni degli impianti |
| 39. Collaudo di trasformatori | 53. Sintesi del corso e richiami concettuali |
| 40. Misure di potenza e rendimento | 54. Applicazioni professionali e prospettive future |
| 41. Prove di isolamento e continuità | |
| 42. Misure su convertitori di potenza | |
| 43. Analisi armonica e distorsioni | |
| 44. Collaudo di sistemi di automazione | |
| 45. Misure meccaniche associate a macchine elettriche | |
| 46. Analisi dei risultati dei laboratori e interpretazione dati | |

Tipologie di attività didattiche previste e relative modalità di svolgimento

Ogni Macro-argomento è articolato in 15-17 videolezioni da 30 min. corredate da dispense, slide e test di apprendimento.

Per ogni insegnamento sono previste sino a 6 videolezioni (n.1 CFU) di didattica innovativa secondo modalità definite dal docente di riferimento.

Le videolezioni sono progettate in modo da fornire allo studente una solida base di conoscenze e competenze necessarie per effettuare misure, collaudi e prove su macchine elettriche e impianti elettrici. Al termine del corso, lo studente sarà in grado di pianificare, eseguire e interpretare misure e test su impianti elettrici complessi.

Il modello didattico adottato prevede l'erogazione online sia della didattica erogativa asincrona sia della didattica sincrona. Per le attività di autoapprendimento sono previste n.18 ore di studio individuale per ogni CFU.

Le dispense e i test di autovalutazione predisposti dai docenti titolari dell'insegnamento sono resi disponibili sulla piattaforma. L'Ateneo prevede di norma, per ogni CFU, un totale di almeno 7 ore di didattica. La didattica erogativa è perciò effettuata per l'80% in modalità asincrona, articolata in un numero di videolezioni coerente ai CFU complessivi del singolo insegnamento, corredate da materiale didattico adeguato allo studio individuale e, per almeno il 20%, in modalità sincrona.

Le attività didattiche si distinguono in:

- Didattica erogativa asincrona che prevede per ogni ora una videolezione registrata, una dispensa corredata da riferimenti bibliografici, note, tabelle, immagini, grafici ed un questionario di dieci domande di autovalutazione con quattro possibili risposte di cui solo una corretta e tre distrattori, oltre un file di riepilogo relativo agli obiettivi ed alla struttura in paragrafi della lezione.
- Didattica erogativa sincrona che si compone di una web conference per CFU e di un elaborato per insegnamento, differenziato in termini di difficoltà rispetto all'ampiezza dei CFU assegnati. L'obiettivo della didattica erogativa in modalità sincrona è assicurare tutte quelle attività che tipicamente richiedono apprendimenti "in situazione" o rapporto "face to face", quali laboratori, seminari, esperienze sul campo, tirocini, ecc., tenendo conto anche delle metodologie a carattere innovativo e volte a favorire l'interazione docente-studenti e tra studenti.

Nelle suddette attività convergono molteplici strumenti didattici, che agiscono in modo sinergico sul percorso di formazione ed apprendimento dello studente. La partecipazione attiva alle suddette attività ha come obiettivo quello di stimolare gli studenti lungo tutto il percorso didattico e garantisce loro la possibilità di ottenere una valutazione aggiuntiva che si sommerà alla valutazione dell'esame finale.

Sono altresì escluse le ore di tutorato didattico disciplinare, cioè la mera ripetizione di contenuti già proposti nella forma erogativa attraverso colloqui di recupero o approfondimento one-to-one.

Modalità e criteri di valutazione dell'apprendimento

La modalità e criteri di valutazione dell'apprendimento dovranno tener conto di quanto segue:

- i risultati delle prove intermedie (le prove intermedie consistono nello svolgimento di un test a risposta multipla con 30 domande; per ogni domanda lo studente deve scegliere una delle 4 possibili risposte, di cui solo una è corretta);
- la qualità della partecipazione alle attività on line (frequenza e qualità degli interventi monitorabili attraverso la piattaforma, elaborati, didattica sincrona);
- i risultati della prova finale in presenza (in forma orale).

Sia i quesiti in forma orale che i quesiti in forma scritta sono formulati per valutare il grado di comprensione delle nozioni teoriche e la capacità di sviluppare il ragionamento utilizzando le nozioni acquisite. I quesiti che richiedono l'elaborazione di un ragionamento consentiranno di valutare il livello di competenza e l'autonomia di giudizio maturati dallo studente.

Le abilità di comunicazione e la capacità di apprendimento saranno valutate attraverso le interazioni dirette tra docente e studente che avranno luogo durante la fruizione del corso (videoconferenze, e-tivity report, studio di casi elaborati) proposti dal docente o dal tutor.

Criteri di misurazione dell'apprendimento e attribuzione del voto finale

Sia lo svolgimento dell'elaborato, sia la presenza attiva durante le web conference prevedono un giudizio, da parte del docente, fino a un massimo di 2 punti. Lo studente può prendere parte ad entrambe le attività, fermo restando che la votazione massima raggiungibile è sempre di 2 punti.

La valutazione dell'elaborato può essere sufficiente (1 punto premiale) o non sufficiente (0 punti premiali).

La premialità massima per le web conference è di un punto sul voto di esame. Ogni studente può partecipare a tutte le web conference erogate. Per ciascuna di esse, il superamento del test finale di apprendimento – che richiede almeno quattro risposte corrette su cinque domande relative al tema trattato – consente di ottenere un punteggio pari a 0,5. Una volta raggiunto un punteggio totale di 1, allo studente viene riconosciuta la premialità.

È data facoltà allo studente di partecipare o meno alla didattica erogativa sincrona.

La valutazione finale ha lo scopo di misurare il raggiungimento degli obiettivi di apprendimento definiti alla base dell'insegnamento. Il giudizio riguarda l'intero percorso formativo del singolo insegnamento ed è di tipo sommativo.

Il voto finale dell'esame di profitto tiene conto del punteggio che lo studente può aver ottenuto partecipando correttamente alla didattica erogativa sincrona e deriva, quindi, dalla somma delle due valutazioni. Il voto derivante dalla didattica sincrona verrà sommato al voto della prova intermedia.

Il voto della prova finale è compreso tra 0 a 2 punti, da sommare al punteggio della prova intermedia.

Il voto minimo utile al superamento dell'esame di profitto è di diciotto trentesimi.

Ciascun esame dovrà essere composto da un numero di domande idonee a garantire la possibilità di conseguire la lode, in ottemperanza alle norme Europee sul Diploma Supplement. L'attribuzione della lode è concessa esclusivamente allo studente che ha risposto positivamente ad almeno 31 domande.

Materiale didattico utilizzato

Il materiale didattico utilizzato può riguardare:

- Videolezioni
- Dispense predisposte dal docente e/o slide del docente
- Materiali predisposti per le lezioni sincrone
- Testo di riferimento suggerito dal docente (facoltativo).

Il materiale didattico è sempre disponibile in piattaforma e consultabile dallo studente nei tempi e nelle modalità ad egli più affini.

2. Curriculum: Industria e Innovazione digitale

Anno	Attività	SSD	Insegnamento	CFU
I	CARATTERIZZANTI	IIND-02/A	Robotica Industriale e Cobot	6
	CARATTERIZZANTI	IIND-02/A	Meccatronica per la Produzione	6
	CARATTERIZZANTI	IIND-03/A	Progettazione meccanica avanzata	9
	CARATTERIZZANTI	IIND-03/B	Modellazione e Metodi dell'Ingegneria Industriale	6
	CARATTERIZZANTI	IIND-04/A	Tecnologie Speciali di Produzione	9
	CARATTERIZZANTI	IIND-05/A	Smart Factory	6
	AFFINI	IIND-05/A	Digital Twin e Simulazione di Linee	9
	ALTRE ATTIVITÀ		Ulteriori conoscenze linguistiche	3
	ALTRE ATTIVITÀ		Abilità informatiche e telematiche	3
II	CARATTERIZZANTI	IMIS-01/A	Misure Meccaniche e termiche	6
	AFFINI	IEGE-01/A	Economia e gestione dei progetti e dell'innovazione	9
	AFFINI	IINF-04/A	Fondamenti di automatica	9
	AFFINI	IINF-05/A	Sensoristica Industriale e Industrial IoT (opzionale con IMIS-01/B)	6
	AFFINI	IMIS-01/B	Misure e collaudi di macchine e impianti elettrici (opzionale con IINF-05/A)	
	ALTRE ATTIVITÀ		Un insegnamento a scelta tra tre opzionali	9
	ALTRE ATTIVITÀ		Tirocini formativi e di orientamento	12
	ALTRE ATTIVITÀ		Prova finale	12
TOTALE				120

Schede didattiche dei singoli insegnamenti

La progettazione didattica di dettaglio dei singoli insegnamenti avviene, da parte dei docenti sotto la supervisione del coordinatore del Corso di Laurea, attraverso compilazione delle schede di progettazione. Gli insegnamenti a scelta vengono pianificati entro giugno dell'anno solare di inizio dell'attività accademica.

Di seguito si presentano le schede di progettazione didattica dei singoli corsi per ordine di anno accademico.

ROBOTICA INDUSTRIALE E COBOT	
Settore Scientifico Disciplinare	IIND-02/A
Anno di corso	I Anno
Tipologia di attività formativa	Base ☐ Caratterizzante X Affine ☐ Altre attività ☐
Numero di crediti	6 CFU
Docente	In corso di definizione
Modalità di iscrizione e di gestione dei rapporti con gli studenti	L'iscrizione ed i rapporti con gli studenti sono gestiti mediante la piattaforma informatica che permette l'iscrizione ai corsi, la fruizione delle lezioni, la partecipazione a forum e tutoraggi, il download del materiale didattico e la comunicazione con il docente. Un tutor assisterà gli studenti nello svolgimento di queste attività.

Obiettivi formativi specifici

Il corso approfondisce i principi di progettazione, programmazione e integrazione dei robot industriali e collaborativi nei sistemi produttivi. Fornisce competenze su cinematica, dinamica, sicurezza e interazione uomo-macchina. Sviluppa abilità nella configurazione di celle robotizzate, nella scelta dei sensori e nell'ottimizzazione dei processi automatizzati. Promuove l'adozione di soluzioni robotiche flessibili e innovative per l'industria 4.0.

Risultati di apprendimento specifici

Conoscenza e capacità di comprensione

Lo studente maturerà una solida conoscenza dei fondamenti della robotica industriale e collaborativa, comprendendo la struttura e il funzionamento dei robot, dei loro componenti meccanici, elettrici ed elettronici e dei sistemi di controllo. Acquisirà la capacità di comprendere i principi della cinematica e della movimentazione dei robot nello spazio, le logiche di funzionamento dei sensori e degli attuatori, nonché i principali linguaggi e ambienti di programmazione utilizzati in ambito industriale. Saranno inoltre approfonditi gli aspetti normativi e di sicurezza, con particolare riferimento agli standard che regolano l'uso dei cobot negli ambienti di lavoro condivisi con l'uomo.

Capacità di applicare conoscenza e comprensione

Al termine del corso lo studente sarà in grado di applicare le conoscenze acquisite per programmare e utilizzare robot industriali e collaborativi in semplici contesti applicativi. Saprà impostare cicli di lavoro, definire traiettorie e parametri operativi, utilizzare strumenti di simulazione e configurare celle robotizzate di base. Lo studente sarà inoltre in grado di integrare un robot o un cobot all'interno di un processo produttivo, valutando le esigenze operative, produttive e di sicurezza, e di intervenire nella risoluzione di problematiche tecniche legate al funzionamento del sistema.

Autonomia di giudizio

Il corso favorisce lo sviluppo dell'autonomia di giudizio attraverso l'analisi di casi applicativi e situazioni reali tipiche dell'industria automatizzata. Lo studente sarà in grado di valutare in

modo critico l'adozione di soluzioni robotiche, distinguendo tra robot industriali tradizionali e cobot in funzione del contesto produttivo. Saprà inoltre considerare aspetti quali efficienza, flessibilità, sicurezza e sostenibilità, formulando valutazioni motivate sulle scelte tecnologiche e progettuali.

Abilità comunicative

Al termine dell'insegnamento lo studente avrà sviluppato adeguate abilità comunicative per descrivere in modo chiaro e coerente il funzionamento di sistemi robotici e le soluzioni adottate. Sarà in grado di comunicare informazioni tecniche sia a interlocutori specialisti sia a figure non tecniche, utilizzando un linguaggio appropriato al contesto. Le attività svolte durante il corso contribuiranno inoltre a migliorare la capacità di lavorare in gruppo e di presentare oralmente o per iscritto le attività e i risultati ottenuti.

Capacità di apprendimento

L'insegnamento contribuisce a sviluppare nello studente la capacità di apprendimento autonomo, fondamentale in un settore caratterizzato da una rapida evoluzione tecnologica. Al termine del corso lo studente sarà in grado di aggiornare le proprie competenze attraverso lo studio di manuali tecnici, documentazione industriale e nuove piattaforme robotiche. Avrà inoltre acquisito un metodo di apprendimento che gli consentirà di adattarsi a nuove tecnologie, linguaggi di programmazione e applicazioni della robotica in diversi ambiti produttivi.

Programma didattico

- | | |
|--|--|
| 1. Introduzione alla robotica industriale e collaborativa | 20. Normative e standard di sicurezza per robot e cobot |
| 2. Evoluzione storica e scenari applicativi della robotica industriale | 21. Analisi dei rischi nelle applicazioni robotiche collaborative |
| 3. Classificazione dei robot industriali e dei cobot | 22. Celle robotizzate industriali: configurazione e layout |
| 4. Architettura generale di un sistema robotico | 23. Integrazione dei robot nei processi produttivi |
| 5. Struttura meccanica dei robot: assi, giunti e gradi di libertà | 24. Sistemi di visione artificiale per la robotica |
| 6. Sistemi di azionamento e attuatori nei robot industriali | 25. End-effector e utensili per robot industriali e cobot |
| 7. Sensori per la robotica industriale e collaborativa | 26. Programmazione collaborativa e apprendimento guidato |
| 8. Sistemi di controllo dei robot industriali | 27. Simulazione e programmazione offline dei robot |
| 9. Spazi di lavoro e sistemi di riferimento del robot | 28. Diagnostica, manutenzione e troubleshooting dei sistemi robotici |
| 10. Fondamenti di cinematica diretta | 29. Applicazioni di robotica industriale nell'assemblaggio |
| 11. Fondamenti di cinematica inversa | 30. Applicazioni di robotica industriale nella saldatura e nella manipolazione |
| 12. Traiettorie e movimenti del robot | 31. Applicazioni dei cobot nella logistica e nel packaging |
| 13. Precisione, ripetibilità e prestazioni dei robot industriali | 32. Robotica collaborativa e industria 4.0 |
| 14. Introduzione alla programmazione dei robot industriali | 33. Integrazione dei robot con sistemi PLC e reti industriali |
| 15. Linguaggi e ambienti di programmazione robotica | 34. Valutazione economica e produttiva delle soluzioni robotiche |
| 16. Programmazione dei movimenti e delle logiche operative | 35. Studio di casi reali di robotica industriale e collaborativa |
| 17. Introduzione ai robot collaborativi (cobot) | 36. Revisione finale e discussione di progetti applicativi |
| 18. Caratteristiche distintive e limiti operativi dei cobot | |
| 19. Interazione uomo-robot e collaborazione sicura | |

Tipologie di attività didattiche previste e relative modalità di svolgimento

Ogni Macro-argomento è articolato in 15-17 videolezioni da 30 min. corredate da dispense, slide e test di apprendimento.

Per ogni insegnamento sono previste sino a 6 videolezioni (n.1 CFU) di didattica innovativa secondo modalità definite dal docente di riferimento.

Le videolezioni sono progettate in modo da fornire allo studente le conoscenze teoriche e pratiche fondamentali della robotica industriale e collaborativa. Al termine del percorso formativo lo studente sarà in grado di comprendere l'architettura, il funzionamento e la programmazione dei robot industriali e dei cobot, nonché di valutarne l'impiego in contesti produttivi moderni.

Il modello didattico adottato prevede l'erogazione online sia della didattica erogativa asincrona sia della didattica sincrona. Per le attività di autoapprendimento sono previste n.18 ore di studio individuale per ogni CFU.

Le dispense e i test di autovalutazione predisposti dai docenti titolari dell'insegnamento sono resi disponibili sulla piattaforma. L'Ateneo prevede di norma, per ogni CFU, un totale di almeno 7 ore di didattica. La didattica erogativa è perciò effettuata per l'80% in modalità asincrona, articolata in un numero di videolezioni coerente ai CFU complessivi del singolo insegnamento, corredate da materiale didattico adeguato allo studio individuale e, per almeno il 20%, in modalità sincrona.

Le attività didattiche si distinguono in:

- Didattica erogativa asincrona che prevede per ogni ora una videolezione registrata, una dispensa corredata da riferimenti bibliografici, note, tabelle, immagini, grafici ed un questionario di dieci domande di autovalutazione con quattro possibili risposte di cui solo una corretta e tre distrattori, oltre un file di riepilogo relativo agli obiettivi ed alla struttura in paragrafi della lezione.
- Didattica erogativa sincrona che si compone di una web conference per CFU e di un elaborato per insegnamento, differenziato in termini di difficoltà rispetto all'ampiezza dei CFU assegnati. L'obiettivo della didattica erogativa in modalità sincrona è assicurare tutte quelle attività che tipicamente richiedono apprendimenti "in situazione" o rapporto "face to face", quali laboratori, seminari, esperienze sul campo, tirocini, ecc., tenendo conto anche delle metodologie a carattere innovativo e volte a favorire l'interazione docente-studenti e tra studenti.

Nelle suddette attività convergono molteplici strumenti didattici, che agiscono in modo sinergico sul percorso di formazione ed apprendimento dello studente. La partecipazione attiva alle suddette attività ha come obiettivo quello di stimolare gli studenti lungo tutto il percorso didattico e garantisce loro la possibilità di ottenere una valutazione aggiuntiva che si sommerà alla valutazione dell'esame finale.

Sono altresì escluse le ore di tutorato didattico disciplinare, cioè la mera ripetizione di contenuti già proposti nella forma erogativa attraverso colloqui di recupero o approfondimento one-to-one.

Modalità e criteri di valutazione dell'apprendimento

La modalità e criteri di valutazione dell'apprendimento dovranno tener conto di quanto segue:

- i risultati delle prove intermedie (le prove intermedie consistono nello svolgimento di un test a risposta multipla con 30 domande; per ogni domanda lo studente deve scegliere una delle 4 possibili risposte, di cui solo una è corretta);

- la qualità della partecipazione alle attività on line (frequenza e qualità degli interventi monitorabili attraverso la piattaforma, elaborati, didattica sincrona);
- i risultati della prova finale in presenza (in forma orale).

Sia i quesiti in forma orale che i quesiti in forma scritta sono formulati per valutare il grado di comprensione delle nozioni teoriche e la capacità di sviluppare il ragionamento utilizzando le nozioni acquisite. I quesiti che richiedono l'elaborazione di un ragionamento consentiranno di valutare il livello di competenza e l'autonomia di giudizio maturati dallo studente.

Le abilità di comunicazione e la capacità di apprendimento saranno valutate attraverso le interazioni dirette tra docente e studente che avranno luogo durante la fruizione del corso (videoconferenze, e-tivity report, studio di casi elaborati) proposti dal docente o dal tutor.

Criteri di misurazione dell'apprendimento e attribuzione del voto finale

Sia lo svolgimento dell'elaborato, sia la presenza attiva durante le web conference prevedono un giudizio, da parte del docente, fino a un massimo di 2 punti. Lo studente può prendere parte ad entrambe le attività, fermo restando che la votazione massima raggiungibile è sempre di 2 punti.

La valutazione dell'elaborato può essere sufficiente (1 punto premiale) o non sufficiente (0 punti premiali).

La premialità massima per le web conference è di un punto sul voto di esame. Ogni studente può partecipare a tutte le web conference erogate. Per ciascuna di esse, il superamento del test finale di apprendimento – che richiede almeno quattro risposte corrette su cinque domande relative al tema trattato – consente di ottenere un punteggio pari a 0,5. Una volta raggiunto un punteggio totale di 1, allo studente viene riconosciuta la premialità.

È data facoltà allo studente di partecipare o meno alla didattica erogativa sincrona.

La valutazione finale ha lo scopo di misurare il raggiungimento degli obiettivi di apprendimento definiti alla base dell'insegnamento. Il giudizio riguarda l'intero percorso formativo del singolo insegnamento ed è di tipo sommativo.

Il voto finale dell'esame di profitto tiene conto del punteggio che lo studente può aver ottenuto partecipando correttamente alla didattica erogativa sincrona e deriva, quindi, dalla somma delle due valutazioni. Il voto derivante dalla didattica sincrona verrà sommato al voto della prova intermedia.

Il voto della prova finale è compreso tra 0 a 2 punti, da sommare al punteggio della prova intermedia.

Il voto minimo utile al superamento dell'esame di profitto è di diciotto trentesimi.

Ciascun esame dovrà essere composto da un numero di domande idonee a garantire la possibilità di conseguire la lode, in ottemperanza alle norme Europee sul Diploma Supplement. L'attribuzione della lode è concessa esclusivamente allo studente che ha risposto positivamente ad almeno 31 domande.

Materiale didattico utilizzato

Il materiale didattico utilizzato può riguardare:

- Videolezioni
- Dispense predisposte dal docente e/o slide del docente
- Materiali predisposti per le lezioni sincrone
- Testo di riferimento suggerito dal docente (facoltativo).

Il materiale didattico è sempre disponibile in piattaforma e consultabile dallo studente nei tempi e nelle modalità ad egli più affini.

MECCATRONICA PER LA PRODUZIONE	
Settore Scientifico Disciplinare	IIND-02/A
Anno di corso	I Anno
Tipologia di attività formativa	Base ☐ Caratterizzante X Affine ☐ Altre attività ☐
Numero di crediti	6 CFU
Docente	In corso di definizione
Modalità di iscrizione e di gestione dei rapporti con gli studenti	L'iscrizione ed i rapporti con gli studenti sono gestiti mediante la piattaforma informatica che permette l'iscrizione ai corsi, la fruizione delle lezioni, la partecipazione a forum e tutoraggi, il download del materiale didattico e la comunicazione con il docente. Un tutor assisterà gli studenti nello svolgimento di queste attività.

Obiettivi formativi specifici

Il corso integra meccanica, elettronica, controllo e informatica applicata ai sistemi produttivi. Approfondisce l'analisi e la progettazione di sistemi meccatronici ad alte prestazioni per l'automazione industriale. Sviluppa competenze nella sensoristica, nell'attuazione e nella diagnostica avanzata. Favorisce un approccio interdisciplinare orientato all'innovazione e all'efficienza dei processi produttivi.

Risultati di apprendimento specifici

Conoscenza e capacità di comprensione

Lo studente acquisirà una conoscenza approfondita dei fondamenti della meccatronica applicata alla produzione industriale, comprendendo l'interazione tra componenti meccanici, sistemi di azionamento elettrico, sensori, attuatori e dispositivi di controllo. Saranno sviluppate capacità di comprensione dei principi di funzionamento dei sistemi automatici, delle architetture di controllo e delle logiche di regolazione. Lo studente comprenderà inoltre il ruolo dei sistemi meccatronici nell'ambito della produzione industriale moderna, con particolare riferimento all'automazione, alla digitalizzazione e all'industria 4.0.

Capacità di applicare conoscenza e comprensione

Al termine del corso lo studente sarà in grado di applicare le conoscenze acquisite all'analisi e alla gestione di sistemi meccatronici per la produzione. Saprà interpretare schemi meccanici, elettrici ed elettronici, utilizzare sensori e attuatori in applicazioni industriali, configurare sistemi di azionamento e contribuire alla programmazione di sistemi di controllo. Lo studente sarà inoltre in grado di collaborare alla progettazione e al miglioramento di linee produttive automatizzate, valutando aspetti funzionali, produttivi e di affidabilità.

Autonomia di giudizio

L'insegnamento favorisce lo sviluppo dell'autonomia di giudizio attraverso l'analisi di applicazioni reali e casi industriali. Lo studente sarà in grado di valutare criticamente le soluzioni meccatroniche adottate nei sistemi produttivi, confrontando alternative tecnologiche

in funzione delle esigenze operative. Saprà inoltre considerare aspetti quali efficienza, costi, manutenzione, sicurezza e sostenibilità, formulando giudizi motivati sulle scelte progettuali e operative.

Abilità comunicative

Al termine del percorso lo studente avrà sviluppato adeguate abilità comunicative per descrivere il funzionamento di sistemi meccatronici e processi produttivi automatizzati. Sarà in grado di comunicare informazioni tecniche in modo chiaro e coerente, sia in forma orale sia scritta, interagendo efficacemente con figure tecniche e non tecniche. Le attività svolte durante il corso contribuiranno inoltre a migliorare la capacità di lavoro in gruppo e di presentazione di soluzioni e risultati.

Capacità di apprendimento

Il corso contribuisce a sviluppare la capacità di apprendimento autonomo, fondamentale in un contesto industriale caratterizzato da continua evoluzione tecnologica. Al termine dell'insegnamento lo studente sarà in grado di aggiornare le proprie competenze attraverso lo studio di manuali tecnici, documentazione industriale e nuove tecnologie meccatroniche. Avrà inoltre acquisito un metodo di apprendimento che gli consentirà di adattarsi a nuovi sistemi produttivi, strumenti di automazione e soluzioni innovative.

Programma didattico

- | | |
|--|--|
| 1. Introduzione alla meccatronica per la produzione | 23. Sistemi di movimentazione e trasporto industriale |
| 2. Evoluzione dei sistemi produttivi industriali | 24. Integrazione di robot e sistemi meccatronici |
| 3. Integrazione meccanica, elettrica ed elettronica nei sistemi produttivi | 25. Sistemi di visione per la produzione industriale |
| 4. Elementi di meccanica applicata alla produzione | 26. Controllo qualità automatizzato |
| 5. Trasmissioni meccaniche e sistemi di movimentazione | 27. Introduzione ai sistemi cyber-fisici |
| 6. Azionamenti elettrici per applicazioni industriali | 28. Meccatronica e industria 4.0 |
| 7. Motori elettrici per la produzione automatizzata | 29. Digitalizzazione e monitoraggio dei processi produttivi |
| 8. Sensori industriali per il controllo dei processi produttivi | 30. Efficienza energetica nei sistemi meccatronici |
| 9. Attuatori nei sistemi meccatronici | 31. Analisi dei dati di produzione |
| 10. Fondamenti di automazione industriale | 32. Ottimizzazione dei processi produttivi automatizzati |
| 11. Architettura dei sistemi di controllo industriale | 33. Valutazione tecnica ed economica dei sistemi meccatronici |
| 12. Introduzione ai controllori logici programmabili | 34. Studio di casi industriali di meccatronica per la produzione |
| 13. Logiche di controllo nei processi produttivi | 35. Sviluppo e analisi di un progetto applicativo |
| 14. Sistemi di regolazione e controllo del movimento | 36. Revisione finale e discussione dei progetti |
| 15. Interfacce uomo-macchina nei sistemi produttivi | |
| 16. Reti industriali e comunicazione nei sistemi meccatronici | |
| 17. Sicurezza nei sistemi meccatronici di produzione | |
| 18. Affidabilità e manutenzione dei sistemi produttivi | |
| 19. Introduzione alla pneumatica industriale | |
| 20. Introduzione all'oleodinamica industriale | |
| 21. Sistemi meccatronici per linee di assemblaggio | |
| 22. Automazione delle macchine utensili | |

Tipologie di attività didattiche previste e relative modalità di svolgimento

Ogni Macro-argomento è articolato in 15-17 videolezioni da 30 min. corredate da dispense, slide e test di apprendimento.

Per ogni insegnamento sono previste sino a 6 videolezioni (n.1 CFU) di didattica innovativa secondo modalità definite dal docente di riferimento.

Le videolezioni sono progettate in modo da fornire allo studente una visione integrata dei sistemi meccanici, elettrici, elettronici e di automazione impiegati nei moderni processi produttivi. Al termine del percorso formativo lo studente sarà in grado di comprendere il funzionamento dei sistemi mecatronici, analizzarne le prestazioni e contribuire alla loro integrazione all'interno di impianti industriali orientati all'efficienza, alla qualità e alla flessibilità produttiva.

Il modello didattico adottato prevede l'erogazione online sia della didattica erogativa asincrona sia della didattica sincrona. Per le attività di autoapprendimento sono previste n.18 ore di studio individuale per ogni CFU.

Le dispense e i test di autovalutazione predisposti dai docenti titolari dell'insegnamento sono resi disponibili sulla piattaforma. L'Ateneo prevede di norma, per ogni CFU, un totale di almeno 7 ore di didattica. La didattica erogativa è perciò effettuata per l'80% in modalità asincrona, articolata in un numero di videolezioni coerente ai CFU complessivi del singolo insegnamento, corredate da materiale didattico adeguato allo studio individuale e, per almeno il 20%, in modalità sincrona.

Le attività didattiche si distinguono in:

- Didattica erogativa asincrona che prevede per ogni ora una videolezione registrata, una dispensa corredata da riferimenti bibliografici, note, tabelle, immagini, grafici ed un questionario di dieci domande di autovalutazione con quattro possibili risposte di cui solo una corretta e tre distrattori, oltre un file di riepilogo relativo agli obiettivi ed alla struttura in paragrafi della lezione.
- Didattica erogativa sincrona che si compone di una web conference per CFU e di un elaborato per insegnamento, differenziato in termini di difficoltà rispetto all'ampiezza dei CFU assegnati. L'obiettivo della didattica erogativa in modalità sincrona è assicurare tutte quelle attività che tipicamente richiedono apprendimenti "in situazione" o rapporto "face to face", quali laboratori, seminari, esperienze sul campo, tirocini, ecc., tenendo conto anche delle metodologie a carattere innovativo e volte a favorire l'interazione docente-studenti e tra studenti.

Nelle suddette attività convergono molteplici strumenti didattici, che agiscono in modo sinergico sul percorso di formazione ed apprendimento dello studente. La partecipazione attiva alle suddette attività ha come obiettivo quello di stimolare gli studenti lungo tutto il percorso didattico e garantisce loro la possibilità di ottenere una valutazione aggiuntiva che si sommerà alla valutazione dell'esame finale.

Sono altresì escluse le ore di tutorato didattico disciplinare, cioè la mera ripetizione di contenuti già proposti nella forma erogativa attraverso colloqui di recupero o approfondimento one-to-one.

Modalità e criteri di valutazione dell'apprendimento

La modalità e criteri di valutazione dell'apprendimento dovranno tener conto di quanto segue:

- i risultati delle prove intermedie (le prove intermedie consistono nello svolgimento di un test a risposta multipla con 30 domande; per ogni domanda lo studente deve scegliere una delle 4 possibili risposte, di cui solo una è corretta);
- la qualità della partecipazione alle attività on line (frequenza e qualità degli interventi monitorabili attraverso la piattaforma, elaborati, didattica sincrona);
- i risultati della prova finale in presenza (in forma orale).

Sia i quesiti in forma orale che i quesiti in forma scritta sono formulati per valutare il grado di comprensione delle nozioni teoriche e la capacità di sviluppare il ragionamento utilizzando le nozioni acquisite. I quesiti che richiedono l'elaborazione di un ragionamento consentiranno di valutare il livello di competenza e l'autonomia di giudizio maturati dallo studente.

Le abilità di comunicazione e la capacità di apprendimento saranno valutate attraverso le interazioni dirette tra docente e studente che avranno luogo durante la fruizione del corso (videoconferenze, e-tivity report, studio di casi elaborati) proposti dal docente o dal tutor.

Criteri di misurazione dell'apprendimento e attribuzione del voto finale

Sia lo svolgimento dell'elaborato, sia la presenza attiva durante le web conference prevedono un giudizio, da parte del docente, fino a un massimo di 2 punti. Lo studente può prendere parte ad entrambe le attività, fermo restando che la votazione massima raggiungibile è sempre di 2 punti.

La valutazione dell'elaborato può essere sufficiente (1 punto premiale) o non sufficiente (0 punti premiali).

La premialità massima per le web conference è di un punto sul voto di esame. Ogni studente può partecipare a tutte le web conference erogate. Per ciascuna di esse, il superamento del test finale di apprendimento – che richiede almeno quattro risposte corrette su cinque domande relative al tema trattato – consente di ottenere un punteggio pari a 0,5. Una volta raggiunto un punteggio totale di 1, allo studente viene riconosciuta la premialità.

È data facoltà allo studente di partecipare o meno alla didattica erogativa sincrona.

La valutazione finale ha lo scopo di misurare il raggiungimento degli obiettivi di apprendimento definiti alla base dell'insegnamento. Il giudizio riguarda l'intero percorso formativo del singolo insegnamento ed è di tipo sommativo.

Il voto finale dell'esame di profitto tiene conto del punteggio che lo studente può aver ottenuto partecipando correttamente alla didattica erogativa sincrona e deriva, quindi, dalla somma delle due valutazioni. Il voto derivante dalla didattica sincrona verrà sommato al voto della prova intermedia.

Il voto della prova finale è compreso tra 0 a 2 punti, da sommare al punteggio della prova intermedia.

Il voto minimo utile al superamento dell'esame di profitto è di diciotto trentesimi.

Ciascun esame dovrà essere composto da un numero di domande idonee a garantire la possibilità di conseguire la lode, in ottemperanza alle norme Europee sul Diploma Supplement. L'attribuzione della lode è concessa esclusivamente allo studente che ha risposto positivamente ad almeno 31 domande.

Materiale didattico utilizzato

Il materiale didattico utilizzato può riguardare:

- Videolezioni
- Dispense predisposte dal docente e/o slide del docente
- Materiali predisposti per le lezioni sincrone
- Testo di riferimento suggerito dal docente (facoltativo).

Il materiale didattico è sempre disponibile in piattaforma e consultabile dallo studente nei tempi e nelle modalità ad egli più affini.

PROGETTAZIONE MECCANICA AVANZATA	
Settore Scientifico Disciplinare	IIND-03/A
Anno di corso	I Anno
Tipologia di attività formativa	Base ☐ Caratterizzante X Affine ☐ Altre attività ☐
Numero di crediti	9 CFU
Docente	In corso di definizione
Modalità di iscrizione e di gestione dei rapporti con gli studenti	L'iscrizione ed i rapporti con gli studenti sono gestiti mediante la piattaforma informatica che permette l'iscrizione ai corsi, la fruizione delle lezioni, la partecipazione a forum e tutoraggi, il download del materiale didattico e la comunicazione con il docente. Un tutor assisterà gli studenti nello svolgimento di queste attività.

Obiettivi formativi specifici

Il corso fornisce competenze approfondite nella progettazione strutturale e funzionale di componenti e sistemi meccanici complessi. Approfondisce metodologie di calcolo, ottimizzazione topologica e verifica mediante strumenti numerici avanzati. Sviluppa la capacità di integrare materiali innovativi, criteri di fatica e affidabilità e approcci di progettazione sostenibile. Favorisce un approccio multidisciplinare orientato alla sicurezza, alla prestazione e alla riduzione dei costi di ciclo di vita.

Risultati di apprendimento specifici

Conoscenza e capacità di comprensione

Lo studente acquisisce una conoscenza approfondita dei principi della progettazione meccanica avanzata, comprendendo il comportamento dei materiali, le sollecitazioni, le vibrazioni e le interazioni tra componenti. Sarà in grado di comprendere le metodologie di progettazione numerica, leggere e interpretare schemi complessi e disegni tecnici, e collegare le proprietà dei materiali e dei componenti ai requisiti funzionali e alle condizioni operative.

Capacità di applicare conoscenza e comprensione

Lo studente sarà in grado di applicare le conoscenze per progettare, dimensionare e verificare componenti meccanici complessi, utilizzando strumenti di modellazione CAD, simulazioni FEM e metodi analitici. Potrà valutare le prestazioni dei componenti, calcolare le sollecitazioni e verificare la conformità ai requisiti di sicurezza, efficienza e affidabilità. Le esercitazioni pratiche e i laboratori consentiranno di sviluppare competenze operative nella progettazione integrata di sistemi meccanici complessi.

Autonomia di giudizio

Il corso sviluppa la capacità dello studente di valutare in autonomia le soluzioni progettuali, confrontare alternative, identificare criticità e proporre ottimizzazioni. Lo studente sarà in grado di prendere decisioni autonome nella scelta dei materiali, dei componenti e delle configurazioni meccaniche, considerando prestazioni, costi, sicurezza e sostenibilità.

Abilità comunicative

Lo studente acquisirà la capacità di comunicare in modo chiaro e tecnico le proprie scelte progettuali. Sarà in grado di argomentare verifiche e analisi, redigere relazioni tecniche dettagliate e presentare progetti complessi sia in contesti accademici sia professionali.

Capacità di apprendimento

Il corso fornisce allo studente le basi per sviluppare autonomia nello studio e nell'aggiornamento continuo. Le competenze acquisite permetteranno di affrontare problemi complessi, utilizzare nuove metodologie e tecnologie emergenti, e mantenere un approccio critico e creativo nella progettazione meccanica avanzata.

Programma didattico

1. Introduzione al corso e ruolo della progettazione meccanica avanzata
2. Richiami di statica e cinematica avanzata
3. Analisi delle sollecitazioni in componenti meccanici
4. Teoria delle vibrazioni e dinamica dei sistemi
5. Proprietà dei materiali e criteri di scelta
6. Analisi numerica e simulazione FEM
7. Modellazione CAD avanzata dei componenti
8. Dimensionamento e verifica degli organi meccanici
9. Trasmissione di potenza in sistemi complessi
10. Giunti, cuscinetti e molle avanzati
11. Sistemi a leve e cinematismi complessi
12. Vibrazioni torsionali dei sistemi meccanici
13. Componenti rotanti: analisi e progettazione
14. Ottimizzazione dei sistemi meccanici
15. Affidabilità dei componenti e durata prevista
16. Fatica dei materiali e criteri di sicurezza
17. Analisi termo-meccanica dei componenti
18. Lubrificazione e riduzione dell'usura
19. Calcolo dei carichi variabili e condizioni operative
20. Progettazione modulare e sistemi integrati
21. Modellazione e simulazione di sistemi complessi
22. Diagnosi dei guasti e manutenzione predittiva
23. Criteri avanzati per la scelta dei materiali
24. Meccanismi a trasmissione flessibile
25. Sistemi pneumatici e idraulici applicati
26. Riduttori complessi e sistemi di trasmissione
27. Progettazione assistita da computer e strumenti CAD-CAM
28. Macchine rotanti avanzate: turbine e compressori
29. Analisi di sistemi di accumulo e trasmissione energia
30. Controllo e automazione dei sistemi meccanici
31. Progettazione sostenibile e criteri ambientali
32. Analisi dei costi e vincoli economici nella progettazione
33. Ottimizzazione multi-obiettivo dei sistemi meccanici
34. Affidabilità e manutenzione predittiva dei componenti
35. Simulazioni avanzate di sistemi meccanici complessi
36. Esercitazioni su dimensionamento e verifica dei componenti
37. Progettazione integrata dei sistemi meccanici
38. Casi studio industriali di macchine complesse
39. Progettazione di componenti con requisiti dinamici elevati
40. Analisi dei carichi reali nei componenti
41. Verifica delle deformazioni elastiche e plastiche
42. Analisi delle vibrazioni e instabilità dei sistemi
43. Strategie di riduzione del rumore e delle vibrazioni
44. Verifica della sicurezza e dei fattori di sicurezza
45. Simulazioni numeriche su sistemi multi-componente
46. Interazioni tra componenti e sistemi complessi
47. Ottimizzazione strutturale e leggera
48. Presentazione dei progetti e discussione tecnica
49. Progettazione meccanica integrata
50. Analisi dei risultati dei progetti
51. Revisione dei principali concetti e metodologie

- 52. Collegamenti tra progettazione meccanica e innovazione tecnologica
- 53. Approfondimento su tecnologie emergenti

- 54. Sintesi del corso e preparazione alla progettazione professionale

Tipologie di attività didattiche previste e relative modalità di svolgimento

Ogni Macro-argomento è articolato in 15-17 videolezioni da 30 min. corredate da dispense, slide e test di apprendimento.

Per ogni insegnamento sono previste sino a 6 videolezioni (n.1 CFU) di didattica innovativa secondo modalità definite dal docente di riferimento.

Le videolezioni sono progettate in modo da fornire allo studente conoscenze e competenze avanzate per la progettazione di sistemi meccanici complessi. Il percorso formativo include la modellazione, la simulazione e la valutazione dei componenti e dei sistemi meccanici, considerando sicurezza, efficienza e sostenibilità. Al termine del corso lo studente sarà in grado di affrontare progetti meccanici complessi e di proporre soluzioni innovative e ottimizzate

Il modello didattico adottato prevede l'erogazione online sia della didattica erogativa asincrona sia della didattica sincrona. Per le attività di autoapprendimento sono previste n.18 ore di studio individuale per ogni CFU.

Le dispense e i test di autovalutazione predisposti dai docenti titolari dell'insegnamento sono resi disponibili sulla piattaforma. L'Ateneo prevede di norma, per ogni CFU, un totale di almeno 7 ore di didattica. La didattica erogativa è perciò effettuata per l'80% in modalità asincrona, articolata in un numero di videolezioni coerente ai CFU complessivi del singolo insegnamento, corredate da materiale didattico adeguato allo studio individuale e, per almeno il 20%, in modalità sincrona.

Le attività didattiche si distinguono in:

- Didattica erogativa asincrona che prevede per ogni ora una videolezione registrata, una dispensa corredata da riferimenti bibliografici, note, tabelle, immagini, grafici ed un questionario di dieci domande di autovalutazione con quattro possibili risposte di cui solo una corretta e tre distrattori, oltre un file di riepilogo relativo agli obiettivi ed alla struttura in paragrafi della lezione.
- Didattica erogativa sincrona che si compone di una web conference per CFU e di un elaborato per insegnamento, differenziato in termini di difficoltà rispetto all'ampiezza dei CFU assegnati. L'obiettivo della didattica erogativa in modalità sincrona è assicurare tutte quelle attività che tipicamente richiedono apprendimenti "in situazione" o rapporto "face to face", quali laboratori, seminari, esperienze sul campo, tirocini, ecc., tenendo conto anche delle metodologie a carattere innovativo e volte a favorire l'interazione docente-studenti e tra studenti.

Nelle suddette attività convergono molteplici strumenti didattici, che agiscono in modo sinergico sul percorso di formazione ed apprendimento dello studente. La partecipazione attiva alle suddette attività ha come obiettivo quello di stimolare gli studenti lungo tutto il percorso didattico e garantisce loro la possibilità di ottenere una valutazione aggiuntiva che si sommerà alla valutazione dell'esame finale.

Sono altresì escluse le ore di tutorato didattico disciplinare, cioè la mera ripetizione di contenuti già proposti nella forma erogativa attraverso colloqui di recupero o approfondimento one-to-one.

Modalità e criteri di valutazione dell'apprendimento

La modalità e criteri di valutazione dell'apprendimento dovranno tener conto di quanto segue:

- i risultati delle prove intermedie (le prove intermedie consistono nello svolgimento di un test a risposta multipla con 30 domande; per ogni domanda lo studente deve scegliere una delle 4 possibili risposte, di cui solo una è corretta);
- la qualità della partecipazione alle attività on line (frequenza e qualità degli interventi monitorabili attraverso la piattaforma, elaborati, didattica sincrona);
- i risultati della prova finale in presenza (in forma orale).

Sia i quesiti in forma orale che i quesiti in forma scritta sono formulati per valutare il grado di comprensione delle nozioni teoriche e la capacità di sviluppare il ragionamento utilizzando le nozioni acquisite. I quesiti che richiedono l'elaborazione di un ragionamento consentiranno di valutare il livello di competenza e l'autonomia di giudizio maturati dallo studente.

Le abilità di comunicazione e la capacità di apprendimento saranno valutate attraverso le interazioni dirette tra docente e studente che avranno luogo durante la fruizione del corso (videoconferenze, e-tivity report, studio di casi elaborati) proposti dal docente o dal tutor.

Criteri di misurazione dell'apprendimento e attribuzione del voto finale

Sia lo svolgimento dell'elaborato, sia la presenza attiva durante le web conference prevedono un giudizio, da parte del docente, fino a un massimo di 2 punti. Lo studente può prendere parte ad entrambe le attività, fermo restando che la votazione massima raggiungibile è sempre di 2 punti.

La valutazione dell'elaborato può essere sufficiente (1 punto premiale) o non sufficiente (0 punti premiali).

La premialità massima per le web conference è di un punto sul voto di esame. Ogni studente può partecipare a tutte le web conference erogate. Per ciascuna di esse, il superamento del test finale di apprendimento – che richiede almeno quattro risposte corrette su cinque domande relative al tema trattato – consente di ottenere un punteggio pari a 0,5. Una volta raggiunto un punteggio totale di 1, allo studente viene riconosciuta la premialità.

È data facoltà allo studente di partecipare o meno alla didattica erogativa sincrona.

La valutazione finale ha lo scopo di misurare il raggiungimento degli obiettivi di apprendimento definiti alla base dell'insegnamento. Il giudizio riguarda l'intero percorso formativo del singolo insegnamento ed è di tipo sommativo.

Il voto finale dell'esame di profitto tiene conto del punteggio che lo studente può aver ottenuto partecipando correttamente alla didattica erogativa sincrona e deriva, quindi, dalla somma delle due valutazioni. Il voto derivante dalla didattica sincrona verrà sommato al voto della prova intermedia.

Il voto della prova finale è compreso tra 0 a 2 punti, da sommare al punteggio della prova intermedia.

Il voto minimo utile al superamento dell'esame di profitto è di diciotto trentesimi.

Ciascun esame dovrà essere composto da un numero di domande idonee a garantire la possibilità di conseguire la lode, in ottemperanza alle norme Europee sul Diploma Supplement. L'attribuzione della lode è concessa esclusivamente allo studente che ha risposto positivamente ad almeno 31 domande.

Materiale didattico utilizzato

Il materiale didattico utilizzato può riguardare:

- Videolezioni

- Dispense predisposte dal docente e/o slide del docente
- Materiali predisposti per le lezioni sincrone
- Testo di riferimento suggerito dal docente (facoltativo).

Il materiale didattico è sempre disponibile in piattaforma e consultabile dallo studente nei tempi e nelle modalità ad egli più affini.

MODELLAZIONE E METODI DELL'INGEGNERIA INDUSTRIALE	
Settore Scientifico Disciplinare	IIND-03/B
Anno di corso	I Anno
Tipologia di attività formativa	Base ☐ Caratterizzante X Affine ☐ Altre attività ☐
Numero di crediti	6 CFU
Docente	In corso di definizione
Modalità di iscrizione e di gestione dei rapporti con gli studenti	L'iscrizione ed i rapporti con gli studenti sono gestiti mediante la piattaforma informatica che permette l'iscrizione ai corsi, la fruizione delle lezioni, la partecipazione a forum e tutoraggi, il download del materiale didattico e la comunicazione con il docente. Un tutor assisterà gli studenti nello svolgimento di queste attività.

Obiettivi formativi specifici

Il corso fornisce strumenti avanzati per la modellazione matematica, numerica e simulativa dei sistemi e dei processi industriali. Approfondisce metodi di ottimizzazione, analisi dei sistemi complessi, pianificazione e supporto decisionale. Sviluppa competenze nella costruzione, interpretazione e validazione dei modelli come strumenti per migliorare efficienza e qualità nei processi industriali. Favorisce un approccio sistemico e quantitativo, orientato all'innovazione e alla risoluzione di problemi ingegneristici reali.

Risultati di apprendimento specifici

Conoscenza e capacità di comprensione

Lo studente acquisisce conoscenze sui principi della modellazione dei sistemi industriali, comprese le metodologie di rappresentazione matematica, i modelli stocastici e deterministici e gli strumenti per l'analisi quantitativa dei processi. Sarà in grado di comprendere come strutturare un modello, interpretare i risultati delle simulazioni e collegare i dati a fenomeni reali nel contesto industriale.

Capacità di applicare conoscenza e comprensione

Lo studente sarà in grado di applicare le conoscenze acquisite alla costruzione di modelli matematici e computazionali di sistemi industriali, alla simulazione di scenari operativi e all'analisi delle prestazioni. Le esercitazioni pratiche e i laboratori permetteranno di sviluppare competenze operative nell'uso di strumenti software per la modellazione, la simulazione e l'ottimizzazione dei sistemi produttivi e logistici.

Autonomia di giudizio

Il corso sviluppa la capacità dello studente di valutare criticamente le soluzioni proposte dai modelli, di confrontare alternative progettuali, di identificare vincoli e criticità e di proporre strategie di miglioramento. Lo studente sarà in grado di prendere decisioni autonome sulla base di analisi quantitative, dati e simulazioni, valutando l'efficacia e l'efficienza delle soluzioni industriali.

Abilità comunicative

Lo studente acquisirà la capacità di comunicare in modo chiaro e preciso i risultati delle analisi e le decisioni derivanti dai modelli. Sarà in grado di redigere relazioni tecniche, presentare progetti di simulazione e argomentare le proprie scelte metodologiche in contesti accademici e professionali.

Capacità di apprendimento

Il corso fornisce allo studente le basi per sviluppare autonomia nello studio e nell'aggiornamento continuo sulle metodologie di modellazione e sugli strumenti computazionali. Le competenze acquisite permetteranno di affrontare problemi industriali complessi, applicare metodi avanzati e aggiornarsi sulle tecnologie emergenti, mantenendo un approccio critico e creativo nella progettazione e gestione dei sistemi industriali.

Programma didattico

- | | |
|---|--|
| 1. Introduzione al corso e ruolo della modellazione in ingegneria industriale | 21. Analisi dei colli di bottiglia e simulazione di scenari |
| 2. Sistemi industriali e processi produttivi | 22. Modellazione di processi manutentivi e affidabilità |
| 3. Principi di modellazione matematica dei sistemi | 23. Gestione delle risorse e modelli di allocazione |
| 4. Modelli deterministici e stocastici | 24. Simulazione di sistemi complessi con componenti interagenti |
| 5. Variabili e parametri nei sistemi industriali | 25. Analisi dei rischi e gestione dell'incertezza |
| 6. Rappresentazione dei processi produttivi | 26. Metodi di supporto alle decisioni industriali |
| 7. Diagrammi di flusso e modelli logici | 27. Modellazione dei sistemi produttivi flessibili |
| 8. Introduzione alla simulazione dei sistemi | 28. Applicazioni della simulazione al miglioramento dei processi |
| 9. Simulazione discreta e continua | 29. Modelli di ottimizzazione multi-obiettivo |
| 10. Tecniche di raccolta e analisi dati | 30. Introduzione a tecniche avanzate di modellazione |
| 11. Analisi statistica dei dati industriali | 31. Modellazione di sistemi energetici e ambientali industriali |
| 12. Analisi di sensitività e validazione dei modelli | 32. Processi produttivi reali |
| 13. Modelli di catene di fornitura | 33. Simulazione di sistemi industriali |
| 14. Pianificazione e schedulazione della produzione | 34. Ottimizzazione di processi produttivi |
| 15. Ottimizzazione dei processi industriali | 35. Presentazione e discussione dei risultati dei laboratori |
| 16. Metodi numerici per la soluzione dei modelli | 36. Sintesi del corso, prospettive e applicazioni professionali |
| 17. Algoritmi di simulazione e software dedicati | |
| 18. Modellazione di sistemi logistici | |
| 19. Analisi delle performance dei sistemi industriali | |
| 20. Indicatori chiave di prestazione e metriche di efficienza | |

Tipologie di attività didattiche previste e relative modalità di svolgimento

Ogni Macro-argomento è articolato in 15-17 videolezioni da 30 min. corredate da dispense, slide e test di apprendimento.

Per ogni insegnamento sono previste sino a 6 videolezioni (n.1 CFU) di didattica innovativa secondo modalità definite dal docente di riferimento.

Le videolezioni sono progettate in modo da fornire allo studente conoscenze e competenze nella modellazione e nell'analisi dei sistemi industriali complessi. Saranno introdotte tecniche per la simulazione, l'ottimizzazione e il supporto alle decisioni, con applicazioni concrete in ambito industriale, per consentire agli studenti di analizzare e migliorare le performance di sistemi complessi.

Il modello didattico adottato prevede l'erogazione online sia della didattica erogativa asincrona sia della didattica sincrona. Per le attività di autoapprendimento sono previste n.18 ore di studio individuale per ogni CFU.

Le dispense e i test di autovalutazione predisposti dai docenti titolari dell'insegnamento sono resi disponibili sulla piattaforma. L'Ateneo prevede di norma, per ogni CFU, un totale di almeno 7 ore di didattica. La didattica erogativa è perciò effettuata per l'80% in modalità asincrona, articolata in un numero di videolezioni coerente ai CFU complessivi del singolo insegnamento, corredate da materiale didattico adeguato allo studio individuale e, per almeno il 20%, in modalità sincrona.

Le attività didattiche si distinguono in:

- Didattica erogativa asincrona che prevede per ogni ora una videolezione registrata, una dispensa corredata da riferimenti bibliografici, note, tabelle, immagini, grafici ed un questionario di dieci domande di autovalutazione con quattro possibili risposte di cui solo una corretta e tre distrattori, oltre un file di riepilogo relativo agli obiettivi ed alla struttura in paragrafi della lezione.
- Didattica erogativa sincrona che si compone di una web conference per CFU e di un elaborato per insegnamento, differenziato in termini di difficoltà rispetto all'ampiezza dei CFU assegnati. L'obiettivo della didattica erogativa in modalità sincrona è assicurare tutte quelle attività che tipicamente richiedono apprendimenti "in situazione" o rapporto "face to face", quali laboratori, seminari, esperienze sul campo, tirocini, ecc., tenendo conto anche delle metodologie a carattere innovativo e volte a favorire l'interazione docente-studenti e tra studenti.

Nelle suddette attività convergono molteplici strumenti didattici, che agiscono in modo sinergico sul percorso di formazione ed apprendimento dello studente. La partecipazione attiva alle suddette attività ha come obiettivo quello di stimolare gli studenti lungo tutto il percorso didattico e garantisce loro la possibilità di ottenere una valutazione aggiuntiva che si sommerà alla valutazione dell'esame finale.

Sono altresì escluse le ore di tutorato didattico disciplinare, cioè la mera ripetizione di contenuti già proposti nella forma erogativa attraverso colloqui di recupero o approfondimento one-to-one.

Modalità e criteri di valutazione dell'apprendimento

La modalità e criteri di valutazione dell'apprendimento dovranno tener conto di quanto segue:

- i risultati delle prove intermedie (le prove intermedie consistono nello svolgimento di un test a risposta multipla con 30 domande; per ogni domanda lo studente deve scegliere una delle 4 possibili risposte, di cui solo una è corretta);
- la qualità della partecipazione alle attività on line (frequenza e qualità degli interventi monitorabili attraverso la piattaforma, elaborati, didattica sincrona);
- i risultati della prova finale in presenza (in forma orale).

Sia i quesiti in forma orale che i quesiti in forma scritta sono formulati per valutare il grado di comprensione delle nozioni teoriche e la capacità di sviluppare il ragionamento utilizzando le nozioni acquisite. I quesiti che richiedono l'elaborazione di un ragionamento consentiranno di valutare il livello di competenza e l'autonomia di giudizio maturati dallo studente.

Le abilità di comunicazione e la capacità di apprendimento saranno valutate attraverso le interazioni dirette tra docente e studente che avranno luogo durante la fruizione del corso (videoconferenze, e-tivity report, studio di casi elaborati) proposti dal docente o dal tutor.

Criteri di misurazione dell'apprendimento e attribuzione del voto finale

Sia lo svolgimento dell'elaborato, sia la presenza attiva durante le web conference prevedono un giudizio, da parte del docente, fino a un massimo di 2 punti. Lo studente può prendere parte ad entrambe le attività, fermo restando che la votazione massima raggiungibile è sempre di 2 punti.

La valutazione dell'elaborato può essere sufficiente (1 punto premiale) o non sufficiente (0 punti premiali).

La premialità massima per le web conference è di un punto sul voto di esame. Ogni studente può partecipare a tutte le web conference erogate. Per ciascuna di esse, il superamento del test finale di apprendimento – che richiede almeno quattro risposte corrette su cinque domande relative al tema trattato – consente di ottenere un punteggio pari a 0,5. Una volta raggiunto un punteggio totale di 1, allo studente viene riconosciuta la premialità.

È data facoltà allo studente di partecipare o meno alla didattica erogativa sincrona.

La valutazione finale ha lo scopo di misurare il raggiungimento degli obiettivi di apprendimento definiti alla base dell'insegnamento. Il giudizio riguarda l'intero percorso formativo del singolo insegnamento ed è di tipo sommativo.

Il voto finale dell'esame di profitto tiene conto del punteggio che lo studente può aver ottenuto partecipando correttamente alla didattica erogativa sincrona e deriva, quindi, dalla somma delle due valutazioni. Il voto derivante dalla didattica sincrona verrà sommato al voto della prova intermedia.

Il voto della prova finale è compreso tra 0 a 2 punti, da sommare al punteggio della prova intermedia.

Il voto minimo utile al superamento dell'esame di profitto è di diciotto trentesimi.

Ciascun esame dovrà essere composto da un numero di domande idonee a garantire la possibilità di conseguire la lode, in ottemperanza alle norme Europee sul Diploma Supplement. L'attribuzione della lode è concessa esclusivamente allo studente che ha risposto positivamente ad almeno 31 domande.

Materiale didattico utilizzato

Il materiale didattico utilizzato può riguardare:

- Videolezioni
- Dispense predisposte dal docente e/o slide del docente
- Materiali predisposti per le lezioni sincrone
- Testo di riferimento suggerito dal docente (facoltativo).

Il materiale didattico è sempre disponibile in piattaforma e consultabile dallo studente nei tempi e nelle modalità ad egli più affini.

TECNOLOGIE SPECIALI DI PRODUZIONE	
Settore Scientifico Disciplinare	IIND-04/A
Anno di corso	I Anno
Tipologia di attività formativa	Base ☐ Caratterizzante X Affine ☐ Altre attività ☐
Numero di crediti	9 CFU
Docente	In corso di definizione
Modalità di iscrizione e di gestione dei rapporti con gli studenti	L'iscrizione ed i rapporti con gli studenti sono gestiti mediante la piattaforma informatica che permette l'iscrizione ai corsi, la fruizione delle lezioni, la partecipazione a forum e tutoraggi, il download del materiale didattico e la comunicazione con il docente. Un tutor assisterà gli studenti nello svolgimento di queste attività.

Obiettivi formativi specifici

Il corso approfondisce le tecnologie di produzione avanzate, con focus su processi ad alta efficienza, additive manufacturing e lavorazioni speciali. Fornisce strumenti per l'analisi e l'ottimizzazione dei processi produttivi in ottica di qualità, flessibilità e sostenibilità. Sviluppa competenze nell'integrazione di automazione, digitalizzazione e monitoraggio intelligente nei sistemi produttivi. Promuove una visione orientata all'innovazione e al miglioramento continuo delle tecnologie manifatturiere.

Risultati di apprendimento specifici

Conoscenza e capacità di comprensione

Lo studente acquisisce conoscenze approfondite sui processi produttivi avanzati, comprendendo i principi di funzionamento delle macchine speciali, le caratteristiche dei materiali lavorati, i vincoli tecnologici e le relazioni tra parametri di processo e qualità del prodotto. Sarà in grado di comprendere l'interazione tra macchine, materiali e strumenti di controllo, nonché di analizzare criticamente le diverse tecnologie di produzione e i loro campi di applicazione.

Capacità di applicare conoscenza e comprensione

Lo studente sarà in grado di applicare le conoscenze acquisite per analizzare, progettare e ottimizzare processi produttivi complessi, selezionando tecnologie appropriate in base ai requisiti di prodotto, costi, qualità e sostenibilità. Le esercitazioni e i laboratori permetteranno di sviluppare competenze operative nella gestione dei processi produttivi, nella scelta dei macchinari e nell'applicazione di metodologie di controllo e simulazione dei processi.

Autonomia di giudizio

Il corso sviluppa la capacità dello studente di formulare giudizi autonomi nella scelta delle tecnologie e delle strategie di produzione, valutando alternative, identificando criticità e proponendo soluzioni innovative. Lo studente sarà in grado di prendere decisioni informate considerando le prestazioni dei processi, i vincoli produttivi, economici e ambientali.

Abilità comunicative

Lo studente acquisirà la capacità di comunicare chiaramente le proprie analisi e scelte progettuali, redigere relazioni tecniche e presentare progetti produttivi complessi, utilizzando un linguaggio tecnico adeguato sia in contesto accademico sia professionale.

Capacità di apprendimento

Il corso fornisce allo studente le basi per sviluppare capacità di apprendimento autonomo e aggiornamento continuo sulle tecnologie produttive emergenti, favorendo l'acquisizione di competenze critiche e creative nella gestione dei processi produttivi complessi e nell'innovazione dei sistemi industriali.

Programma didattico

- | | |
|---|--|
| 1. Introduzione al corso e panoramica delle tecnologie speciali di produzione | 28. Processi per materiali polimerici e compositi |
| 2. Evoluzione dei processi produttivi industriali | 29. Tecniche avanzate per lavorazioni superficiali |
| 3. Materiali avanzati per la produzione | 30. Sistemi CAD/CAM per la produzione speciale |
| 4. Processi di lavorazione convenzionali e limiti tecnologici | 31. Ottimizzazione dei processi tramite simulazione numerica |
| 5. Tecnologie additive: stampa 3D e fabbricazione digitale | 32. Tecnologie per microelettronica e componenti di precisione |
| 6. Lavorazioni meccaniche avanzate | 33. Produzione sostenibile e riduzione degli sprechi |
| 7. Processi di asportazione di truciolo ad alta precisione | 34. Sicurezza dei processi e protezione ambientale |
| 8. Micro e nanofabbricazione | 35. Tecniche di produzione per settori ad alta innovazione |
| 9. Tecniche di deformazione plastica e formatura avanzata | 36. Gestione dei costi e valutazione economica dei processi |
| 10. Processi di taglio laser, waterjet e plasma | 37. Casi studio su processi avanzati di produzione |
| 11. Tecniche di saldatura avanzata e additive welding | 38. Lavorazioni additive metalliche e loro applicazioni |
| 12. Trattamenti termici e superficiali | 39. Processi di finitura e qualità superficiale |
| 13. Controllo qualità nei processi speciali | 40. Sistemi di automazione e controllo integrato |
| 14. Metrologia e sistemi di misura avanzati | 41. Simulazione dei flussi produttivi complessi |
| 15. Analisi dei parametri di processo e loro ottimizzazione | 42. Analisi di efficienza energetica dei processi speciali |
| 16. Automazione industriale nei processi speciali | 43. Produzione di componenti per l'industria aerospaziale |
| 17. Robotica applicata alla produzione avanzata | 44. Produzione di componenti per l'industria automobilistica |
| 18. Sistemi di movimentazione e macchine utensili speciali | 45. Produzione di dispositivi medicali e microcomponenti |
| 19. Integrazione dei processi produttivi e catena del valore | 46. Tecnologie per micro e nanotecnologie |
| 20. Modellazione e simulazione dei processi produttivi | 47. Innovazione nei materiali e nei processi produttivi |
| 21. Tecniche di monitoraggio e controllo in tempo reale | 48. Analisi dei rischi e affidabilità dei processi |
| 22. Sensori e strumenti di misura nei processi avanzati | 49. Strategie di miglioramento continuo e innovazione industriale |
| 23. Qualità del prodotto e controllo statistico dei processi | 50. Pratico su macchine e processi speciali |
| 24. Analisi dei difetti e miglioramento continuo | 51. Presentazione e discussione di progetti di produzione avanzata |
| 25. Pianificazione e gestione della produzione | 52. Revisione dei principali concetti e tecniche apprese |
| 26. Sistemi di produzione flessibile e Lean Manufacturing | 53. Collegamento tra tecnologie speciali e industria 4.0 |
| 27. Manutenzione predittiva e gestione degli impianti | |

Tipologie di attività didattiche previste e relative modalità di svolgimento

Ogni Macro-argomento è articolato in 15-17 videolezioni da 30 min. corredate da dispense, slide e test di apprendimento.

Per ogni insegnamento sono previste sino a 6 videolezioni (n.1 CFU) di didattica innovativa secondo modalità definite dal docente di riferimento.

Le videolezioni sono progettate in modo da fornire allo studente competenze avanzate sulle tecnologie speciali di produzione, con particolare attenzione ai processi innovativi, alla digitalizzazione e all'ottimizzazione dei sistemi produttivi. Al termine del corso lo studente sarà in grado di selezionare e applicare tecnologie speciali di produzione in contesti industriali reali, valutandone efficienza, qualità e sostenibilità.

Il modello didattico adottato prevede l'erogazione online sia della didattica erogativa asincrona sia della didattica sincrona. Per le attività di autoapprendimento sono previste n.18 ore di studio individuale per ogni CFU.

Le dispense e i test di autovalutazione predisposti dai docenti titolari dell'insegnamento sono resi disponibili sulla piattaforma. L'Ateneo prevede di norma, per ogni CFU, un totale di almeno 7 ore di didattica. La didattica erogativa è perciò effettuata per l'80% in modalità asincrona, articolata in un numero di videolezioni coerente ai CFU complessivi del singolo insegnamento, corredate da materiale didattico adeguato allo studio individuale e, per almeno il 20%, in modalità sincrona.

Le attività didattiche si distinguono in:

- Didattica erogativa asincrona che prevede per ogni ora una videolezione registrata, una dispensa corredata da riferimenti bibliografici, note, tabelle, immagini, grafici ed un questionario di dieci domande di autovalutazione con quattro possibili risposte di cui solo una corretta e tre distrattori, oltre un file di riepilogo relativo agli obiettivi ed alla struttura in paragrafi della lezione.
- Didattica erogativa sincrona che si compone di una web conference per CFU e di un elaborato per insegnamento, differenziato in termini di difficoltà rispetto all'ampiezza dei CFU assegnati. L'obiettivo della didattica erogativa in modalità sincrona è assicurare tutte quelle attività che tipicamente richiedono apprendimenti "in situazione" o rapporto "face to face", quali laboratori, seminari, esperienze sul campo, tirocini, ecc., tenendo conto anche delle metodologie a carattere innovativo e volte a favorire l'interazione docente-studenti e tra studenti.

Nelle suddette attività convergono molteplici strumenti didattici, che agiscono in modo sinergico sul percorso di formazione ed apprendimento dello studente. La partecipazione attiva alle suddette attività ha come obiettivo quello di stimolare gli studenti lungo tutto il percorso didattico e garantisce loro la possibilità di ottenere una valutazione aggiuntiva che si sommerà alla valutazione dell'esame finale.

Sono altresì escluse le ore di tutorato didattico disciplinare, cioè la mera ripetizione di contenuti già proposti nella forma erogativa attraverso colloqui di recupero o approfondimento one-to-one.

Modalità e criteri di valutazione dell'apprendimento

La modalità e criteri di valutazione dell'apprendimento dovranno tener conto di quanto segue:

- i risultati delle prove intermedie (le prove intermedie consistono nello svolgimento di un test a risposta multipla con 30 domande; per ogni domanda lo studente deve scegliere una delle 4 possibili risposte, di cui solo una è corretta);
- la qualità della partecipazione alle attività on line (frequenza e qualità degli interventi monitorabili attraverso la piattaforma, elaborati, didattica sincrona);
- i risultati della prova finale in presenza (in forma orale).

Sia i quesiti in forma orale che i quesiti in forma scritta sono formulati per valutare il grado di comprensione delle nozioni teoriche e la capacità di sviluppare il ragionamento utilizzando le nozioni acquisite. I quesiti che richiedono l'elaborazione di un ragionamento consentiranno di valutare il livello di competenza e l'autonomia di giudizio maturati dallo studente.

Le abilità di comunicazione e la capacità di apprendimento saranno valutate attraverso le interazioni dirette tra docente e studente che avranno luogo durante la fruizione del corso (videoconferenze, e-tivity report, studio di casi elaborati) proposti dal docente o dal tutor.

Criteri di misurazione dell'apprendimento e attribuzione del voto finale

Sia lo svolgimento dell'elaborato, sia la presenza attiva durante le web conference prevedono un giudizio, da parte del docente, fino a un massimo di 2 punti. Lo studente può prendere parte ad entrambe le attività, fermo restando che la votazione massima raggiungibile è sempre di 2 punti.

La valutazione dell'elaborato può essere sufficiente (1 punto premiale) o non sufficiente (0 punti premiali).

La premialità massima per le web conference è di un punto sul voto di esame. Ogni studente può partecipare a tutte le web conference erogate. Per ciascuna di esse, il superamento del test finale di apprendimento – che richiede almeno quattro risposte corrette su cinque domande relative al tema trattato – consente di ottenere un punteggio pari a 0,5. Una volta raggiunto un punteggio totale di 1, allo studente viene riconosciuta la premialità.

È data facoltà allo studente di partecipare o meno alla didattica erogativa sincrona.

La valutazione finale ha lo scopo di misurare il raggiungimento degli obiettivi di apprendimento definiti alla base dell'insegnamento. Il giudizio riguarda l'intero percorso formativo del singolo insegnamento ed è di tipo sommativo.

Il voto finale dell'esame di profitto tiene conto del punteggio che lo studente può aver ottenuto partecipando correttamente alla didattica erogativa sincrona e deriva, quindi, dalla somma delle due valutazioni. Il voto derivante dalla didattica sincrona verrà sommato al voto della prova intermedia.

Il voto della prova finale è compreso tra 0 a 2 punti, da sommare al punteggio della prova intermedia.

Il voto minimo utile al superamento dell'esame di profitto è di diciotto trentesimi.

Ciascun esame dovrà essere composto da un numero di domande idonee a garantire la possibilità di conseguire la lode, in ottemperanza alle norme Europee sul Diploma Supplement. L'attribuzione della lode è concessa esclusivamente allo studente che ha risposto positivamente ad almeno 31 domande.

Materiale didattico utilizzato

Il materiale didattico utilizzato può riguardare:

- Videolezioni
- Dispense predisposte dal docente e/o slide del docente
- Materiali predisposti per le lezioni sincrone

- Testo di riferimento suggerito dal docente (facoltativo).

Il materiale didattico è sempre disponibile in piattaforma e consultabile dallo studente nei tempi e nelle modalità ad egli più affini.

SMART FACTORY	
Settore Scientifico Disciplinare	IIND-05/A
Anno di corso	I Anno
Tipologia di attività formativa	Base ☐ Caratterizzante X Affine ☐ Altre attività ☐
Numero di crediti	6 CFU
Docente	In corso di definizione
Modalità di iscrizione e di gestione dei rapporti con gli studenti	L'iscrizione ed i rapporti con gli studenti sono gestiti mediante la piattaforma informatica che permette l'iscrizione ai corsi, la fruizione delle lezioni, la partecipazione a forum e tutoraggi, il download del materiale didattico e la comunicazione con il docente. Un tutor assisterà gli studenti nello svolgimento di queste attività.

Obiettivi formativi specifici

Il corso approfondisce i principi della fabbrica intelligente, integrando automazione, digitalizzazione, dati e connettività. Sviluppa competenze su sistemi cyber-fisici, IoT industriale e monitoraggio in tempo reale dei processi. Fornisce strumenti per l'ottimizzazione dei flussi, la manutenzione predittiva e l'analisi dei dati produttivi. Promuove una visione sistemica dell'industria 4.0 orientata all'efficienza e alla flessibilità.

Risultati di apprendimento specifici

Conoscenza e capacità di comprensione

Lo studente acquisirà conoscenze approfondite sui concetti fondamentali della Smart Factory, comprendendo i principi dell'industria 4.0 e 5.0, l'architettura dei sistemi produttivi digitalizzati e il ruolo delle tecnologie abilitanti. Saranno sviluppate capacità di comprensione dei sistemi cyber-fisici, dell'Internet of Things industriale, delle reti di comunicazione, dei sistemi di raccolta e gestione dei dati e delle piattaforme digitali per il controllo e il monitoraggio della produzione. Lo studente comprenderà inoltre l'integrazione tra sistemi di automazione, sistemi informativi aziendali e processi decisionali.

Capacità di applicare conoscenza e comprensione

Al termine del corso lo studente sarà in grado di applicare le conoscenze acquisite all'analisi e alla progettazione di soluzioni di Smart Factory. Saprà contribuire alla digitalizzazione dei processi produttivi, alla configurazione di sistemi di monitoraggio in tempo reale e all'integrazione di macchine e impianti in reti intelligenti. Lo studente sarà inoltre in grado di utilizzare strumenti digitali per l'analisi dei dati di produzione, per il miglioramento delle prestazioni operative e per il supporto alle decisioni in ambito industriale.

Autonomia di giudizio

Il corso favorisce lo sviluppo dell'autonomia di giudizio attraverso l'analisi critica di modelli produttivi innovativi e casi industriali reali. Lo studente sarà in grado di valutare l'efficacia delle soluzioni di Smart Factory in funzione degli obiettivi aziendali, considerando aspetti tecnologici, organizzativi ed economici. Saprà inoltre formulare giudizi motivati sull'impatto

della digitalizzazione in termini di produttività, qualità, sicurezza e sostenibilità, riconoscendo opportunità e limiti delle diverse tecnologie.

Abilità comunicative

Al termine dell'insegnamento lo studente avrà sviluppato abilità comunicative adeguate per descrivere e presentare soluzioni di Smart Factory in modo chiaro e strutturato. Sarà in grado di comunicare concetti tecnici complessi a interlocutori con competenze diverse, collaborando efficacemente in gruppi di lavoro multidisciplinari. Le attività del corso contribuiranno inoltre a migliorare la capacità di redigere brevi relazioni tecniche e di presentare risultati e proposte progettuali.

Capacità di apprendimento

L'insegnamento contribuisce allo sviluppo della capacità di apprendimento autonomo, indispensabile in un contesto industriale caratterizzato da rapida evoluzione tecnologica. Al termine del corso lo studente sarà in grado di aggiornare le proprie competenze attraverso l'analisi di nuove tecnologie, standard e modelli organizzativi. Avrà inoltre acquisito un metodo di apprendimento che gli consentirà di adattarsi a scenari produttivi innovativi e di affrontare in modo consapevole l'introduzione di nuove soluzioni digitali in ambito industriale.

Programma didattico

- | | |
|--|---|
| 1. Introduzione al concetto di Smart Factory | 22. Robotica collaborativa e flessibilità produttiva |
| 2. Evoluzione dei modelli produttivi industriali | 23. Sistemi di visione e controllo qualità automatizzato |
| 3. Industria 4.0 e industria 5.0 | 24. Intelligenza artificiale applicata alla produzione |
| 4. Architettura della Smart Factory | 25. Cybersecurity nei sistemi industriali |
| 5. Sistemi cyber-fisici nella produzione | 26. Sicurezza dei dati e continuità operativa |
| 6. Internet of Things industriale | 27. Efficienza energetica e sostenibilità nella Smart Factory |
| 7. Sensori intelligenti e sistemi di acquisizione dati | 28. Produzione flessibile e personalizzazione di massa |
| 8. Connettività e reti industriali | 29. Gestione della supply chain digitale |
| 9. Interoperabilità e standard industriali | 30. Tracciabilità e blockchain nella produzione |
| 10. Sistemi di automazione nella Smart Factory | 31. Impatto organizzativo e competenze per la Smart Factory |
| 11. Integrazione tra OT e IT | 32. Valutazione economica degli investimenti digitali |
| 12. Sistemi MES per la gestione della produzione | 33. Indicatori di performance nella Smart Factory |
| 13. Integrazione con sistemi ERP | 34. Studio di casi reali di Smart Factory |
| 14. Raccolta e gestione dei dati di produzione | 35. Sviluppo di un progetto applicativo |
| 15. Introduzione ai big data industriali | 36. Revisione finale e presentazione dei progetti |
| 16. Analisi dei dati per il miglioramento dei processi | |
| 17. Monitoraggio in tempo reale delle prestazioni produttive | |
| 18. Manutenzione predittiva | |
| 19. Digital twin dei sistemi produttivi | |
| 20. Simulazione dei processi industriali | |
| 21. Robotica e automazione avanzata nella Smart Factory | |

Tipologie di attività didattiche previste e relative modalità di svolgimento

Ogni Macro-argomento è articolato in 15-17 videolezioni da 30 min. corredate da dispense, slide e test di apprendimento.

Per ogni insegnamento sono previste sino a 6 videolezioni (n.1 CFU) di didattica innovativa secondo modalità definite dal docente di riferimento.

Le videolezioni sono progettate in modo da fornire allo studente una visione integrata dei modelli produttivi avanzati basati sulla digitalizzazione, sull'automazione e sull'interconnessione dei sistemi industriali. Al termine del percorso formativo lo studente sarà in grado di comprendere i principi della smart manufacturing e il loro impatto sull'organizzazione della produzione, sulla qualità, sulla flessibilità e sulla sostenibilità dei processi industriali.

Il modello didattico adottato prevede l'erogazione online sia della didattica erogativa asincrona sia della didattica sincrona. Per le attività di autoapprendimento sono previste n.18 ore di studio individuale per ogni CFU.

Le dispense e i test di autovalutazione predisposti dai docenti titolari dell'insegnamento sono resi disponibili sulla piattaforma. L'Ateneo prevede di norma, per ogni CFU, un totale di almeno 7 ore di didattica. La didattica erogativa è perciò effettuata per l'80% in modalità asincrona, articolata in un numero di videolezioni coerente ai CFU complessivi del singolo insegnamento, corredate da materiale didattico adeguato allo studio individuale e, per almeno il 20%, in modalità sincrona.

Le attività didattiche si distinguono in:

- Didattica erogativa asincrona che prevede per ogni ora una videolezione registrata, una dispensa corredata da riferimenti bibliografici, note, tabelle, immagini, grafici ed un questionario di dieci domande di autovalutazione con quattro possibili risposte di cui solo una corretta e tre distrattori, oltre un file di riepilogo relativo agli obiettivi ed alla struttura in paragrafi della lezione.
- Didattica erogativa sincrona che si compone di una web conference per CFU e di un elaborato per insegnamento, differenziato in termini di difficoltà rispetto all'ampiezza dei CFU assegnati. L'obiettivo della didattica erogativa in modalità sincrona è assicurare tutte quelle attività che tipicamente richiedono apprendimenti "in situazione" o rapporto "face to face", quali laboratori, seminari, esperienze sul campo, tirocini, ecc., tenendo conto anche delle metodologie a carattere innovativo e volte a favorire l'interazione docente-studenti e tra studenti.

Nelle suddette attività convergono molteplici strumenti didattici, che agiscono in modo sinergico sul percorso di formazione ed apprendimento dello studente. La partecipazione attiva alle suddette attività ha come obiettivo quello di stimolare gli studenti lungo tutto il percorso didattico e garantisce loro la possibilità di ottenere una valutazione aggiuntiva che si sommerà alla valutazione dell'esame finale.

Sono altresì escluse le ore di tutorato didattico disciplinare, cioè la mera ripetizione di contenuti già proposti nella forma erogativa attraverso colloqui di recupero o approfondimento one-to-one.

Modalità e criteri di valutazione dell'apprendimento

La modalità e criteri di valutazione dell'apprendimento dovranno tener conto di quanto segue:

- i risultati delle prove intermedie (le prove intermedie consistono nello svolgimento di un test a risposta multipla con 30 domande; per ogni domanda lo studente deve scegliere una delle 4 possibili risposte, di cui solo una è corretta);
- la qualità della partecipazione alle attività on line (frequenza e qualità degli interventi monitorabili attraverso la piattaforma, elaborati, didattica sincrona);

- i risultati della prova finale in presenza (in forma orale).

Sia i quesiti in forma orale che i quesiti in forma scritta sono formulati per valutare il grado di comprensione delle nozioni teoriche e la capacità di sviluppare il ragionamento utilizzando le nozioni acquisite. I quesiti che richiedono l'elaborazione di un ragionamento consentiranno di valutare il livello di competenza e l'autonomia di giudizio maturati dallo studente.

Le abilità di comunicazione e la capacità di apprendimento saranno valutate attraverso le interazioni dirette tra docente e studente che avranno luogo durante la fruizione del corso (videoconferenze, e-tivity report, studio di casi elaborati) proposti dal docente o dal tutor.

Criteri di misurazione dell'apprendimento e attribuzione del voto finale

Sia lo svolgimento dell'elaborato, sia la presenza attiva durante le web conference prevedono un giudizio, da parte del docente, fino a un massimo di 2 punti. Lo studente può prendere parte ad entrambe le attività, fermo restando che la votazione massima raggiungibile è sempre di 2 punti.

La valutazione dell'elaborato può essere sufficiente (1 punto premiale) o non sufficiente (0 punti premiali).

La premialità massima per le web conference è di un punto sul voto di esame. Ogni studente può partecipare a tutte le web conference erogate. Per ciascuna di esse, il superamento del test finale di apprendimento – che richiede almeno quattro risposte corrette su cinque domande relative al tema trattato – consente di ottenere un punteggio pari a 0,5. Una volta raggiunto un punteggio totale di 1, allo studente viene riconosciuta la premialità.

È data facoltà allo studente di partecipare o meno alla didattica erogativa sincrona.

La valutazione finale ha lo scopo di misurare il raggiungimento degli obiettivi di apprendimento definiti alla base dell'insegnamento. Il giudizio riguarda l'intero percorso formativo del singolo insegnamento ed è di tipo sommativo.

Il voto finale dell'esame di profitto tiene conto del punteggio che lo studente può aver ottenuto partecipando correttamente alla didattica erogativa sincrona e deriva, quindi, dalla somma delle due valutazioni. Il voto derivante dalla didattica sincrona verrà sommato al voto della prova intermedia.

Il voto della prova finale è compreso tra 0 a 2 punti, da sommare al punteggio della prova intermedia.

Il voto minimo utile al superamento dell'esame di profitto è di diciotto trentesimi.

Ciascun esame dovrà essere composto da un numero di domande idonee a garantire la possibilità di conseguire la lode, in ottemperanza alle norme Europee sul Diploma Supplement. L'attribuzione della lode è concessa esclusivamente allo studente che ha risposto positivamente ad almeno 31 domande.

Materiale didattico utilizzato

Il materiale didattico utilizzato può riguardare:

- Videolezioni
- Dispense predisposte dal docente e/o slide del docente
- Materiali predisposti per le lezioni sincrone
- Testo di riferimento suggerito dal docente (facoltativo).

Il materiale didattico è sempre disponibile in piattaforma e consultabile dallo studente nei tempi e nelle modalità ad egli più affini.

DIGITAL TWIN E SIMULAZIONE DI LINEE	
Settore Scientifico Disciplinare	IIND-05/A
Anno di corso	I Anno
Tipologia di attività formativa	Base ☐ Caratterizzante ☐ Affine X Altre attività ☐
Numero di crediti	9 CFU
Docente	In corso di definizione
Modalità di iscrizione e di gestione dei rapporti con gli studenti	L'iscrizione ed i rapporti con gli studenti sono gestiti mediante la piattaforma informatica che permette l'iscrizione ai corsi, la fruizione delle lezioni, la partecipazione a forum e tutoraggi, il download del materiale didattico e la comunicazione con il docente. Un tutor assisterà gli studenti nello svolgimento di queste attività.

Obiettivi formativi specifici

Il corso introduce concetti, metodi e strumenti per la creazione di digital twin e la simulazione avanzata di linee e impianti produttivi. Approfondisce tecniche di modellazione dinamica, ottimizzazione e analisi di scenari. Sviluppa competenze nell'integrazione dati-modello per migliorare performance, affidabilità e pianificazione. Favorisce la digitalizzazione dei processi in ottica di industria 4.0.

Risultati di apprendimento specifici

Conoscenza e capacità di comprensione

Al termine del corso, lo studente sarà in grado di comprendere i concetti fondamentali dei Digital Twin e delle simulazioni di sistemi produttivi. Avrà acquisito conoscenze sulla modellazione dei sistemi industriali, sulle metodologie di raccolta dati e sulle tecniche di simulazione sia discreta che continua. Sarà in grado di riconoscere le diverse tipologie di modelli e comprendere come i dati e le assunzioni influiscono sui risultati delle simulazioni.

Capacità di applicare conoscenza e comprensione

Lo studente saprà sviluppare modelli digitali di linee produttive e sistemi industriali complessi. Sarà in grado di utilizzare strumenti di simulazione per analizzare le prestazioni dei processi, identificare colli di bottiglia, ottimizzare il flusso produttivo e valutare scenari alternativi. Sarà in grado di tradurre la conoscenza teorica in applicazioni pratiche, migliorando la capacità decisionale in contesti industriali.

Autonomia di giudizio

Lo studente sarà in grado di interpretare criticamente i risultati delle simulazioni, valutando la coerenza del modello con la realtà e l'affidabilità dei dati raccolti. Potrà proporre soluzioni ottimali per la gestione delle linee produttive basandosi sulle informazioni ottenute dai modelli digitali, dimostrando capacità di giudizio indipendente e consapevole.

Abilità comunicative

Lo studente sarà in grado di esporre in modo chiaro e comprensibile i risultati delle simulazioni, sia in forma scritta che orale. Sarà in grado di presentare analisi e conclusioni a

diversi interlocutori, argomentando le scelte progettuali basate sui dati simulati e fornendo raccomandazioni operative fondate su evidenze quantitative.

Capacità di apprendimento

Lo studente acquisirà autonomia nell'uso di software di simulazione e nella creazione di Digital Twin. Sarà in grado di integrare conoscenze teoriche e pratiche per affrontare problemi complessi, sviluppando una capacità continua di apprendimento e miglioramento delle proprie competenze professionali nel tempo.

Programma didattico

1. Introduzione al Digital Twin nei sistemi industriali
2. Evoluzione storica della simulazione dei sistemi produttivi
3. Digital Twin: definizioni, tipologie e ambiti applicativi
4. Architettura di un Digital Twin industriale
5. Modelli fisici, logici e dati nel Digital Twin
6. Ciclo di vita del Digital Twin
7. Sistemi produttivi e linee di produzione
8. Modellazione dei processi produttivi
9. Fondamenti di simulazione dei sistemi a eventi discreti
10. Simulazione continua e simulazione ibrida
11. Metodologie di modellazione e astrazione dei sistemi
12. Raccolta e preparazione dei dati per la simulazione
13. Qualità, validazione e affidabilità dei dati industriali
14. Introduzione ai software di simulazione delle linee produttive
15. Modellazione delle risorse e dei flussi di materiale
16. Modellazione dei tempi di processo e delle variabilità
17. Modellazione dei sistemi di trasporto e logistica interna
18. Simulazione dei colli di bottiglia e analisi delle prestazioni
19. Indicatori di performance delle linee produttive
20. Verifica e validazione dei modelli di simulazione
21. Calibrazione dei modelli di simulazione
22. Analisi di scenari e what-if analysis
23. Ottimizzazione delle linee di produzione tramite simulazione
24. Integrazione tra simulazione e sistemi reali
25. Digital Twin e Internet of Things industriale
26. Aggiornamento in tempo reale del Digital Twin
27. Digital Twin per il monitoraggio delle prestazioni
28. Simulazione per il supporto alle decisioni operative
29. Digital Twin per la pianificazione della produzione
30. Digital Twin per la manutenzione predittiva
31. Integrazione tra Digital Twin e sistemi MES
32. Integrazione tra Digital Twin e sistemi ERP
33. Simulazione del comportamento umano nelle linee produttive
34. Digital Twin e robotica industriale
35. Simulazione di celle robotizzate
36. Digital Twin per linee flessibili e riconfigurabili
37. Digital Twin e produzione personalizzata
38. Analisi dell'affidabilità e della disponibilità dei sistemi
39. Simulazione dei guasti e delle strategie di manutenzione
40. Digital Twin e controllo qualità
41. Integrazione con sistemi di visione e sensori avanzati
42. Digital Twin e sostenibilità dei sistemi produttivi
43. Analisi energetica tramite simulazione
44. Digital Twin e sicurezza operativa
45. Introduzione al Digital Twin basato su intelligenza artificiale
46. Machine learning a supporto della simulazione
47. Digital Twin predittivo e prescrittivo
48. Scalabilità e gestione della complessità dei modelli
49. Cybersecurity nei Digital Twin industriali
50. Standard e interoperabilità nei Digital Twin
51. Valutazione economica delle soluzioni basate su Digital Twin
52. Casi industriali di Digital Twin e simulazione di linee
53. Sviluppo di un progetto completo di Digital Twin
54. Presentazione e discussione dei progetti finali

Tipologie di attività didattiche previste e relative modalità di svolgimento

Ogni Macro-argomento è articolato in 15-17 videolezioni da 30 min. corredate da dispense, slide e test di apprendimento.

Per ogni insegnamento sono previste sino a 6 videolezioni (n.1 CFU) di didattica innovativa secondo modalità definite dal docente di riferimento.

Le videolezioni sono progettate in modo da fornire allo studente competenze teoriche e pratiche nell'ambito dei Digital Twin e della simulazione di sistemi produttivi. Il corso integra strumenti di modellazione, analisi probabilistica, simulazione discreta e continua, con focus sull'interpretazione dei risultati e sulla loro applicazione pratica.

Il modello didattico adottato prevede l'erogazione online sia della didattica erogativa asincrona sia della didattica sincrona. Per le attività di autoapprendimento sono previste n.18 ore di studio individuale per ogni CFU.

Le dispense e i test di autovalutazione predisposti dai docenti titolari dell'insegnamento sono resi disponibili sulla piattaforma. L'Ateneo prevede di norma, per ogni CFU, un totale di almeno 7 ore di didattica. La didattica erogativa è perciò effettuata per l'80% in modalità asincrona, articolata in un numero di videolezioni coerente ai CFU complessivi del singolo insegnamento, corredate da materiale didattico adeguato allo studio individuale e, per almeno il 20%, in modalità sincrona.

Le attività didattiche si distinguono in:

- Didattica erogativa asincrona che prevede per ogni ora una videolezione registrata, una dispensa corredata da riferimenti bibliografici, note, tabelle, immagini, grafici ed un questionario di dieci domande di autovalutazione con quattro possibili risposte di cui solo una corretta e tre distrattori, oltre un file di riepilogo relativo agli obiettivi ed alla struttura in paragrafi della lezione.
- Didattica erogativa sincrona che si compone di una web conference per CFU e di un elaborato per insegnamento, differenziato in termini di difficoltà rispetto all'ampiezza dei CFU assegnati. L'obiettivo della didattica erogativa in modalità sincrona è assicurare tutte quelle attività che tipicamente richiedono apprendimenti "in situazione" o rapporto "face to face", quali laboratori, seminari, esperienze sul campo, tirocini, ecc., tenendo conto anche delle metodologie a carattere innovativo e volte a favorire l'interazione docente-studenti e tra studenti.

Nelle suddette attività convergono molteplici strumenti didattici, che agiscono in modo sinergico sul percorso di formazione ed apprendimento dello studente. La partecipazione attiva alle suddette attività ha come obiettivo quello di stimolare gli studenti lungo tutto il percorso didattico e garantisce loro la possibilità di ottenere una valutazione aggiuntiva che si sommerà alla valutazione dell'esame finale.

Sono altresì escluse le ore di tutorato didattico disciplinare, cioè la mera ripetizione di contenuti già proposti nella forma erogativa attraverso colloqui di recupero o approfondimento one-to-one.

Modalità e criteri di valutazione dell'apprendimento

La modalità e criteri di valutazione dell'apprendimento dovranno tener conto di quanto segue:

- i risultati delle prove intermedie (le prove intermedie consistono nello svolgimento di un test a risposta multipla con 30 domande; per ogni domanda lo studente deve scegliere una delle 4 possibili risposte, di cui solo una è corretta);

- la qualità della partecipazione alle attività on line (frequenza e qualità degli interventi monitorabili attraverso la piattaforma, elaborati, didattica sincrona);
- i risultati della prova finale in presenza (in forma orale).

Sia i quesiti in forma orale che i quesiti in forma scritta sono formulati per valutare il grado di comprensione delle nozioni teoriche e la capacità di sviluppare il ragionamento utilizzando le nozioni acquisite. I quesiti che richiedono l'elaborazione di un ragionamento consentiranno di valutare il livello di competenza e l'autonomia di giudizio maturati dallo studente.

Le abilità di comunicazione e la capacità di apprendimento saranno valutate attraverso le interazioni dirette tra docente e studente che avranno luogo durante la fruizione del corso (videoconferenze, e-tivity report, studio di casi elaborati) proposti dal docente o dal tutor.

Criteri di misurazione dell'apprendimento e attribuzione del voto finale

Sia lo svolgimento dell'elaborato, sia la presenza attiva durante le web conference prevedono un giudizio, da parte del docente, fino a un massimo di 2 punti. Lo studente può prendere parte ad entrambe le attività, fermo restando che la votazione massima raggiungibile è sempre di 2 punti.

La valutazione dell'elaborato può essere sufficiente (1 punto premiale) o non sufficiente (0 punti premiali).

La premialità massima per le web conference è di un punto sul voto di esame. Ogni studente può partecipare a tutte le web conference erogate. Per ciascuna di esse, il superamento del test finale di apprendimento – che richiede almeno quattro risposte corrette su cinque domande relative al tema trattato – consente di ottenere un punteggio pari a 0,5. Una volta raggiunto un punteggio totale di 1, allo studente viene riconosciuta la premialità.

È data facoltà allo studente di partecipare o meno alla didattica erogativa sincrona.

La valutazione finale ha lo scopo di misurare il raggiungimento degli obiettivi di apprendimento definiti alla base dell'insegnamento. Il giudizio riguarda l'intero percorso formativo del singolo insegnamento ed è di tipo sommativo.

Il voto finale dell'esame di profitto tiene conto del punteggio che lo studente può aver ottenuto partecipando correttamente alla didattica erogativa sincrona e deriva, quindi, dalla somma delle due valutazioni. Il voto derivante dalla didattica sincrona verrà sommato al voto della prova intermedia.

Il voto della prova finale è compreso tra 0 a 2 punti, da sommare al punteggio della prova intermedia.

Il voto minimo utile al superamento dell'esame di profitto è di diciotto trentesimi.

Ciascun esame dovrà essere composto da un numero di domande idonee a garantire la possibilità di conseguire la lode, in ottemperanza alle norme Europee sul Diploma Supplement. L'attribuzione della lode è concessa esclusivamente allo studente che ha risposto positivamente ad almeno 31 domande.

Materiale didattico utilizzato

Il materiale didattico utilizzato può riguardare:

- Videolezioni
- Dispense predisposte dal docente e/o slide del docente
- Materiali predisposti per le lezioni sincrone
- Testo di riferimento suggerito dal docente (facoltativo).

Il materiale didattico è sempre disponibile in piattaforma e consultabile dallo studente nei tempi e nelle modalità ad egli più affini.

MISURE MECCANICHE E TERMICHE	
Settore Scientifico Disciplinare	IMIS-01/ A
Anno di corso	II Anno
Tipologia di attività formativa	Base ☐ Caratterizzante X Affine ☐ Altre attività ☐
Numero di crediti	6 CFU
Docente	In corso di definizione
Modalità di iscrizione e di gestione dei rapporti con gli studenti	L'iscrizione ed i rapporti con gli studenti sono gestiti mediante la piattaforma informatica che permette l'iscrizione ai corsi, la fruizione delle lezioni, la partecipazione a forum e tutoraggi, il download del materiale didattico e la comunicazione con il docente. Un tutor assisterà gli studenti nello svolgimento di queste attività.

Obiettivi formativi specifici

Conoscenza dei principi e delle tecniche di misura delle principali grandezze meccaniche (lunghezza, massa, forza) e termofluidodinamiche (temperatura, pressione, velocità e portata dei fluidi). Capacità di progettazione e validazione del processo di misura per il collaudo dei prodotti e per il controllo del processo di produzione. Capacità di stima dell'incertezza di misura e di valutazione della conformità alle specifiche. Conoscenza dei principi di gestione del processo di misura e delle modalità di taratura e conferma metrologica della strumentazione di misura, controllo e collaudo.

Risultati di apprendimento specifici

Conoscenza e capacità di comprensione

Lo studente acquisisce conoscenze sui principi fisici delle misure meccaniche e termiche, sulle grandezze fondamentali e derivate, sugli strumenti di misura e sulle loro caratteristiche principali. Sarà in grado di comprendere le interazioni tra sensori, trasduttori e sistemi di acquisizione dati, di analizzare le cause di errore e di comprendere come progettare esperimenti affidabili e ripetibili.

Capacità di applicare conoscenza e comprensione

Lo studente sarà in grado di applicare le conoscenze acquisite nella selezione e nell'uso corretto degli strumenti di misura meccanica e termica, nella progettazione di esperimenti e nella raccolta e analisi dei dati. Le esercitazioni pratiche permetteranno di sviluppare competenze operative nell'utilizzo di sensori di forza, pressione, deformazione e temperatura, nella taratura degli strumenti e nell'elaborazione dei risultati mediante software dedicati.

Autonomia di giudizio

Il corso sviluppa la capacità dello studente di valutare criticamente le misure effettuate, identificare possibili fonti di errore, selezionare metodologie adeguate e proporre strategie per migliorare l'affidabilità dei risultati. Lo studente sarà in grado di prendere decisioni autonome nella gestione di esperimenti complessi e nella scelta di strumenti di misura adeguati a specifiche applicazioni.

Abilità comunicative

Lo studente acquisirà la capacità di comunicare in modo chiaro e tecnico le procedure sperimentali, i risultati ottenuti e le valutazioni critiche. Sarà in grado di redigere relazioni dettagliate, presentare esperimenti e argomentare le proprie scelte metodologiche in contesti accademici e professionali.

Capacità di apprendimento

Il corso fornisce allo studente le basi per sviluppare autonomia nello studio e nell'aggiornamento continuo sulle tecnologie di misura. Le competenze acquisite permetteranno di affrontare problemi sperimentali complessi, applicare tecniche avanzate e aggiornarsi sulle strumentazioni emergenti, mantenendo un approccio critico e creativo nella gestione dei dati e dei sistemi di misura.

Programma didattico

- | | |
|--|---|
| 1. Introduzione al corso e ruolo delle misure meccaniche e termiche | 22. Misure dinamiche e transitorie |
| 2. Grandezze fondamentali e unità di misura | 23. Sistemi di misura analogici e digitali |
| 3. Precisione, accuratezza e sensibilità degli strumenti | 24. Sistemi di misura automatizzati |
| 4. Tipi di errore e metodi di riduzione | 25. Elaborazione numerica dei dati sperimentali |
| 5. Concetti di incertezza e propagazione degli errori | 26. Valutazione dei risultati e interpretazione dei dati |
| 6. Trasduttori e sensori meccanici | 27. Misure applicate a macchine e componenti meccanici |
| 7. Misura di lunghezze e spostamenti | 28. Misure applicate a sistemi termici e fluidici |
| 8. Misura di forze e coppie | 29. Sicurezza e corretto utilizzo degli strumenti |
| 9. Misura di pressione e deformazioni | 30. Diagnostica e manutenzione della strumentazione |
| 10. Trasduttori piezoelettrici e capacitivi | 31. Misure meccaniche di forza, pressione e deformazione |
| 11. Sensori per vibrazioni e accelerazioni | 32. Misure termiche di temperatura e flusso termico |
| 12. Strumentazione per misura di velocità e moto rotatorio | 33. Analisi dei dati sperimentali |
| 13. Trasduttori termici: termocoppie, RTD, termistori | 34. Presentazione e discussione dei risultati |
| 14. Sensori a semiconduttore e dispositivi per misura di temperatura | 35. Applicazioni industriali delle misure meccaniche e termiche |
| 15. Sistemi di acquisizione dati e tecniche di campionamento | 36. Sintesi del corso e prospettive professionali |
| 16. Calibrazione e taratura di strumenti meccanici | |
| 17. Calibrazione e taratura di strumenti termici | |
| 18. Procedure sperimentali standard | |
| 19. Analisi statistica dei dati di misura | |
| 20. Filtraggio dei segnali e riduzione del rumore | |
| 21. Misure indirette e metodi di stima | |

Tipologie di attività didattiche previste e relative modalità di svolgimento

Ogni Macro-argomento è articolato in 15-17 videolezioni da 30 min. corredate da dispense, slide e test di apprendimento.

Per ogni insegnamento sono previste sino a 6 videolezioni (n.1 CFU) di didattica innovativa secondo modalità definite dal docente di riferimento.

Le videolezioni sono progettate in modo da fornire allo studente una solida base di conoscenze e competenze nell'ambito delle misure meccaniche e termiche. Particolare attenzione sarà dedicata all'applicazione delle tecniche di misura in contesti industriali, alla calibrazione della strumentazione e alla valutazione critica dei risultati sperimentali.

Il modello didattico adottato prevede l'erogazione online sia della didattica erogativa asincrona sia della didattica sincrona. Per le attività di autoapprendimento sono previste n.18 ore di studio individuale per ogni CFU.

Le dispense e i test di autovalutazione predisposti dai docenti titolari dell'insegnamento sono resi disponibili sulla piattaforma. L'Ateneo prevede di norma, per ogni CFU, un totale di almeno 7 ore di didattica. La didattica erogativa è perciò effettuata per l'80% in modalità asincrona, articolata in un numero di videolezioni coerente ai CFU complessivi del singolo insegnamento, corredate da materiale didattico adeguato allo studio individuale e, per almeno il 20%, in modalità sincrona.

Le attività didattiche si distinguono in:

- Didattica erogativa asincrona che prevede per ogni ora una videolezione registrata, una dispensa corredata da riferimenti bibliografici, note, tabelle, immagini, grafici ed un questionario di dieci domande di autovalutazione con quattro possibili risposte di cui solo una corretta e tre distrattori, oltre un file di riepilogo relativo agli obiettivi ed alla struttura in paragrafi della lezione.
- Didattica erogativa sincrona che si compone di una web conference per CFU e di un elaborato per insegnamento, differenziato in termini di difficoltà rispetto all'ampiezza dei CFU assegnati. L'obiettivo della didattica erogativa in modalità sincrona è assicurare tutte quelle attività che tipicamente richiedono apprendimenti "in situazione" o rapporto "face to face", quali laboratori, seminari, esperienze sul campo, tirocini, ecc., tenendo conto anche delle metodologie a carattere innovativo e volte a favorire l'interazione docente-studenti e tra studenti.

Nelle suddette attività convergono molteplici strumenti didattici, che agiscono in modo sinergico sul percorso di formazione ed apprendimento dello studente. La partecipazione attiva alle suddette attività ha come obiettivo quello di stimolare gli studenti lungo tutto il percorso didattico e garantisce loro la possibilità di ottenere una valutazione aggiuntiva che si sommerà alla valutazione dell'esame finale.

Sono altresì escluse le ore di tutorato didattico disciplinare, cioè la mera ripetizione di contenuti già proposti nella forma erogativa attraverso colloqui di recupero o approfondimento one-to-one.

Modalità e criteri di valutazione dell'apprendimento

La modalità e criteri di valutazione dell'apprendimento dovranno tener conto di quanto segue:

- i risultati delle prove intermedie (le prove intermedie consistono nello svolgimento di un test a risposta multipla con 30 domande; per ogni domanda lo studente deve scegliere una delle 4 possibili risposte, di cui solo una è corretta);
- la qualità della partecipazione alle attività on line (frequenza e qualità degli interventi monitorabili attraverso la piattaforma, elaborati, didattica sincrona);
- i risultati della prova finale in presenza (in forma orale).

Sia i quesiti in forma orale che i quesiti in forma scritta sono formulati per valutare il grado di comprensione delle nozioni teoriche e la capacità di sviluppare il ragionamento utilizzando le nozioni acquisite. I quesiti che richiedono l'elaborazione di un ragionamento consentiranno di valutare il livello di competenza e l'autonomia di giudizio maturati dallo studente.

Le abilità di comunicazione e la capacità di apprendimento saranno valutate attraverso le interazioni dirette tra docente e studente che avranno luogo durante la fruizione del corso (videoconferenze, e-tivity report, studio di casi elaborati) proposti dal docente o dal tutor.

Criteri di misurazione dell'apprendimento e attribuzione del voto finale

Sia lo svolgimento dell'elaborato, sia la presenza attiva durante le web conference prevedono un giudizio, da parte del docente, fino a un massimo di 2 punti. Lo studente può prendere parte ad entrambe le attività, fermo restando che la votazione massima raggiungibile è sempre di 2 punti.

La valutazione dell'elaborato può essere sufficiente (1 punto premiale) o non sufficiente (0 punti premiali).

La premialità massima per le web conference è di un punto sul voto di esame. Ogni studente può partecipare a tutte le web conference erogate. Per ciascuna di esse, il superamento del test finale di apprendimento – che richiede almeno quattro risposte corrette su cinque domande relative al tema trattato – consente di ottenere un punteggio pari a 0,5. Una volta raggiunto un punteggio totale di 1, allo studente viene riconosciuta la premialità.

È data facoltà allo studente di partecipare o meno alla didattica erogativa sincrona.

La valutazione finale ha lo scopo di misurare il raggiungimento degli obiettivi di apprendimento definiti alla base dell'insegnamento. Il giudizio riguarda l'intero percorso formativo del singolo insegnamento ed è di tipo sommativo.

Il voto finale dell'esame di profitto tiene conto del punteggio che lo studente può aver ottenuto partecipando correttamente alla didattica erogativa sincrona e deriva, quindi, dalla somma delle due valutazioni. Il voto derivante dalla didattica sincrona verrà sommato al voto della prova intermedia.

Il voto della prova finale è compreso tra 0 a 2 punti, da sommare al punteggio della prova intermedia.

Il voto minimo utile al superamento dell'esame di profitto è di diciotto trentesimi.

Ciascun esame dovrà essere composto da un numero di domande idonee a garantire la possibilità di conseguire la lode, in ottemperanza alle norme Europee sul Diploma Supplement. L'attribuzione della lode è concessa esclusivamente allo studente che ha risposto positivamente ad almeno 31 domande.

Materiale didattico utilizzato

Il materiale didattico utilizzato può riguardare:

- Videolezioni
- Dispense predisposte dal docente e/o slide del docente
- Materiali predisposti per le lezioni sincrone
- Testo di riferimento suggerito dal docente (facoltativo).

Il materiale didattico è sempre disponibile in piattaforma e consultabile dallo studente nei tempi e nelle modalità ad egli più affini.

ECONOMIA E GESTIONE DEI PROGETTI E DELL'INNOVAZIONE	
Settore Scientifico Disciplinare	IEGE-01/A
Anno di corso	II Anno
Tipologia di attività formativa	Base ☐ Caratterizzante ☐ Affine X Altre attività ☐
Numero di crediti	9 CFU
Docente	In corso di definizione
Modalità di iscrizione e di gestione dei rapporti con gli studenti	L'iscrizione ed i rapporti con gli studenti sono gestiti mediante la piattaforma informatica che permette l'iscrizione ai corsi, la fruizione delle lezioni, la partecipazione a forum e tutoraggi, il download del materiale didattico e la comunicazione con il docente. Un tutor assisterà gli studenti nello svolgimento di queste attività.

Obiettivi formativi specifici

Il corso fornisce strumenti culturali e metodologici per comprendere i principi economici e gestionali che guidano la progettazione e la realizzazione dei progetti, con attenzione alla loro sostenibilità economico-finanziaria. Lo studente acquisirà la capacità di analizzare la fattibilità di iniziative complesse integrando aspetti economici, organizzativi e strategici, e svilupperà competenze per la pianificazione, l'organizzazione e il controllo dei progetti tramite strumenti di project management e tecniche di gestione del rischio. Verranno approfonditi i processi di innovazione nelle imprese e nei sistemi economici, valutandone gli impatti economici, tecnologici e strategici. Il corso promuoverà inoltre capacità decisionali e di problem solving, insieme al lavoro di gruppo e al coordinamento interdisciplinare, essenziali nella gestione dei progetti.

Risultati di apprendimento specifici

Conoscenza e capacità di comprensione

Lo studente acquisisce conoscenze sui principi dell'economia aziendale, sulla gestione dei progetti, sui metodi di analisi economica e finanziaria e sulle strategie di innovazione. Sarà in grado di comprendere le dinamiche di mercato, le interazioni tra risorse, costi, tempi e qualità e l'impatto delle scelte manageriali sul successo dei progetti.

Capacità di applicare conoscenza e comprensione

Lo studente sarà in grado di applicare le conoscenze acquisite nella pianificazione e gestione dei progetti, nella valutazione economico-finanziaria, nella gestione dei rischi e nell'implementazione di processi innovativi. Le esercitazioni e i laboratori consentiranno di sviluppare competenze operative nell'uso di strumenti di project management, budgeting, controllo dei costi e analisi dei flussi di innovazione.

Autonomia di giudizio

Il corso sviluppa la capacità dello studente di valutare criticamente le scelte progettuali, le strategie di gestione dei progetti e le iniziative innovative. Lo studente sarà in grado di identificare le alternative più efficaci, valutare i rischi e le opportunità, prendere decisioni

autonome basate su dati economici e indicatori di performance e proporre soluzioni ottimali nei contesti aziendali e industriali.

Abilità comunicative

Lo studente acquisirà la capacità di comunicare in modo chiaro e convincente strategie, risultati economici e decisioni progettuali. Sarà in grado di redigere report di progetto, presentare piani di innovazione e discutere i risultati ottenuti con colleghi, docenti e stakeholder.

Capacità di apprendimento

Il corso fornisce allo studente le basi per sviluppare autonomia nello studio e nell'aggiornamento continuo sulle metodologie di gestione dei progetti e dell'innovazione. Le competenze acquisite permetteranno di affrontare problemi complessi, applicare tecniche avanzate di project management e innovazione e aggiornarsi sulle best practice e sugli strumenti emergenti in ambito economico e industriale.

Programma didattico

1. Introduzione al corso e obiettivi formativi
2. Fondamenti di economia aziendale
3. Organizzazione aziendale e ruoli nei progetti
4. Analisi del mercato e strategie competitive
5. Pianificazione dei progetti e definizione degli obiettivi
6. Strutturazione dei progetti: WBS e diagrammi di Gantt
7. Tempi e schedulazione delle attività
8. Gestione delle risorse umane nei progetti
9. Gestione delle risorse materiali e tecnologiche
10. Analisi dei costi e budget di progetto
11. Controllo dei costi e monitoraggio finanziario
12. Indicatori di performance nei progetti
13. Analisi dei rischi e gestione delle incertezze
14. Tecniche di valutazione economica dei progetti
15. Valutazione finanziaria e ritorno sugli investimenti
16. Strumenti per il project management digitale
17. Gestione della qualità nei progetti
18. Metodologie agili e flessibili di gestione dei progetti
19. Innovazione tecnologica e processi innovativi
20. Modelli di business e strategie di innovazione
21. Creazione di valore e vantaggio competitivo
22. Approcci sistemici alla gestione dei progetti complessi
23. Analisi dei stakeholder e comunicazione progettuale
24. Strumenti di simulazione e pianificazione dei progetti
25. Metodologie per l'ottimizzazione dei processi
26. Gestione dei cambiamenti e resistenza organizzativa
27. Project management per l'innovazione industriale
28. Progetti complessi
29. Progetti di innovazione tecnologica
30. Problem solving e decision making nei progetti
31. Valutazione e selezione dei progetti da finanziare
32. Gestione di portafogli di progetti
33. Misurazione della performance economica e innovativa
34. Sistemi di controllo e reporting dei progetti
35. Strumenti di collaborazione e lavoro in team
36. Strategie di comunicazione per i progetti complessi
37. Approfondimento su tecniche quantitative di supporto alle decisioni
38. Metodi di analisi statistica applicata ai progetti
39. Tecniche di benchmarking e best practice
40. Applicazioni industriali di gestione dei progetti
41. Progettazione e gestione di processi innovativi
42. Innovazione organizzativa e gestione dei cambiamenti
43. Finanziamento e gestione delle risorse nei progetti innovativi
44. Pianificazione e controllo di un progetto
45. Analisi economica e finanziaria di un progetto

- | | |
|---|--|
| 46. Simulazione di scenari e gestione dei rischi | 52. Analisi di casi reali e applicazioni industriali |
| 47. Presentazione di un progetto innovativo | 53. Sintesi del corso e collegamenti interdisciplinari |
| 48. Discussione dei risultati dei laboratori | 54. Prospettive professionali e sviluppo continuo delle competenze |
| 49. Integrazione tra project management e innovazione tecnologica | |
| 50. Metodologie per la valutazione dell'impatto dei progetti | |
| 51. Strumenti di governance e monitoraggio dell'innovazione | |

Tipologie di attività didattiche previste e relative modalità di svolgimento

Ogni Macro-argomento è articolato in 15-17 videolezioni da 30 min. corredate da dispense, slide e test di apprendimento.

Per ogni insegnamento sono previste sino a 6 videolezioni (n.1 CFU) di didattica innovativa secondo modalità definite dal docente di riferimento.

Le videolezioni sono progettate in modo da fornire allo studente conoscenze e competenze nell'ambito dell'economia e della gestione dei progetti e dell'innovazione. Particolare attenzione sarà rivolta all'innovazione tecnologica e organizzativa, alla creazione di valore e alla gestione dei processi di cambiamento all'interno delle imprese e dei progetti industriali.

Il modello didattico adottato prevede l'erogazione online sia della didattica erogativa asincrona sia della didattica sincrona. Per le attività di autoapprendimento sono previste n.18 ore di studio individuale per ogni CFU.

Le dispense e i test di autovalutazione predisposti dai docenti titolari dell'insegnamento sono resi disponibili sulla piattaforma. L'Ateneo prevede di norma, per ogni CFU, un totale di almeno 7 ore di didattica. La didattica erogativa è perciò effettuata per l'80% in modalità asincrona, articolata in un numero di videolezioni coerente ai CFU complessivi del singolo insegnamento, corredate da materiale didattico adeguato allo studio individuale e, per almeno il 20%, in modalità sincrona.

Le attività didattiche si distinguono in:

- Didattica erogativa asincrona che prevede per ogni ora una videolezione registrata, una dispensa corredata da riferimenti bibliografici, note, tabelle, immagini, grafici ed un questionario di dieci domande di autovalutazione con quattro possibili risposte di cui solo una corretta e tre distrattori, oltre un file di riepilogo relativo agli obiettivi ed alla struttura in paragrafi della lezione.
- Didattica erogativa sincrona che si compone di una web conference per CFU e di un elaborato per insegnamento, differenziato in termini di difficoltà rispetto all'ampiezza dei CFU assegnati. L'obiettivo della didattica erogativa in modalità sincrona è assicurare tutte quelle attività che tipicamente richiedono apprendimenti "in situazione" o rapporto "face to face", quali laboratori, seminari, esperienze sul campo, tirocini, ecc., tenendo conto anche delle metodologie a carattere innovativo e volte a favorire l'interazione docente-studenti e tra studenti.

Nelle suddette attività convergono molteplici strumenti didattici, che agiscono in modo sinergico sul percorso di formazione ed apprendimento dello studente. La partecipazione attiva alle suddette attività ha come obiettivo quello di stimolare gli studenti lungo tutto il percorso didattico e garantisce loro la possibilità di ottenere una valutazione aggiuntiva che si sommerà alla valutazione dell'esame finale.

Sono altresì escluse le ore di tutorato didattico disciplinare, cioè la mera ripetizione di contenuti già proposti nella forma erogativa attraverso colloqui di recupero o approfondimento one-to-one.

Modalità e criteri di valutazione dell'apprendimento

La modalità e criteri di valutazione dell'apprendimento dovranno tener conto di quanto segue:

- i risultati delle prove intermedie (le prove intermedie consistono nello svolgimento di un test a risposta multipla con 30 domande; per ogni domanda lo studente deve scegliere una delle 4 possibili risposte, di cui solo una è corretta);
- la qualità della partecipazione alle attività on line (frequenza e qualità degli interventi monitorabili attraverso la piattaforma, elaborati, didattica sincrona);
- i risultati della prova finale in presenza (in forma orale).

Sia i quesiti in forma orale che i quesiti in forma scritta sono formulati per valutare il grado di comprensione delle nozioni teoriche e la capacità di sviluppare il ragionamento utilizzando le nozioni acquisite. I quesiti che richiedono l'elaborazione di un ragionamento consentiranno di valutare il livello di competenza e l'autonomia di giudizio maturati dallo studente.

Le abilità di comunicazione e la capacità di apprendimento saranno valutate attraverso le interazioni dirette tra docente e studente che avranno luogo durante la fruizione del corso (videoconferenze, e-tivity report, studio di casi elaborati) proposti dal docente o dal tutor.

Criteri di misurazione dell'apprendimento e attribuzione del voto finale

Sia lo svolgimento dell'elaborato, sia la presenza attiva durante le web conference prevedono un giudizio, da parte del docente, fino a un massimo di 2 punti. Lo studente può prendere parte ad entrambe le attività, fermo restando che la votazione massima raggiungibile è sempre di 2 punti.

La valutazione dell'elaborato può essere sufficiente (1 punto premiale) o non sufficiente (0 punti premiali).

La premialità massima per le web conference è di un punto sul voto di esame. Ogni studente può partecipare a tutte le web conference erogate. Per ciascuna di esse, il superamento del test finale di apprendimento – che richiede almeno quattro risposte corrette su cinque domande relative al tema trattato – consente di ottenere un punteggio pari a 0,5. Una volta raggiunto un punteggio totale di 1, allo studente viene riconosciuta la premialità.

È data facoltà allo studente di partecipare o meno alla didattica erogativa sincrona.

La valutazione finale ha lo scopo di misurare il raggiungimento degli obiettivi di apprendimento definiti alla base dell'insegnamento. Il giudizio riguarda l'intero percorso formativo del singolo insegnamento ed è di tipo sommativo.

Il voto finale dell'esame di profitto tiene conto del punteggio che lo studente può aver ottenuto partecipando correttamente alla didattica erogativa sincrona e deriva, quindi, dalla somma delle due valutazioni. Il voto derivante dalla didattica sincrona verrà sommato al voto della prova intermedia.

Il voto della prova finale è compreso tra 0 a 2 punti, da sommare al punteggio della prova intermedia.

Il voto minimo utile al superamento dell'esame di profitto è di diciotto trentesimi.

Ciascun esame dovrà essere composto da un numero di domande idonee a garantire la possibilità di conseguire la lode, in ottemperanza alle norme Europee sul Diploma Supplement. L'attribuzione della lode è concessa esclusivamente allo studente che ha risposto positivamente ad almeno 31 domande.

Materiale didattico utilizzato

Il materiale didattico utilizzato può riguardare:

- Videolezioni
- Dispense predisposte dal docente e/o slide del docente
- Materiali predisposti per le lezioni sincrone
- Testo di riferimento suggerito dal docente (facoltativo).

Il materiale didattico è sempre disponibile in piattaforma e consultabile dallo studente nei tempi e nelle modalità ad egli più affini.

FONDAMENTI DI AUTOMATICA	
Settore Scientifico Disciplinare	IINF-04/ A
Anno di corso	II Anno
Tipologia di attività formativa	Base ☐ Caratterizzante ☐ Affine X Altre attività ☐
Numero di crediti	9 CFU
Docente	In corso di definizione
Modalità di iscrizione e di gestione dei rapporti con gli studenti	L'iscrizione ed i rapporti con gli studenti sono gestiti mediante la piattaforma informatica che permette l'iscrizione ai corsi, la fruizione delle lezioni, la partecipazione a forum e tutoraggi, il download del materiale didattico e la comunicazione con il docente. Un tutor assisterà gli studenti nello svolgimento di queste attività.

Obiettivi formativi specifici

Conoscenze fondamentali della teoria dei sistemi per la modellazione matematica di fenomeni, macchine e processi tramite modelli lineari, sia a tempo continuo che a tempo discreto nella forma ingresso/uscita. Conoscenza degli strumenti per l'analisi dei sistemi lineari sia nel dominio del tempo che delle frequenze. Conoscenza dei metodi di progettazione di semplici controllori in retroazione, tra cui i controllori PID. Queste competenze sono cruciali per la progettazione e la gestione di sistemi meccanici complessi e mecatronici.

Risultati di apprendimento specifici

Conoscenza e capacità di comprensione

Lo studente acquisirà una conoscenza approfondita dei concetti fondamentali dell'automatica, comprendendo la nozione di sistema dinamico, di modello matematico e di variabili di stato. Saranno sviluppate capacità di comprensione dei sistemi dinamici continui e discreti, dei sistemi lineari tempo-invarianti e delle principali rappresentazioni matematiche, sia nel dominio del tempo sia nel dominio della frequenza. Lo studente comprenderà inoltre i concetti di stabilità, controllabilità, osservabilità e le principali tecniche di analisi della risposta dei sistemi di controllo.

Capacità di applicare conoscenza e comprensione

Al termine del corso lo studente sarà in grado di applicare le conoscenze acquisite per modellare sistemi dinamici di interesse ingegneristico, analizzarne il comportamento e valutarne le prestazioni. Saprà utilizzare gli strumenti matematici dell'automatica per lo studio della stabilità e della risposta dei sistemi, nonché per il progetto di semplici regolatori. Lo studente sarà inoltre in grado di interpretare i risultati delle analisi teoriche e di applicarli a problemi concreti, utilizzando anche strumenti di calcolo e simulazione.

Autonomia di giudizio

L'insegnamento contribuisce allo sviluppo dell'autonomia di giudizio attraverso l'analisi critica dei modelli e dei risultati ottenuti. Lo studente sarà in grado di valutare l'adeguatezza di un modello matematico rispetto al sistema reale, di riconoscere i limiti delle ipotesi adottate

e di interpretare in modo consapevole le prestazioni di un sistema di controllo. Saprà inoltre confrontare diverse soluzioni di regolazione, formulando giudizi motivati sulle scelte progettuali.

Abilità comunicative

Al termine del corso lo studente avrà sviluppato adeguate abilità comunicative per descrivere in modo chiaro e rigoroso i concetti fondamentali dell'automatica e le soluzioni adottate nei problemi di controllo. Sarà in grado di utilizzare un linguaggio tecnico appropriato e di presentare in forma scritta e orale modelli, analisi e risultati, interagendo efficacemente con altri studenti e con docenti nell'ambito di attività di studio e di lavoro di gruppo.

Capacità di apprendimento

L'insegnamento favorisce lo sviluppo della capacità di apprendimento autonomo, fornendo allo studente un metodo di studio basato sul ragionamento matematico e sull'analisi sistematica dei problemi. Al termine del corso lo studente sarà in grado di approfondire in modo autonomo argomenti avanzati dell'automatica e di aggiornare le proprie competenze, affrontando con maggiore consapevolezza corsi successivi e applicazioni più complesse dei sistemi di controllo.

Programma didattico

1. Introduzione ai sistemi di controllo automatico
2. Esempi di sistemi dinamici in ingegneria
3. Concetto di sistema e di modello
4. Classificazione dei sistemi dinamici
5. Sistemi a tempo continuo e a tempo discreto
6. Sistemi lineari e non lineari
7. Sistemi tempo-invarianti e tempo-varianti
8. Modellazione mediante equazioni differenziali
9. Modellazione di sistemi meccanici
10. Modellazione di sistemi elettrici
11. Modellazione di sistemi elettromeccanici
12. Linearizzazione dei sistemi non lineari
13. Rappresentazione nello spazio di stato
14. Variabili di stato e equazioni di stato
15. Soluzione delle equazioni di stato
16. Stabilità dei sistemi dinamici
17. Stabilità nel senso di Lyapunov
18. Stabilità dei sistemi lineari
19. Risposta libera e risposta forzata
20. Risposta al gradino dei sistemi dinamici
21. Sistemi del primo ordine
22. Sistemi del secondo ordine
23. Prestazioni dinamiche dei sistemi
24. Introduzione ai sistemi di controllo in retroazione
25. Struttura di un sistema di controllo
26. Vantaggi e limiti della retroazione
27. Trasformata di Laplace
28. Funzione di trasferimento
29. Analisi dei sistemi nel dominio di Laplace
30. Poli e zeri di un sistema
31. Stabilità e posizione dei poli
32. Diagrammi di Bode
33. Analisi in frequenza dei sistemi di controllo
34. Margini di stabilità
35. Diagrammi di Nyquist
36. Introduzione al progetto dei regolatori
37. Regolatori proporzionali
38. Regolatori PI
39. Regolatori PD
40. Regolatori PID
41. Effetti dei parametri del regolatore
42. Progetto dei regolatori nel dominio del tempo
43. Progetto dei regolatori nel dominio della frequenza
44. Introduzione ai sistemi di controllo digitale
45. Campionamento e sistemi discreti
46. Trasformata Z
47. Funzione di trasferimento discreta
48. Stabilità dei sistemi discreti
49. Analisi della risposta dei sistemi discreti
50. Introduzione alla simulazione dei sistemi di controllo
51. Utilizzo di strumenti software per l'automatica
52. Esempi applicativi di sistemi di controllo
53. Integrazione dei concetti fondamentali dell'automatica
54. Ripasso generale e discussione di casi studio

Tipologie di attività didattiche previste e relative modalità di svolgimento

Ogni Macro-argomento è articolato in 15-17 videolezioni da 30 min. corredate da dispense, slide e test di apprendimento.

Per ogni insegnamento sono previste sino a 6 videolezioni (n.1 CFU) di didattica innovativa secondo modalità definite dal docente di riferimento.

Le videolezioni sono progettate in modo da fornire allo studente una solida base di competenze teoriche e metodologiche per l'analisi e il progetto dei sistemi di controllo automatico. Al termine del percorso formativo lo studente sarà in grado di comprendere il comportamento dei sistemi dinamici e di affrontare lo studio e il progetto di semplici sistemi di controllo, costituendo una base essenziale per gli insegnamenti avanzati dell'area dell'automatica e dell'ingegneria dell'informazione e industriale.

Il modello didattico adottato prevede l'erogazione online sia della didattica erogativa asincrona sia della didattica sincrona. Per le attività di autoapprendimento sono previste n.18 ore di studio individuale per ogni CFU.

Le dispense e i test di autovalutazione predisposti dai docenti titolari dell'insegnamento sono resi disponibili sulla piattaforma. L'Ateneo prevede di norma, per ogni CFU, un totale di almeno 7 ore di didattica. La didattica erogativa è perciò effettuata per l'80% in modalità asincrona, articolata in un numero di videolezioni coerente ai CFU complessivi del singolo insegnamento, corredate da materiale didattico adeguato allo studio individuale e, per almeno il 20%, in modalità sincrona.

Le attività didattiche si distinguono in:

- Didattica erogativa asincrona che prevede per ogni ora una videolezione registrata, una dispensa corredata da riferimenti bibliografici, note, tabelle, immagini, grafici ed un questionario di dieci domande di autovalutazione con quattro possibili risposte di cui solo una corretta e tre distrattori, oltre un file di riepilogo relativo agli obiettivi ed alla struttura in paragrafi della lezione.
- Didattica erogativa sincrona che si compone di una web conference per CFU e di un elaborato per insegnamento, differenziato in termini di difficoltà rispetto all'ampiezza dei CFU assegnati. L'obiettivo della didattica erogativa in modalità sincrona è assicurare tutte quelle attività che tipicamente richiedono apprendimenti "in situazione" o rapporto "face to face", quali laboratori, seminari, esperienze sul campo, tirocini, ecc., tenendo conto anche delle metodologie a carattere innovativo e volte a favorire l'interazione docente-studenti e tra studenti.

Nelle suddette attività convergono molteplici strumenti didattici, che agiscono in modo sinergico sul percorso di formazione ed apprendimento dello studente. La partecipazione attiva alle suddette attività ha come obiettivo quello di stimolare gli studenti lungo tutto il percorso didattico e garantisce loro la possibilità di ottenere una valutazione aggiuntiva che si sommerà alla valutazione dell'esame finale.

Sono altresì escluse le ore di tutorato didattico disciplinare, cioè la mera ripetizione di contenuti già proposti nella forma erogativa attraverso colloqui di recupero o approfondimento one-to-one.

Modalità e criteri di valutazione dell'apprendimento

La modalità e criteri di valutazione dell'apprendimento dovranno tener conto di quanto segue:

- i risultati delle prove intermedie (le prove intermedie consistono nello svolgimento di un test a risposta multipla con 30 domande; per ogni domanda lo studente deve scegliere una delle 4 possibili risposte, di cui solo una è corretta);

- la qualità della partecipazione alle attività on line (frequenza e qualità degli interventi monitorabili attraverso la piattaforma, elaborati, didattica sincrona);
- i risultati della prova finale in presenza (in forma orale).

Sia i quesiti in forma orale che i quesiti in forma scritta sono formulati per valutare il grado di comprensione delle nozioni teoriche e la capacità di sviluppare il ragionamento utilizzando le nozioni acquisite. I quesiti che richiedono l'elaborazione di un ragionamento consentiranno di valutare il livello di competenza e l'autonomia di giudizio maturati dallo studente.

Le abilità di comunicazione e la capacità di apprendimento saranno valutate attraverso le interazioni dirette tra docente e studente che avranno luogo durante la fruizione del corso (videoconferenze, e-tivity report, studio di casi elaborati) proposti dal docente o dal tutor.

Criteri di misurazione dell'apprendimento e attribuzione del voto finale

Sia lo svolgimento dell'elaborato, sia la presenza attiva durante le web conference prevedono un giudizio, da parte del docente, fino a un massimo di 2 punti. Lo studente può prendere parte ad entrambe le attività, fermo restando che la votazione massima raggiungibile è sempre di 2 punti.

La valutazione dell'elaborato può essere sufficiente (1 punto premiale) o non sufficiente (0 punti premiali).

La premialità massima per le web conference è di un punto sul voto di esame. Ogni studente può partecipare a tutte le web conference erogate. Per ciascuna di esse, il superamento del test finale di apprendimento – che richiede almeno quattro risposte corrette su cinque domande relative al tema trattato – consente di ottenere un punteggio pari a 0,5. Una volta raggiunto un punteggio totale di 1, allo studente viene riconosciuta la premialità.

È data facoltà allo studente di partecipare o meno alla didattica erogativa sincrona.

La valutazione finale ha lo scopo di misurare il raggiungimento degli obiettivi di apprendimento definiti alla base dell'insegnamento. Il giudizio riguarda l'intero percorso formativo del singolo insegnamento ed è di tipo sommativo.

Il voto finale dell'esame di profitto tiene conto del punteggio che lo studente può aver ottenuto partecipando correttamente alla didattica erogativa sincrona e deriva, quindi, dalla somma delle due valutazioni. Il voto derivante dalla didattica sincrona verrà sommato al voto della prova intermedia.

Il voto della prova finale è compreso tra 0 a 2 punti, da sommare al punteggio della prova intermedia.

Il voto minimo utile al superamento dell'esame di profitto è di diciotto trentesimi.

Ciascun esame dovrà essere composto da un numero di domande idonee a garantire la possibilità di conseguire la lode, in ottemperanza alle norme Europee sul Diploma Supplement. L'attribuzione della lode è concessa esclusivamente allo studente che ha risposto positivamente ad almeno 31 domande.

Materiale didattico utilizzato

Il materiale didattico utilizzato può riguardare:

- Videolezioni
- Dispense predisposte dal docente e/o slide del docente
- Materiali predisposti per le lezioni sincrone
- Testo di riferimento suggerito dal docente (facoltativo).

Il materiale didattico è sempre disponibile in piattaforma e consultabile dallo studente nei tempi e nelle modalità ad egli più affini.

SENSORISTICA INDUSTRIALE E INDUSTRIAL IOT	
Settore Scientifico Disciplinare	IINF-05/A
Anno di corso	II Anno
Tipologia di attività formativa	Base ☐ Caratterizzante ☐ Affine X Altre attività ☐
Numero di crediti	6 CFU
Docente	In cors di definizione
Modalità di iscrizione e di gestione dei rapporti con gli studenti	L'iscrizione ed i rapporti con gli studenti sono gestiti mediante la piattaforma informatica che permette l'iscrizione ai corsi, la fruizione delle lezioni, la partecipazione a forum e tutoraggi, il download del materiale didattico e la comunicazione con il docente. Un tutor assisterà gli studenti nello svolgimento di queste attività.

Obiettivi formativi specifici

Il corso approfondisce tecnologie di sensing, acquisizione dati e comunicazione IoT applicate ai sistemi industriali. Fornisce strumenti per selezionare e integrare sensori, reti e piattaforme digitali in processi produttivi intelligenti. Sviluppa competenze nella diagnostica, manutenzione predittiva e monitoraggio continuo dei sistemi. Favorisce la diffusione di architetture connesse e smart nell'industria 4.0.

Risultati di apprendimento specifici

Conoscenza e capacità di comprensione

Lo studente acquisirà una conoscenza approfondita dei principi di funzionamento dei principali sensori industriali, comprendendo le grandezze fisiche misurate, le tecnologie di trasduzione e le caratteristiche metrologiche dei sistemi di misura. Saranno sviluppate capacità di comprensione delle architetture di acquisizione dati, dei sistemi di comunicazione industriale e dei protocolli utilizzati nell'Industrial IoT. Lo studente comprenderà inoltre l'integrazione tra sensori, dispositivi di campo, sistemi di automazione e piattaforme digitali per la gestione e l'analisi dei dati.

Capacità di applicare conoscenza e comprensione

Al termine del corso lo studente sarà in grado di applicare le conoscenze acquisite alla selezione e all'installazione di sensori industriali in diversi contesti applicativi. Saprà configurare sistemi di acquisizione dati, integrare sensori in reti industriali e contribuire allo sviluppo di soluzioni Industrial IoT per il monitoraggio dei processi e delle condizioni operative degli impianti. Lo studente sarà inoltre in grado di interpretare i dati acquisiti, individuando anomalie e supportando attività di controllo, manutenzione e ottimizzazione.

Autonomia di giudizio

L'insegnamento favorisce lo sviluppo dell'autonomia di giudizio attraverso l'analisi critica delle soluzioni di sensoristica e connettività adottate nei sistemi industriali. Lo studente sarà in grado di valutare l'idoneità di un sensore o di una tecnologia IoT in funzione delle esigenze applicative, delle condizioni ambientali e dei vincoli economici. Saprà inoltre considerare aspetti quali affidabilità, accuratezza, sicurezza dei dati e scalabilità delle soluzioni proposte.

Abilità comunicative

Al termine del corso lo studente avrà sviluppato adeguate abilità comunicative per descrivere il funzionamento dei sistemi di sensoristica industriale e delle soluzioni Industrial IoT. Sarà in grado di comunicare informazioni tecniche in modo chiaro e strutturato, sia in forma orale sia scritta, interagendo efficacemente con figure tecniche e non tecniche coinvolte nella progettazione e gestione dei sistemi industriali.

Capacità di apprendimento

L'insegnamento contribuisce allo sviluppo della capacità di apprendimento autonomo in un ambito tecnologico in rapida evoluzione. Al termine del corso lo studente sarà in grado di aggiornare le proprie competenze attraverso lo studio di nuove tecnologie di sensori, protocolli di comunicazione e piattaforme IoT. Avrà inoltre acquisito un metodo di apprendimento che gli consentirà di adattarsi a nuove applicazioni e scenari dell'automazione e della digitalizzazione industriale.

Programma didattico

- | | |
|--|--|
| 1. Introduzione alla sensoristica industriale | 21. Comunicazioni wireless in ambito industriale |
| 2. Grandezze fisiche e sistemi di misura | 22. Standard e interoperabilità nell'Industrial IoT |
| 3. Principi di trasduzione dei sensori | 23. Integrazione dei sensori con PLC e sistemi di automazione |
| 4. Caratteristiche metrologiche dei sensori | 24. Integrazione con sistemi SCADA e MES |
| 5. Sensori di posizione e spostamento | 25. Raccolta e gestione dei dati di campo |
| 6. Sensori di velocità e accelerazione | 26. Introduzione al cloud industriale |
| 7. Sensori di forza, coppia e pressione | 27. Analisi dei dati provenienti dai sensori |
| 8. Sensori di temperatura | 28. Monitoraggio delle condizioni operative |
| 9. Sensori di livello e portata | 29. Manutenzione predittiva basata su sensori |
| 10. Sensori ottici e fotoelettrici | 30. Sensoristica e controllo qualità |
| 11. Sensori induttivi, capacitivi e magnetici | 31. Sensoristica per l'efficienza energetica |
| 12. Sensori intelligenti e smart sensors | 32. Sicurezza dei dati e cybersecurity industriale |
| 13. Condizionamento del segnale | 33. Affidabilità e manutenzione dei sensori |
| 14. Sistemi di acquisizione dati industriali | 34. Studio di casi applicativi industriali |
| 15. Interfacciamento dei sensori ai sistemi di controllo | 35. Sviluppo di una soluzione di sensoristica e Industrial IoT |
| 16. Introduzione all'Industrial Internet of Things | 36. Revisione finale e discussione dei progetti |
| 17. Architettura di un sistema Industrial IoT | |
| 18. Dispositivi edge e gateway industriali | |
| 19. Protocolli di comunicazione industriali | |
| 20. Comunicazioni cablate per l'Industrial IoT | |

Tipologie di attività didattiche previste e relative modalità di svolgimento

Ogni Macro-argomento è articolato in 15-17 videolezioni da 30 min. corredate da dispense, slide e test di apprendimento.

Per ogni insegnamento sono previste sino a 6 videolezioni (n.1 CFU) di didattica innovativa secondo modalità definite dal docente di riferimento.

Le videolezioni sono progettate in modo da fornire allo studente le conoscenze fondamentali e applicative relative ai sistemi di misura, acquisizione e trasmissione dei dati nei contesti industriali moderni. Al termine del percorso formativo lo studente sarà in grado di comprendere il ruolo strategico dei dati di campo nell'ambito dell'automazione industriale e della fabbrica digitale.

Il modello didattico adottato prevede l'erogazione online sia della didattica erogativa asincrona sia della didattica sincrona. Per le attività di autoapprendimento sono previste n.18 ore di studio individuale per ogni CFU.

Le dispense e i test di autovalutazione predisposti dai docenti titolari dell'insegnamento sono resi disponibili sulla piattaforma. L'Ateneo prevede di norma, per ogni CFU, un totale di almeno 7 ore di didattica. La didattica erogativa è perciò effettuata per l'80% in modalità asincrona, articolata in un numero di videolezioni coerente ai CFU complessivi del singolo insegnamento, corredate da materiale didattico adeguato allo studio individuale e, per almeno il 20%, in modalità sincrona.

Le attività didattiche si distinguono in:

- Didattica erogativa asincrona che prevede per ogni ora una videolezione registrata, una dispensa corredata da riferimenti bibliografici, note, tabelle, immagini, grafici ed un questionario di dieci domande di autovalutazione con quattro possibili risposte di cui solo una corretta e tre distrattori, oltre un file di riepilogo relativo agli obiettivi ed alla struttura in paragrafi della lezione.
- Didattica erogativa sincrona che si compone di una web conference per CFU e di un elaborato per insegnamento, differenziato in termini di difficoltà rispetto all'ampiezza dei CFU assegnati. L'obiettivo della didattica erogativa in modalità sincrona è assicurare tutte quelle attività che tipicamente richiedono apprendimenti "in situazione" o rapporto "face to face", quali laboratori, seminari, esperienze sul campo, tirocini, ecc., tenendo conto anche delle metodologie a carattere innovativo e volte a favorire l'interazione docente-studenti e tra studenti.

Nelle suddette attività convergono molteplici strumenti didattici, che agiscono in modo sinergico sul percorso di formazione ed apprendimento dello studente. La partecipazione attiva alle suddette attività ha come obiettivo quello di stimolare gli studenti lungo tutto il percorso didattico e garantisce loro la possibilità di ottenere una valutazione aggiuntiva che si sommerà alla valutazione dell'esame finale.

Sono altresì escluse le ore di tutorato didattico disciplinare, cioè la mera ripetizione di contenuti già proposti nella forma erogativa attraverso colloqui di recupero o approfondimento one-to-one.

Modalità e criteri di valutazione dell'apprendimento

La modalità e criteri di valutazione dell'apprendimento dovranno tener conto di quanto segue:

- i risultati delle prove intermedie (le prove intermedie consistono nello svolgimento di un test a risposta multipla con 30 domande; per ogni domanda lo studente deve scegliere una delle 4 possibili risposte, di cui solo una è corretta);
- la qualità della partecipazione alle attività on line (frequenza e qualità degli interventi monitorabili attraverso la piattaforma, elaborati, didattica sincrona);
- i risultati della prova finale in presenza (in forma orale).

Sia i quesiti in forma orale che i quesiti in forma scritta sono formulati per valutare il grado di comprensione delle nozioni teoriche e la capacità di sviluppare il ragionamento utilizzando le nozioni acquisite. I quesiti che richiedono l'elaborazione di un ragionamento consentiranno di valutare il livello di competenza e l'autonomia di giudizio maturati dallo studente.

Le abilità di comunicazione e la capacità di apprendimento saranno valutate attraverso le interazioni dirette tra docente e studente che avranno luogo durante la fruizione del corso (videoconferenze, e-tivity report, studio di casi elaborati) proposti dal docente o dal tutor.

Criteri di misurazione dell'apprendimento e attribuzione del voto finale

Sia lo svolgimento dell'elaborato, sia la presenza attiva durante le web conference prevedono un giudizio, da parte del docente, fino a un massimo di 2 punti. Lo studente può prendere parte ad entrambe le attività, fermo restando che la votazione massima raggiungibile è sempre di 2 punti.

La valutazione dell'elaborato può essere sufficiente (1 punto premiale) o non sufficiente (0 punti premiali).

La premialità massima per le web conference è di un punto sul voto di esame. Ogni studente può partecipare a tutte le web conference erogate. Per ciascuna di esse, il superamento del test finale di apprendimento – che richiede almeno quattro risposte corrette su cinque domande relative al tema trattato – consente di ottenere un punteggio pari a 0,5. Una volta raggiunto un punteggio totale di 1, allo studente viene riconosciuta la premialità.

È data facoltà allo studente di partecipare o meno alla didattica erogativa sincrona.

La valutazione finale ha lo scopo di misurare il raggiungimento degli obiettivi di apprendimento definiti alla base dell'insegnamento. Il giudizio riguarda l'intero percorso formativo del singolo insegnamento ed è di tipo sommativo.

Il voto finale dell'esame di profitto tiene conto del punteggio che lo studente può aver ottenuto partecipando correttamente alla didattica erogativa sincrona e deriva, quindi, dalla somma delle due valutazioni. Il voto derivante dalla didattica sincrona verrà sommato al voto della prova intermedia.

Il voto della prova finale è compreso tra 0 a 2 punti, da sommare al punteggio della prova intermedia.

Il voto minimo utile al superamento dell'esame di profitto è di diciotto trentesimi.

Ciascun esame dovrà essere composto da un numero di domande idonee a garantire la possibilità di conseguire la lode, in ottemperanza alle norme Europee sul Diploma Supplement. L'attribuzione della lode è concessa esclusivamente allo studente che ha risposto positivamente ad almeno 31 domande.

Materiale didattico utilizzato

Il materiale didattico utilizzato può riguardare:

- Videolezioni
- Dispense predisposte dal docente e/o slide del docente
- Materiali predisposti per le lezioni sincrone
- Testo di riferimento suggerito dal docente (facoltativo).

Il materiale didattico è sempre disponibile in piattaforma e consultabile dallo studente nei tempi e nelle modalità ad egli più affini.

MISURE E COLLAUDI DI MACCHINE E IMPIANTI ELETTRICI	
Settore Scientifico Disciplinare	IMIS-01/B
Anno di corso	II Anno
Tipologia di attività formativa	Base ☐ Caratterizzante ☐ Affine X Altre attività ☐
Numero di crediti	6 CFU
Docente	In corso di definizione
Modalità di iscrizione e di gestione dei rapporti con gli studenti	L'iscrizione ed i rapporti con gli studenti sono gestiti mediante la piattaforma informatica che permette l'iscrizione ai corsi, la fruizione delle lezioni, la partecipazione a forum e tutoraggi, il download del materiale didattico e la comunicazione con il docente. Un tutor assisterà gli studenti nello svolgimento di queste attività.

Obiettivi formativi specifici

Il corso fornisce una conoscenza approfondita dei principi, delle metodologie e delle tecniche di misura applicate alle macchine e agli impianti elettrici. Vengono trattati i fondamenti delle misure elettriche in regime stazionario e dinamico, con particolare attenzione alla caratterizzazione dei principali parametri elettrici, magnetici e meccanici delle macchine statiche e rotanti e degli apparati di conversione dell'energia, includendo anche le problematiche di misura introdotte dai moderni sistemi elettrici intelligenti. Sono presentati i criteri di scelta e utilizzo della strumentazione e delle sonde, le tecniche di misura diretta e indiretta, l'analisi delle incertezze e la valutazione metrologica dei risultati. È fornita una trattazione delle procedure di prova e collaudo su macchine e componenti di impianto, comprendendo le verifiche funzionali e le misure prestazionali sugli impianti fotovoltaici, nonché le tecniche di acquisizione e analisi del segnale nei contesti di rete evoluti, quali smart grid, e l'impiego di misure per la valutazione del comportamento dinamico dei sistemi elettrici. Le normative tecniche di riferimento per la sicurezza elettrica, il collaudo funzionale e la verifica delle prestazioni sono richiamate per la corretta esecuzione delle prove. Al termine del corso lo studente sarà in grado di progettare, eseguire e interpretare una campagna di misura e collaudo su sistemi elettrici complessi, applicando criteri metrologici e procedure adeguati sia agli impianti tradizionali sia alle configurazioni di rete moderne.

Risultati di apprendimento specifici

Conoscenza e capacità di comprensione

Lo studente acquisisce conoscenze approfondite sui principi di funzionamento delle macchine elettriche, sui metodi di misura di tensione, corrente, potenza e grandezze meccaniche associate, nonché sulle tecniche di collaudo e verifica della conformità alle specifiche. Sarà in grado di comprendere le relazioni tra grandezze elettriche e prestazioni delle macchine, le interazioni con l'impianto elettrico e le implicazioni di sicurezza e affidabilità.

Capacità di applicare conoscenza e comprensione

Lo studente sarà in grado di applicare le conoscenze acquisite nell'esecuzione di prove pratiche su macchine e impianti elettrici, nel calcolo dei parametri caratteristici, nell'analisi dei

dati sperimentali e nell'interpretazione dei risultati. Le esercitazioni pratiche e i laboratori forniranno competenze operative nell'uso di strumenti di misura, sistemi di acquisizione dati e metodologie di collaudo secondo standard industriali.

Autonomia di giudizio

Il corso sviluppa la capacità dello studente di valutare criticamente le prestazioni delle macchine elettriche e degli impianti, identificare eventuali anomalie, proporre interventi correttivi e selezionare metodi di misura e collaudo appropriati. Lo studente sarà in grado di formulare giudizi autonomi basati su dati sperimentali, conoscenze teoriche e norme tecniche di riferimento.

Abilità comunicative

Lo studente acquisirà la capacità di descrivere e argomentare i risultati delle misure e dei collaudi in modo chiaro e preciso. Sarà in grado di redigere report tecnici, presentare analisi di laboratorio e discutere le conclusioni relative alla sicurezza, all'efficienza e alle prestazioni delle macchine e degli impianti elettrici.

Capacità di apprendimento

Il corso fornisce allo studente le basi per sviluppare autonomia nello studio e nell'aggiornamento continuo delle metodologie di misura, collaudo e verifica di impianti elettrici complessi. Le competenze acquisite permetteranno di affrontare problemi applicativi reali, utilizzare strumenti avanzati di misura e collaudo e aggiornarsi sulle normative e tecnologie emergenti nel settore elettrico.

Programma didattico

- | | |
|---|--|
| 1. Introduzione al corso e obiettivi formativi | 20. Metodi di campionamento e riduzione degli errori di misura |
| 2. Richiami di elettrotecnica di base | 21. Analisi dei dati e statistiche applicate alle misure |
| 3. Grandezze elettriche fondamentali: tensione, corrente, potenza | 22. Verifica dei rendimenti delle macchine elettriche |
| 4. Strumentazione di misura: multimetri, amperometri, voltmetri | 23. Collaudi dei sistemi di avviamento e frenatura |
| 5. Strumenti avanzati: oscilloscopi, analizzatori di rete | 24. Analisi dei carichi e delle condizioni operative |
| 6. Tecniche di misura diretta e indiretta | 25. Misure e collaudi nei sistemi di automazione elettrica |
| 7. Sistemi di acquisizione dati e sensori | 26. Prove di continuità e interruzione in impianti industriali |
| 8. Misura della resistenza, induttanza e capacità | 27. Collaudi di impianti a bassa tensione |
| 9. Misura di grandezze elettriche nei circuiti trifase | 28. Collaudi di impianti a media e alta tensione |
| 10. Misura della potenza attiva, reattiva e apparente | 29. Tecniche di misura nei convertitori elettronici di potenza |
| 11. Misura dell'efficienza e delle perdite nelle macchine elettriche | 30. Analisi armonica e distorsioni di rete |
| 12. Verifica dei parametri elettrici nei motori in corrente continua | 31. Verifica delle protezioni differenziali e magnetotermiche |
| 13. Verifica dei parametri elettrici nei motori in corrente alternata | 32. Collaudi dei sistemi di comando e controllo |
| 14. Misura delle prestazioni dei trasformatori | 33. Misure di corrente di spunto e correnti di guasto |
| 15. Collaudi di protezione e sicurezza elettrica | 34. Prove di sicurezza secondo normative CEI |
| 16. Prove di isolamento e continuità | 35. Test di compatibilità elettromagnetica |
| 17. Misure di temperatura, vibrazione e rumore | 36. Collaudi di sistemi di illuminazione industriale |
| 18. Strumenti per misure meccaniche collegate a macchine elettriche | 37. Misure su motori in corrente continua |
| 19. Tecniche di calibrazione e taratura della strumentazione | |

- | | |
|---|---|
| 38. Misure su motori in corrente alternata | 49. Sicurezza e affidabilità nei collaudi industriali |
| 39. Collaudo di trasformatori | 50. Normative e standard di riferimento per misure e collaudi |
| 40. Misure di potenza e rendimento | 51. Integrazione tra misure elettriche e meccaniche |
| 41. Prove di isolamento e continuità | 52. Valutazione complessiva delle prestazioni degli impianti |
| 42. Misure su convertitori di potenza | 53. Sintesi del corso e richiami concettuali |
| 43. Analisi armonica e distorsioni | 54. Applicazioni professionali e prospettive future |
| 44. Collaudo di sistemi di automazione | |
| 45. Misure meccaniche associate a macchine elettriche | |
| 46. Analisi dei risultati dei laboratori e interpretazione dati | |
| 47. Discussione di casi reali di collaudo industriale | |
| 48. Strategie di manutenzione predittiva e diagnostica | |

Tipologie di attività didattiche previste e relative modalità di svolgimento

Ogni Macro-argomento è articolato in 15-17 videolezioni da 30 min. corredate da dispense, slide e test di apprendimento.

Per ogni insegnamento sono previste sino a 6 videolezioni (n.1 CFU) di didattica innovativa secondo modalità definite dal docente di riferimento.

Le videolezioni sono progettate in modo da fornire allo studente le conoscenze e le competenze necessarie per effettuare misure, collaudi e prove su macchine elettriche e impianti elettrici. Al termine del corso, lo studente sarà in grado di pianificare, eseguire e interpretare misure e test su impianti elettrici complessi.

Il modello didattico adottato prevede l'erogazione online sia della didattica erogativa asincrona sia della didattica sincrona. Per le attività di autoapprendimento sono previste n.18 ore di studio individuale per ogni CFU.

Le dispense e i test di autovalutazione predisposti dai docenti titolari dell'insegnamento sono resi disponibili sulla piattaforma. L'Ateneo prevede di norma, per ogni CFU, un totale di almeno 7 ore di didattica. La didattica erogativa è perciò effettuata per l'80% in modalità asincrona, articolata in un numero di videolezioni coerente ai CFU complessivi del singolo insegnamento, corredate da materiale didattico adeguato allo studio individuale e, per almeno il 20%, in modalità sincrona.

Le attività didattiche si distinguono in:

- Didattica erogativa asincrona che prevede per ogni ora una videolezione registrata, una dispensa corredata da riferimenti bibliografici, note, tabelle, immagini, grafici ed un questionario di dieci domande di autovalutazione con quattro possibili risposte di cui solo una corretta e tre distrattori, oltre un file di riepilogo relativo agli obiettivi ed alla struttura in paragrafi della lezione.
- Didattica erogativa sincrona che si compone di una web conference per CFU e di un elaborato per insegnamento, differenziato in termini di difficoltà rispetto all'ampiezza dei CFU assegnati. L'obiettivo della didattica erogativa in modalità sincrona è assicurare tutte quelle attività che tipicamente richiedono apprendimenti "in situazione" o rapporto "face to face", quali laboratori, seminari, esperienze sul campo, tirocini, ecc., tenendo conto anche delle metodologie a carattere innovativo e volte a favorire l'interazione docente-studenti e tra studenti.

Nelle suddette attività convergono molteplici strumenti didattici, che agiscono in modo sinergico sul percorso di formazione ed apprendimento dello studente. La partecipazione

attiva alle suddette attività ha come obiettivo quello di stimolare gli studenti lungo tutto il percorso didattico e garantisce loro la possibilità di ottenere una valutazione aggiuntiva che si sommerà alla valutazione dell'esame finale.

Sono altresì escluse le ore di tutorato didattico disciplinare, cioè la mera ripetizione di contenuti già proposti nella forma erogativa attraverso colloqui di recupero o approfondimento one-to-one.

Modalità e criteri di valutazione dell'apprendimento

La modalità e criteri di valutazione dell'apprendimento dovranno tener conto di quanto segue:

- i risultati delle prove intermedie (le prove intermedie consistono nello svolgimento di un test a risposta multipla con 30 domande; per ogni domanda lo studente deve scegliere una delle 4 possibili risposte, di cui solo una è corretta);
- la qualità della partecipazione alle attività on line (frequenza e qualità degli interventi monitorabili attraverso la piattaforma, elaborati, didattica sincrona);
- i risultati della prova finale in presenza (in forma orale).

Sia i quesiti in forma orale che i quesiti in forma scritta sono formulati per valutare il grado di comprensione delle nozioni teoriche e la capacità di sviluppare il ragionamento utilizzando le nozioni acquisite. I quesiti che richiedono l'elaborazione di un ragionamento consentiranno di valutare il livello di competenza e l'autonomia di giudizio maturati dallo studente.

Le abilità di comunicazione e la capacità di apprendimento saranno valutate attraverso le interazioni dirette tra docente e studente che avranno luogo durante la fruizione del corso (videoconferenze, e-tivity report, studio di casi elaborati) proposti dal docente o dal tutor.

Criteri di misurazione dell'apprendimento e attribuzione del voto finale

Sia lo svolgimento dell'elaborato, sia la presenza attiva durante le web conference prevedono un giudizio, da parte del docente, fino a un massimo di 2 punti. Lo studente può prendere parte ad entrambe le attività, fermo restando che la votazione massima raggiungibile è sempre di 2 punti.

La valutazione dell'elaborato può essere sufficiente (1 punto premiale) o non sufficiente (0 punti premiali).

La premialità massima per le web conference è di un punto sul voto di esame. Ogni studente può partecipare a tutte le web conference erogate. Per ciascuna di esse, il superamento del test finale di apprendimento – che richiede almeno quattro risposte corrette su cinque domande relative al tema trattato – consente di ottenere un punteggio pari a 0,5. Una volta raggiunto un punteggio totale di 1, allo studente viene riconosciuta la premialità.

È data facoltà allo studente di partecipare o meno alla didattica erogativa sincrona.

La valutazione finale ha lo scopo di misurare il raggiungimento degli obiettivi di apprendimento definiti alla base dell'insegnamento. Il giudizio riguarda l'intero percorso formativo del singolo insegnamento ed è di tipo sommativo.

Il voto finale dell'esame di profitto tiene conto del punteggio che lo studente può aver ottenuto partecipando correttamente alla didattica erogativa sincrona e deriva, quindi, dalla somma delle due valutazioni. Il voto derivante dalla didattica sincrona verrà sommato al voto della prova intermedia.

Il voto della prova finale è compreso tra 0 a 2 punti, da sommare al punteggio della prova intermedia.

Il voto minimo utile al superamento dell'esame di profitto è di diciotto trentesimi.

Ciascun esame dovrà essere composto da un numero di domande idonee a garantire la possibilità di conseguire la lode, in ottemperanza alle norme Europee sul Diploma Supplement. L'attribuzione della lode è concessa esclusivamente allo studente che ha risposto positivamente ad almeno 31 domande.

Materiale didattico utilizzato

Il materiale didattico utilizzato può riguardare:

- Videolezioni
- Dispense predisposte dal docente e/o slide del docente
- Materiali predisposti per le lezioni sincrone
- Testo di riferimento suggerito dal docente (facoltativo).

Il materiale didattico è sempre disponibile in piattaforma e consultabile dallo studente nei tempi e nelle modalità ad egli più affini.

3. Curriculum: Sistemi Energetici e Industria

Anno	Attività	SSD	Insegnamento	CFU
I	CARATTERIZZANTI	IIND-06/A	Motori a combustione interna e combustibili alternativi	6
	CARATTERIZZANTI	IIND-06/B	Progettazione di Sistemi Energetici e Ambientali	9
	CARATTERIZZANTI	IIND-07/A	Gestione dell'energia	6
	CARATTERIZZANTI	IIND-07/A	Impianti termotecnici	6
	CARATTERIZZANTI	IIND-04/A	Tecnologie Speciali di Produzione	9
	CARATTERIZZANTI	IIND-05/A	Progettazione e Gestione degli Impianti Industriali	9
	AFFINI	IINF-04/A	Fondamenti di Automatica (opzionale con IIND-08/B)	9
	AFFINI		Ulteriori conoscenze linguistiche	3
II	CARATTERIZZANTI	IMIS-01/A	Misure Meccaniche e termiche	6
	CARATTERIZZANTI	IIND-03/B	Modellazione e Metodi dell'Ingegneria Industriale	6
	AFFINI	IEGE-01/A	Economia e gestione dei progetti e dell'innovazione	9
	AFFINI	GIUR-03/A	Diritto dell'energia e dell'ambiente (opzionale con IMIS-01/B o IIND-08/B)	9
	AFFINI	IMIS-01/B	Sistemi automatici di misura ed elaborazione dei segnali (opzionale con GIUR-03/A o IIND-08/B)	
	AFFINI	IIND-08/B	Pianificazione e gestione dei sistemi elettrici (opzionale con GIUR-03/A o IMIS-01/B)	9
	ALTRE ATTIVITÀ		Un insegnamento a scelta tra tre opzionali	9
	ALTRE ATTIVITÀ		Tirocini formativi e di orientamento	12
	ALTRE ATTIVITÀ		Prova finale	12
TOTALE				120

Schede didattiche dei singoli insegnamenti

La progettazione didattica di dettaglio dei singoli insegnamenti avviene, da parte dei docenti sotto la supervisione del coordinatore del Corso di Laurea, attraverso compilazione delle schede di progettazione. Gli insegnamenti a scelta vengono pianificati entro giugno dell'anno solare di inizio dell'attività accademica.

Di seguito si presentano le schede di progettazione didattica dei singoli corsi per ordine di anno accademico.

MOTORI A COMBUSTIONE INTERNA E COMBUSTIBILI ALTERNATIVI	
Settore Scientifico Disciplinare	IIND-06/A
Anno di corso	I Anno
Tipologia di attività formativa	Base ☐ Caratterizzante X Affine ☐ Altre attività ☐
Numero di crediti	6 CFU
Docente	In corso di definizione
Modalità di iscrizione e di gestione dei rapporti con gli studenti	L'iscrizione ed i rapporti con gli studenti sono gestiti mediante la piattaforma informatica che permette l'iscrizione ai corsi, la fruizione delle lezioni, la partecipazione a forum e tutoraggi, il download del materiale didattico e la comunicazione con il docente. Un tutor assisterà gli studenti nello svolgimento di queste attività.

Obiettivi formativi specifici

In linea con il nuovo comunicato della Commissione Europea che ha rivisto il possibile divieto dal 2035 di eliminazione delle emissioni di CO₂ dalla mobilità l'insegnamento fornisce agli allievi una conoscenza critica su sistemi propulsivi ad elevata compatibilità ambientale per i diversi settori applicativi. Particolare attenzione a efficienza riduzione consumi ed emissioni. Vengono esplorate le tecnologie più avanzate quali iniezioni, sovralimentazione, controllo elettronico e le soluzioni di utilizzo di combustibili alternativi (bio combustibili e idrogeno) e sistemi ibridi per la transizione energetica.

Risultati di apprendimento specifici

Conoscenza e capacità di comprensione

Lo studente acquisirà una conoscenza approfondita dei principi termodinamici alla base del funzionamento dei motori a combustione interna, comprendendo i cicli teorici e reali, i principali componenti del motore e i processi di aspirazione, compressione, combustione e scarico. Saranno sviluppate capacità di comprensione dei sistemi di alimentazione, accensione e controllo del motore, nonché dei fenomeni di combustione e formazione delle emissioni inquinanti. Lo studente comprenderà inoltre le caratteristiche fisiche e chimiche dei combustibili alternativi, il loro impiego nei motori e le implicazioni tecnologiche, ambientali e normative.

Capacità di applicare conoscenza e comprensione

Al termine del corso lo studente sarà in grado di applicare le conoscenze acquisite all'analisi delle prestazioni dei motori a combustione interna, valutando parametri quali potenza, rendimento, consumi ed emissioni. Saprà interpretare diagrammi caratteristici e dati sperimentali, confrontare diverse soluzioni motoristiche e analizzare l'adattamento dei motori all'utilizzo di combustibili alternativi. Lo studente sarà inoltre in grado di contribuire alla scelta e alla valutazione di soluzioni tecnologiche orientate all'efficienza energetica e alla riduzione dell'impatto ambientale.

Autonomia di giudizio

L'insegnamento favorisce lo sviluppo dell'autonomia di giudizio attraverso l'analisi critica delle tecnologie motoristiche e dei combustibili alternativi. Lo studente sarà in grado di valutare vantaggi e limiti delle diverse soluzioni di propulsione, considerando aspetti tecnici, economici, ambientali e normativi. Saprà inoltre formulare giudizi motivati sull'evoluzione dei motori a combustione interna nel contesto delle politiche di decarbonizzazione e della transizione verso sistemi di mobilità e produzione dell'energia più sostenibili.

Abilità comunicative

Al termine del corso lo studente avrà sviluppato adeguate abilità comunicative per descrivere il funzionamento dei motori a combustione interna e le caratteristiche dei combustibili alternativi. Sarà in grado di comunicare concetti tecnici in modo chiaro e rigoroso, sia in forma orale sia scritta, interagendo con interlocutori specialisti e non specialisti. Le attività svolte durante il corso contribuiranno inoltre a migliorare la capacità di presentare analisi tecniche e valutazioni comparative.

Capacità di apprendimento

L'insegnamento contribuisce allo sviluppo della capacità di apprendimento autonomo in un settore in continua evoluzione tecnologica e normativa. Al termine del corso lo studente sarà in grado di aggiornare le proprie competenze attraverso lo studio di nuove soluzioni motoristiche, combustibili innovativi e normative ambientali. Avrà inoltre acquisito un metodo di apprendimento che gli consentirà di affrontare con consapevolezza ulteriori approfondimenti nel campo dell'ingegneria energetica e dei sistemi di propulsione.

Programma didattico

- | | |
|--|---|
| 1. Introduzione ai motori a combustione interna | 21. Tecnologie di abbattimento delle emissioni |
| 2. Richiami di termodinamica applicata ai motori | 22. Normative sulle emissioni inquinanti |
| 3. Conversione dell'energia chimica in energia meccanica | 23. Introduzione ai combustibili alternativi |
| 4. Classificazione dei motori a combustione interna | 24. Biocarburanti per motori a combustione interna |
| 5. Motori a due tempi e a quattro tempi | 25. Gas naturale e GPL come combustibili |
| 6. Cicli teorici dei motori a combustione interna | 26. Idrogeno nei motori a combustione interna |
| 7. Cicli reali e perdite nei motori | 27. Combustibili sintetici e e-fuels |
| 8. Struttura e componenti del motore | 28. Adattamento dei motori ai combustibili alternativi |
| 9. Sistemi di aspirazione e scarico | 29. Impatto ambientale dei combustibili alternativi |
| 10. Sistemi di alimentazione del combustibile | 30. Efficienza energetica e sostenibilità |
| 11. Sistemi di accensione nei motori a benzina | 31. Motori ibridi e integrazione con sistemi elettrici |
| 12. Iniezione nei motori diesel | 32. Ruolo dei motori a combustione nella transizione energetica |
| 13. Processo di combustione nei motori ad accensione comandata | 33. Analisi comparativa delle tecnologie di propulsione |
| 14. Processo di combustione nei motori ad accensione spontanea | 34. Casi applicativi industriali e nel settore dei trasporti |
| 15. Fenomeni di detonazione e battito in testa | 35. Tendenze di sviluppo e innovazione nei motori |
| 16. Raffreddamento e lubrificazione del motore | 36. Revisione finale e discussione di casi studio |
| 17. Prestazioni dei motori a combustione interna | |
| 18. Curve caratteristiche e mappe del motore | |
| 19. Consumi specifici e rendimento | |
| 20. Emissioni inquinanti dei motori | |

Tipologie di attività didattiche previste e relative modalità di svolgimento

Ogni Macro-argomento è articolato in 15-17 videolezioni da 30 min. corredate da dispense, slide e test di apprendimento.

Per ogni insegnamento sono previste sino a 6 videolezioni (n.1 CFU) di didattica innovativa secondo modalità definite dal docente di riferimento.

Le videolezioni sono progettate in modo da fornire allo studente le conoscenze fondamentali e applicative relative al funzionamento, alla progettazione e all'analisi dei motori a combustione interna tradizionali, nonché alle soluzioni tecnologiche basate sull'utilizzo di combustibili alternativi. Al termine del percorso formativo lo studente sarà in grado di comprendere il ruolo dei motori a combustione interna nel contesto della transizione energetica e di valutare criticamente le tecnologie emergenti legate ai combustibili alternativi. Il modello didattico adottato prevede l'erogazione online sia della didattica erogativa asincrona sia della didattica sincrona. Per le attività di autoapprendimento sono previste n.18 ore di studio individuale per ogni CFU.

Le dispense e i test di autovalutazione predisposti dai docenti titolari dell'insegnamento sono resi disponibili sulla piattaforma. L'Ateneo prevede di norma, per ogni CFU, un totale di almeno 7 ore di didattica. La didattica erogativa è perciò effettuata per l'80% in modalità asincrona, articolata in un numero di videolezioni coerente ai CFU complessivi del singolo insegnamento, corredate da materiale didattico adeguato allo studio individuale e, per almeno il 20%, in modalità sincrona.

Le attività didattiche si distinguono in:

- Didattica erogativa asincrona che prevede per ogni ora una videolezione registrata, una dispensa corredata da riferimenti bibliografici, note, tabelle, immagini, grafici ed un questionario di dieci domande di autovalutazione con quattro possibili risposte di cui solo una corretta e tre distrattori, oltre un file di riepilogo relativo agli obiettivi ed alla struttura in paragrafi della lezione.
- Didattica erogativa sincrona che si compone di una web conference per CFU e di un elaborato per insegnamento, differenziato in termini di difficoltà rispetto all'ampiezza dei CFU assegnati. L'obiettivo della didattica erogativa in modalità sincrona è assicurare tutte quelle attività che tipicamente richiedono apprendimenti "in situazione" o rapporto "face to face", quali laboratori, seminari, esperienze sul campo, tirocini, ecc., tenendo conto anche delle metodologie a carattere innovativo e volte a favorire l'interazione docente-studenti e tra studenti.

Nelle suddette attività convergono molteplici strumenti didattici, che agiscono in modo sinergico sul percorso di formazione ed apprendimento dello studente. La partecipazione attiva alle suddette attività ha come obiettivo quello di stimolare gli studenti lungo tutto il percorso didattico e garantisce loro la possibilità di ottenere una valutazione aggiuntiva che si sommerà alla valutazione dell'esame finale.

Sono altresì escluse le ore di tutorato didattico disciplinare, cioè la mera ripetizione di contenuti già proposti nella forma erogativa attraverso colloqui di recupero o approfondimento one-to-one.

Modalità e criteri di valutazione dell'apprendimento

La modalità e criteri di valutazione dell'apprendimento dovranno tener conto di quanto segue:

- i risultati delle prove intermedie (le prove intermedie consistono nello svolgimento di un test a risposta multipla con 30 domande; per ogni domanda lo studente deve scegliere una delle 4 possibili risposte, di cui solo una è corretta);

- la qualità della partecipazione alle attività on line (frequenza e qualità degli interventi monitorabili attraverso la piattaforma, elaborati, didattica sincrona);
- i risultati della prova finale in presenza (in forma orale).

Sia i quesiti in forma orale che i quesiti in forma scritta sono formulati per valutare il grado di comprensione delle nozioni teoriche e la capacità di sviluppare il ragionamento utilizzando le nozioni acquisite. I quesiti che richiedono l'elaborazione di un ragionamento consentiranno di valutare il livello di competenza e l'autonomia di giudizio maturati dallo studente.

Le abilità di comunicazione e la capacità di apprendimento saranno valutate attraverso le interazioni dirette tra docente e studente che avranno luogo durante la fruizione del corso (videoconferenze, e-tivity report, studio di casi elaborati) proposti dal docente o dal tutor.

Criteri di misurazione dell'apprendimento e attribuzione del voto finale

Sia lo svolgimento dell'elaborato, sia la presenza attiva durante le web conference prevedono un giudizio, da parte del docente, fino a un massimo di 2 punti. Lo studente può prendere parte ad entrambe le attività, fermo restando che la votazione massima raggiungibile è sempre di 2 punti.

La valutazione dell'elaborato può essere sufficiente (1 punto premiale) o non sufficiente (0 punti premiali).

La premialità massima per le web conference è di un punto sul voto di esame. Ogni studente può partecipare a tutte le web conference erogate. Per ciascuna di esse, il superamento del test finale di apprendimento – che richiede almeno quattro risposte corrette su cinque domande relative al tema trattato – consente di ottenere un punteggio pari a 0,5. Una volta raggiunto un punteggio totale di 1, allo studente viene riconosciuta la premialità.

È data facoltà allo studente di partecipare o meno alla didattica erogativa sincrona.

La valutazione finale ha lo scopo di misurare il raggiungimento degli obiettivi di apprendimento definiti alla base dell'insegnamento. Il giudizio riguarda l'intero percorso formativo del singolo insegnamento ed è di tipo sommativo.

Il voto finale dell'esame di profitto tiene conto del punteggio che lo studente può aver ottenuto partecipando correttamente alla didattica erogativa sincrona e deriva, quindi, dalla somma delle due valutazioni. Il voto derivante dalla didattica sincrona verrà sommato al voto della prova intermedia.

Il voto della prova finale è compreso tra 0 a 2 punti, da sommare al punteggio della prova intermedia.

Il voto minimo utile al superamento dell'esame di profitto è di diciotto trentesimi.

Ciascun esame dovrà essere composto da un numero di domande idonee a garantire la possibilità di conseguire la lode, in ottemperanza alle norme Europee sul Diploma Supplement. L'attribuzione della lode è concessa esclusivamente allo studente che ha risposto positivamente ad almeno 31 domande.

Materiale didattico utilizzato

Il materiale didattico utilizzato può riguardare:

- Videolezioni
- Dispense predisposte dal docente e/o slide del docente
- Materiali predisposti per le lezioni sincrone
- Testo di riferimento suggerito dal docente (facoltativo).

Il materiale didattico è sempre disponibile in piattaforma e consultabile dallo studente nei tempi e nelle modalità ad egli più affini.

PROGETTAZIONE DI SISTEMI ENERGETICI E AMBIENTALI	
Settore Scientifico Disciplinare	IIND-06/B
Anno di corso	I Anno
Tipologia di attività formativa	Base ☐ Caratterizzante X Affine ☐ Altre attività ☐
Numero di crediti	9 CFU
Docente	In corso di definizione
Modalità di iscrizione e di gestione dei rapporti con gli studenti	L'iscrizione ed i rapporti con gli studenti sono gestiti mediante la piattaforma informatica che permette l'iscrizione ai corsi, la fruizione delle lezioni, la partecipazione a forum e tutoraggi, il download del materiale didattico e la comunicazione con il docente. Un tutor assisterà gli studenti nello svolgimento di queste attività.

Obiettivi formativi specifici

Il corso di progettazione di Sistemi Energetici e Ambientali fornisce una conoscenza ingegneristica dei componenti, delle macchine e degli impianti che assicurano la produzione e l'utilizzo dell'energia, con particolare attenzione agli aspetti tecnici ed economici, all'efficienza energetica e al rispetto dell'ambiente. Le conoscenze acquisite durante corso potranno essere applicate alla risoluzione di problemi relativi al dimensionamento di componenti impiegati in sistemi per la conversione per l'energia. Particolare attenzione viene rivolta alle macchine a fluido a partire dalle prestazioni richieste dal sistema energetico in cui il componente viene integrato.

Risultati di apprendimento specifici

Conoscenza e capacità di comprensione

Lo studente acquisirà una conoscenza approfondita dei principi fondamentali dei sistemi energetici e dei loro impatti ambientali, comprendendo i bilanci di massa ed energia, le tecnologie di conversione e utilizzo dell'energia e i criteri di progettazione degli impianti. Saranno sviluppate capacità di comprensione delle fonti energetiche convenzionali e rinnovabili, dei sistemi di accumulo e delle reti energetiche. Lo studente comprenderà inoltre i principali metodi di valutazione ambientale, le normative di riferimento e i criteri di sostenibilità applicati ai sistemi energetici.

Capacità di applicare conoscenza e comprensione

Al termine del corso lo studente sarà in grado di applicare le conoscenze acquisite alla progettazione preliminare e all'analisi di sistemi energetici e ambientali. Saprà effettuare valutazioni tecnico-economiche, confrontare diverse soluzioni impiantistiche e stimarne le prestazioni energetiche e ambientali. Lo studente sarà inoltre in grado di utilizzare strumenti di calcolo e simulazione per il supporto alla progettazione, integrando aspetti energetici, ambientali e normativi nelle scelte progettuali.

Autonomia di giudizio

L'insegnamento favorisce lo sviluppo dell'autonomia di giudizio attraverso l'analisi critica delle soluzioni energetiche e ambientali proposte. Lo studente sarà in grado di valutare vantaggi e limiti delle diverse tecnologie, considerando l'efficienza energetica, l'impatto ambientale, i costi e la fattibilità tecnica. Saprà inoltre formulare giudizi motivati sulle scelte progettuali in relazione agli obiettivi di sostenibilità, resilienza e decarbonizzazione dei sistemi energetici.

Abilità comunicative

Al termine del corso lo studente avrà sviluppato adeguate abilità comunicative per descrivere e presentare progetti di sistemi energetici e ambientali. Sarà in grado di comunicare in modo chiaro e strutturato i risultati delle analisi e delle valutazioni progettuali, utilizzando un linguaggio tecnico appropriato. Le attività del corso contribuiranno inoltre a migliorare la capacità di lavorare in gruppo e di presentare soluzioni progettuali a interlocutori con competenze diverse.

Capacità di apprendimento

L'insegnamento contribuisce allo sviluppo della capacità di apprendimento autonomo in un settore caratterizzato da rapida evoluzione tecnologica e normativa. Al termine del corso lo studente sarà in grado di aggiornare le proprie competenze attraverso lo studio di nuove tecnologie energetiche, strumenti di analisi ambientale e politiche di sostenibilità. Avrà inoltre acquisito un metodo di apprendimento che gli consentirà di affrontare con consapevolezza ulteriori approfondimenti nel campo dell'ingegneria energetica e ambientale.

Programma didattico

- | | |
|---|--|
| 1. Introduzione ai sistemi energetici e ambientali | 26. Emissioni inquinanti e climalteranti |
| 2. Ruolo dell'energia nello sviluppo sostenibile | 27. Tecnologie di riduzione delle emissioni |
| 3. Richiami di termodinamica applicata | 28. Valutazione del ciclo di vita dei sistemi energetici |
| 4. Bilanci di massa ed energia nei sistemi energetici | 29. Indicatori ambientali e di sostenibilità |
| 5. Analisi delle prestazioni energetiche | 30. Normative ambientali ed energetiche |
| 6. Fonti energetiche primarie e secondarie | 31. Politiche energetiche e climatiche |
| 7. Combustibili fossili e impatti ambientali | 32. Progettazione preliminare di sistemi energetici |
| 8. Fonti energetiche rinnovabili | 33. Criteri di scelta delle tecnologie |
| 9. Energia solare termica e fotovoltaica | 34. Analisi tecnico-economica degli impianti |
| 10. Energia eolica | 35. Analisi dei costi e dei benefici |
| 11. Energia idroelettrica | 36. Valutazione della fattibilità dei progetti |
| 12. Biomasse e biocombustibili | 37. Analisi di rischio e affidabilità |
| 13. Geotermia e altre fonti rinnovabili | 38. Progettazione di sistemi energetici integrati |
| 14. Sistemi di conversione dell'energia | 39. Sistemi energetici per l'industria |
| 15. Impianti termici per la produzione di energia | 40. Sistemi energetici per il settore civile |
| 16. Impianti di cogenerazione e trigenerazione | 41. Sistemi energetici per i trasporti |
| 17. Sistemi di accumulo dell'energia | 42. Integrazione tra energia ed ambiente |
| 18. Accumulo elettrochimico e termico | 43. Economia circolare e sistemi energetici |
| 19. Reti energetiche e smart grid | 44. Decarbonizzazione dei sistemi energetici |
| 20. Integrazione delle fonti rinnovabili nelle reti | 45. Transizione energetica e neutralità climatica |
| 21. Efficienza energetica negli impianti industriali | 46. Innovazione tecnologica nei sistemi energetici |
| 22. Efficienza energetica negli edifici | 47. Digitalizzazione e monitoraggio dei sistemi energetici |
| 23. Sistemi di gestione dell'energia | 48. Simulazione dei sistemi energetici |
| 24. Analisi dei consumi energetici | 49. Ottimizzazione dei sistemi energetici |
| 25. Impatto ambientale dei sistemi energetici | 50. Studio di casi applicativi |

51. Analisi di progetti reali di sistemi energetici
52. Sviluppo di un progetto di sistema energetico
53. Presentazione e discussione dei progetti
54. Revisione finale e sintesi del corso

Tipologie di attività didattiche previste e relative modalità di svolgimento

Ogni Macro-argomento è articolato in 15-17 videolezioni da 30 min. corredate da dispense, slide e test di apprendimento.

Per ogni insegnamento sono previste sino a 6 videolezioni (n.1 CFU) di didattica innovativa secondo modalità definite dal docente di riferimento.

Le videolezioni sono progettate in modo da fornire allo studente le conoscenze teoriche e metodologiche necessarie alla progettazione, analisi e valutazione di sistemi energetici sostenibili nel rispetto dei vincoli ambientali. Al termine del percorso formativo lo studente sarà in grado di contribuire allo sviluppo di soluzioni energetiche efficienti e a basso impatto ambientale, in linea con gli obiettivi della transizione energetica.

Il modello didattico adottato prevede l'erogazione online sia della didattica erogativa asincrona sia della didattica sincrona. Per le attività di autoapprendimento sono previste n.18 ore di studio individuale per ogni CFU.

Le dispense e i test di autovalutazione predisposti dai docenti titolari dell'insegnamento sono resi disponibili sulla piattaforma. L'Ateneo prevede di norma, per ogni CFU, un totale di almeno 7 ore di didattica. La didattica erogativa è perciò effettuata per l'80% in modalità asincrona, articolata in un numero di videolezioni coerente ai CFU complessivi del singolo insegnamento, corredate da materiale didattico adeguato allo studio individuale e, per almeno il 20%, in modalità sincrona.

Le attività didattiche si distinguono in:

- Didattica erogativa asincrona che prevede per ogni ora una videolezione registrata, una dispensa corredata da riferimenti bibliografici, note, tabelle, immagini, grafici ed un questionario di dieci domande di autovalutazione con quattro possibili risposte di cui solo una corretta e tre distrattori, oltre un file di riepilogo relativo agli obiettivi ed alla struttura in paragrafi della lezione.
- Didattica erogativa sincrona che si compone di una web conference per CFU e di un elaborato per insegnamento, differenziato in termini di difficoltà rispetto all'ampiezza dei CFU assegnati. L'obiettivo della didattica erogativa in modalità sincrona è assicurare tutte quelle attività che tipicamente richiedono apprendimenti "in situazione" o rapporto "face to face", quali laboratori, seminari, esperienze sul campo, tirocini, ecc., tenendo conto anche delle metodologie a carattere innovativo e volte a favorire l'interazione docente-studenti e tra studenti.

Nelle suddette attività convergono molteplici strumenti didattici, che agiscono in modo sinergico sul percorso di formazione ed apprendimento dello studente. La partecipazione attiva alle suddette attività ha come obiettivo quello di stimolare gli studenti lungo tutto il percorso didattico e garantisce loro la possibilità di ottenere una valutazione aggiuntiva che si sommerà alla valutazione dell'esame finale.

Sono altresì escluse le ore di tutorato didattico disciplinare, cioè la mera ripetizione di contenuti già proposti nella forma erogativa attraverso colloqui di recupero o approfondimento one-to-one.

Modalità e criteri di valutazione dell'apprendimento

La modalità e criteri di valutazione dell'apprendimento dovranno tener conto di quanto segue:

- i risultati delle prove intermedie (le prove intermedie consistono nello svolgimento di un test a risposta multipla con 30 domande; per ogni domanda lo studente deve scegliere una delle 4 possibili risposte, di cui solo una è corretta);
- la qualità della partecipazione alle attività on line (frequenza e qualità degli interventi monitorabili attraverso la piattaforma, elaborati, didattica sincrona);
- i risultati della prova finale in presenza (in forma orale).

Sia i quesiti in forma orale che i quesiti in forma scritta sono formulati per valutare il grado di comprensione delle nozioni teoriche e la capacità di sviluppare il ragionamento utilizzando le nozioni acquisite. I quesiti che richiedono l'elaborazione di un ragionamento consentiranno di valutare il livello di competenza e l'autonomia di giudizio maturati dallo studente.

Le abilità di comunicazione e la capacità di apprendimento saranno valutate attraverso le interazioni dirette tra docente e studente che avranno luogo durante la fruizione del corso (videoconferenze, e-tivity report, studio di casi elaborati) proposti dal docente o dal tutor.

Criteri di misurazione dell'apprendimento e attribuzione del voto finale

Sia lo svolgimento dell'elaborato, sia la presenza attiva durante le web conference prevedono un giudizio, da parte del docente, fino a un massimo di 2 punti. Lo studente può prendere parte ad entrambe le attività, fermo restando che la votazione massima raggiungibile è sempre di 2 punti.

La valutazione dell'elaborato può essere sufficiente (1 punto premiale) o non sufficiente (0 punti premiali).

La premialità massima per le web conference è di un punto sul voto di esame. Ogni studente può partecipare a tutte le web conference erogate. Per ciascuna di esse, il superamento del test finale di apprendimento – che richiede almeno quattro risposte corrette su cinque domande relative al tema trattato – consente di ottenere un punteggio pari a 0,5. Una volta raggiunto un punteggio totale di 1, allo studente viene riconosciuta la premialità.

È data facoltà allo studente di partecipare o meno alla didattica erogativa sincrona.

La valutazione finale ha lo scopo di misurare il raggiungimento degli obiettivi di apprendimento definiti alla base dell'insegnamento. Il giudizio riguarda l'intero percorso formativo del singolo insegnamento ed è di tipo sommativo.

Il voto finale dell'esame di profitto tiene conto del punteggio che lo studente può aver ottenuto partecipando correttamente alla didattica erogativa sincrona e deriva, quindi, dalla somma delle due valutazioni. Il voto derivante dalla didattica sincrona verrà sommato al voto della prova intermedia.

Il voto della prova finale è compreso tra 0 a 2 punti, da sommare al punteggio della prova intermedia.

Il voto minimo utile al superamento dell'esame di profitto è di diciotto trentesimi.

Ciascun esame dovrà essere composto da un numero di domande idonee a garantire la possibilità di conseguire la lode, in ottemperanza alle norme Europee sul Diploma Supplement. L'attribuzione della lode è concessa esclusivamente allo studente che ha risposto positivamente ad almeno 31 domande.

Materiale didattico utilizzato

Il materiale didattico utilizzato può riguardare:

- Videolezioni
- Dispense predisposte dal docente e/o slide del docente

- Materiali predisposti per le lezioni sincrone
- Testo di riferimento suggerito dal docente (facoltativo).

Il materiale didattico è sempre disponibile in piattaforma e consultabile dallo studente nei tempi e nelle modalità ad egli più affini.

GESTIONE DELL'ENERGIA	
Settore Scientifico Disciplinare	IIND-07/A
Anno di corso	I Anno
Tipologia di attività formativa	Base ☐ Caratterizzante X Affine ☐ Altre attività ☐
Numero di crediti	6 CFU
Docente	In corso di definizione
Modalità di iscrizione e di gestione dei rapporti con gli studenti	L'iscrizione ed i rapporti con gli studenti sono gestiti mediante la piattaforma informatica che permette l'iscrizione ai corsi, la fruizione delle lezioni, la partecipazione a forum e tutoraggi, il download del materiale didattico e la comunicazione con il docente. Un tutor assisterà gli studenti nello svolgimento di queste attività.

Obiettivi formativi specifici

L'obiettivo del corso è quello di fornire una conoscenza approfondita dei principi alla base dell'uso razionale e compatibile delle risorse energetiche, fornendo agli studenti gli strumenti tecnici necessari per l'analisi e la valutazione dei principali sistemi di conversione energetica. In particolare, verranno affrontati i fondamenti dei processi alla base delle tecnologie per l'efficienza energetica e i metodi di valutazione tecnico-economica delle prestazioni energetiche. Saranno inoltre trattati gli aspetti normativi e tariffari e di mercato dell'energia legati alla gestione dell'energia nei diversi contesti applicativi. Gli studenti acquisiranno competenze per interpretare criticamente gli indici di valutazione dei sistemi energetici e per proporre soluzioni orientate al risparmio energetico, alla sostenibilità e alla riduzione dell'impatto ambientale.

Risultati di apprendimento specifici

Conoscenza e capacità di comprensione

Lo studente acquisirà conoscenze approfondite sui sistemi energetici, sulle principali fonti di energia e sulle tecnologie per il loro utilizzo efficiente. Sarà in grado di comprendere i principi di misurazione e monitoraggio dei consumi, i sistemi di gestione dell'energia secondo le normative internazionali e i meccanismi di contabilizzazione energetica. Lo studente comprenderà anche le strategie di riduzione dei consumi, il ruolo delle energie rinnovabili e l'integrazione tra sistemi energetici e processi industriali o edilizi.

Capacità di applicare conoscenza e comprensione

Al termine del corso lo studente sarà in grado di applicare le conoscenze acquisite per analizzare i flussi energetici, valutare l'efficienza dei sistemi e proporre interventi di ottimizzazione dei consumi. Saprà utilizzare strumenti di misura, software di simulazione e tecniche di audit energetico per supportare decisioni operative e strategiche. Lo studente sarà inoltre capace di sviluppare piani di gestione dell'energia e di integrare soluzioni tecnologiche per migliorare le prestazioni energetiche in diversi contesti applicativi.

Autonomia di giudizio

L'insegnamento sviluppa l'autonomia di giudizio nello studente, consentendogli di valutare criticamente l'efficienza dei sistemi energetici, la convenienza economica degli interventi e l'impatto ambientale delle soluzioni proposte. Lo studente sarà in grado di confrontare diverse alternative progettuali, considerando criteri tecnici, normativi e sostenibili, e di formulare raccomandazioni motivate per la gestione strategica dell'energia.

Abilità comunicative

Lo studente acquisirà competenze comunicative per presentare e discutere progetti di gestione energetica, rapporti di audit e proposte di intervento in modo chiaro e strutturato. Sarà in grado di redigere documentazione tecnica, report di analisi dei consumi e piani di miglioramento, e di illustrare i risultati a interlocutori con diversi livelli di competenza tecnica.

Capacità di apprendimento

L'insegnamento favorisce lo sviluppo della capacità di apprendimento autonomo, consentendo allo studente di aggiornarsi sulle nuove tecnologie, normative e strategie di gestione dell'energia. Lo studente sarà in grado di affrontare in modo consapevole tematiche avanzate di efficienza energetica, energy management e sostenibilità, adattando le proprie competenze a contesti e tecnologie in continua evoluzione.

Programma didattico

- | | |
|---|---|
| 1. Introduzione alla gestione dell'energia | 21. Efficienza energetica nei processi industriali |
| 2. Ruolo strategico dell'energia nelle organizzazioni | 22. Sistemi di gestione dell'energia secondo ISO 50001 |
| 3. Richiami di termodinamica ed efficienza energetica | 23. Pianificazione e strategie di riduzione dei consumi |
| 4. Principi di contabilizzazione energetica | 24. Tecniche di ottimizzazione dei sistemi energetici |
| 5. Fonti di energia primarie e secondarie | 25. Analisi tecnico-economica degli interventi energetici |
| 6. Conversione dell'energia e sistemi energetici | 26. Costi energetici e ritorno dell'investimento |
| 7. Tecnologie per la produzione di energia elettrica | 27. Simulazione dei sistemi energetici |
| 8. Tecnologie per la produzione di energia termica | 28. Controllo e automazione per la gestione dell'energia |
| 9. Sistemi di cogenerazione e trigenerazione | 29. Smart grid e gestione dell'energia distribuita |
| 10. Sistemi di accumulo energetico | 30. Integrazione di fonti rinnovabili nei sistemi energetici |
| 11. Energie rinnovabili e loro integrazione | 31. Efficienza energetica e sostenibilità ambientale |
| 12. Energia solare termica e fotovoltaica | 32. Riduzione delle emissioni e gestione dei rifiuti energetici |
| 13. Energia eolica e idroelettrica | 33. Energy management e digitalizzazione |
| 14. Biomasse e biocombustibili | 34. Casi applicativi di gestione energetica |
| 15. Misurazione e monitoraggio dei consumi energetici | 35. Sviluppo di un piano di gestione dell'energia |
| 16. Sistemi di misura e sensoristica | 36. Revisione finale e discussione dei progetti |
| 17. Analisi dei flussi energetici negli impianti | |
| 18. Bilanci energetici e indicatori di performance | |
| 19. Audit energetico e metodologie di valutazione | |
| 20. Efficienza energetica negli edifici | |

Tipologie di attività didattiche previste e relative modalità di svolgimento

Ogni Macro-argomento è articolato in 15-17 videolezioni da 30 min. corredate da dispense, slide e test di apprendimento.

Per ogni insegnamento sono previste sino a 6 videolezioni (n.1 CFU) di didattica innovativa secondo modalità definite dal docente di riferimento.

Le videolezioni sono progettate in modo da fornire allo studente conoscenze e competenze per la pianificazione, il monitoraggio e l'ottimizzazione dei consumi energetici in contesti industriali, civili e di servizi. Il corso mira a sviluppare la capacità di integrare criteri di efficienza energetica, sostenibilità e riduzione dei costi, fornendo strumenti per la gestione strategica dell'energia e la conformità alle normative vigenti. Al termine del percorso formativo lo studente sarà in grado di valutare sistemi energetici complessi, proporre interventi di miglioramento e supportare processi decisionali basati sull'analisi dei dati energetici.

Il modello didattico adottato prevede l'erogazione online sia della didattica erogativa asincrona sia della didattica sincrona. Per le attività di autoapprendimento sono previste n.18 ore di studio individuale per ogni CFU.

Le dispense e i test di autovalutazione predisposti dai docenti titolari dell'insegnamento sono resi disponibili sulla piattaforma. L'Ateneo prevede di norma, per ogni CFU, un totale di almeno 7 ore di didattica. La didattica erogativa è perciò effettuata per l'80% in modalità asincrona, articolata in un numero di videolezioni coerente ai CFU complessivi del singolo insegnamento, corredate da materiale didattico adeguato allo studio individuale e, per almeno il 20%, in modalità sincrona.

Le attività didattiche si distinguono in:

- Didattica erogativa asincrona che prevede per ogni ora una videolezione registrata, una dispensa corredata da riferimenti bibliografici, note, tabelle, immagini, grafici ed un questionario di dieci domande di autovalutazione con quattro possibili risposte di cui solo una corretta e tre distrattori, oltre un file di riepilogo relativo agli obiettivi ed alla struttura in paragrafi della lezione.
- Didattica erogativa sincrona che si compone di una web conference per CFU e di un elaborato per insegnamento, differenziato in termini di difficoltà rispetto all'ampiezza dei CFU assegnati. L'obiettivo della didattica erogativa in modalità sincrona è assicurare tutte quelle attività che tipicamente richiedono apprendimenti "in situazione" o rapporto "face to face", quali laboratori, seminari, esperienze sul campo, tirocini, ecc., tenendo conto anche delle metodologie a carattere innovativo e volte a favorire l'interazione docente-studenti e tra studenti.

Nelle suddette attività convergono molteplici strumenti didattici, che agiscono in modo sinergico sul percorso di formazione ed apprendimento dello studente. La partecipazione attiva alle suddette attività ha come obiettivo quello di stimolare gli studenti lungo tutto il percorso didattico e garantisce loro la possibilità di ottenere una valutazione aggiuntiva che si sommerà alla valutazione dell'esame finale.

Sono altresì escluse le ore di tutorato didattico disciplinare, cioè la mera ripetizione di contenuti già proposti nella forma erogativa attraverso colloqui di recupero o approfondimento one-to-one.

Modalità e criteri di valutazione dell'apprendimento

La modalità e criteri di valutazione dell'apprendimento dovranno tener conto di quanto segue:

- i risultati delle prove intermedie (le prove intermedie consistono nello svolgimento di un test a risposta multipla con 30 domande; per ogni domanda lo studente deve scegliere una delle 4 possibili risposte, di cui solo una è corretta);

- la qualità della partecipazione alle attività on line (frequenza e qualità degli interventi monitorabili attraverso la piattaforma, elaborati, didattica sincrona);
- i risultati della prova finale in presenza (in forma orale).

Sia i quesiti in forma orale che i quesiti in forma scritta sono formulati per valutare il grado di comprensione delle nozioni teoriche e la capacità di sviluppare il ragionamento utilizzando le nozioni acquisite. I quesiti che richiedono l'elaborazione di un ragionamento consentiranno di valutare il livello di competenza e l'autonomia di giudizio maturati dallo studente.

Le abilità di comunicazione e la capacità di apprendimento saranno valutate attraverso le interazioni dirette tra docente e studente che avranno luogo durante la fruizione del corso (videoconferenze, e-tivity report, studio di casi elaborati) proposti dal docente o dal tutor.

Criteri di misurazione dell'apprendimento e attribuzione del voto finale

Sia lo svolgimento dell'elaborato, sia la presenza attiva durante le web conference prevedono un giudizio, da parte del docente, fino a un massimo di 2 punti. Lo studente può prendere parte ad entrambe le attività, fermo restando che la votazione massima raggiungibile è sempre di 2 punti.

La valutazione dell'elaborato può essere sufficiente (1 punto premiale) o non sufficiente (0 punti premiali).

La premialità massima per le web conference è di un punto sul voto di esame. Ogni studente può partecipare a tutte le web conference erogate. Per ciascuna di esse, il superamento del test finale di apprendimento – che richiede almeno quattro risposte corrette su cinque domande relative al tema trattato – consente di ottenere un punteggio pari a 0,5. Una volta raggiunto un punteggio totale di 1, allo studente viene riconosciuta la premialità.

È data facoltà allo studente di partecipare o meno alla didattica erogativa sincrona.

La valutazione finale ha lo scopo di misurare il raggiungimento degli obiettivi di apprendimento definiti alla base dell'insegnamento. Il giudizio riguarda l'intero percorso formativo del singolo insegnamento ed è di tipo sommativo.

Il voto finale dell'esame di profitto tiene conto del punteggio che lo studente può aver ottenuto partecipando correttamente alla didattica erogativa sincrona e deriva, quindi, dalla somma delle due valutazioni. Il voto derivante dalla didattica sincrona verrà sommato al voto della prova intermedia.

Il voto della prova finale è compreso tra 0 a 2 punti, da sommare al punteggio della prova intermedia.

Il voto minimo utile al superamento dell'esame di profitto è di diciotto trentesimi.

Ciascun esame dovrà essere composto da un numero di domande idonee a garantire la possibilità di conseguire la lode, in ottemperanza alle norme Europee sul Diploma Supplement. L'attribuzione della lode è concessa esclusivamente allo studente che ha risposto positivamente ad almeno 31 domande.

Materiale didattico utilizzato

Il materiale didattico utilizzato può riguardare:

- Videolezioni
- Dispense predisposte dal docente e/o slide del docente
- Materiali predisposti per le lezioni sincrone
- Testo di riferimento suggerito dal docente (facoltativo).

Il materiale didattico è sempre disponibile in piattaforma e consultabile dallo studente nei tempi e nelle modalità ad egli più affini.

IMPIANTI TERMOTECNICI	
Settore Scientifico Disciplinare	IIND-07/A
Anno di corso	I Anno
Tipologia di attività formativa	Base ☐ Caratterizzante X Affine ☐ Altre attività ☐
Numero di crediti	6 CFU
Docente	In corso di definizione
Modalità di iscrizione e di gestione dei rapporti con gli studenti	L'iscrizione ed i rapporti con gli studenti sono gestiti mediante la piattaforma informatica che permette l'iscrizione ai corsi, la fruizione delle lezioni, la partecipazione a forum e tutoraggi, il download del materiale didattico e la comunicazione con il docente. Un tutor assisterà gli studenti nello svolgimento di queste attività.

Obiettivi formativi specifici

Il corso si propone di sviluppare una conoscenza avanzata delle tecnologie e dei criteri di progettazione degli impianti termotecnici destinati alla climatizzazione, alla produzione di energia termo-frigorifera ed al soddisfacimento del benessere termo-igrometrico negli edifici. Saranno analizzati i principali componenti e sistemi impiantistici, i metodi di dimensionamento e diagnosi energetica, nonché le tecniche per ottimizzare il funzionamento e l'efficienza degli impianti. Particolare attenzione verrà posta agli aspetti di regolazione, controllo, valutazione delle prestazioni e risparmio energetico, in accordo con le normative vigenti. Lo studente svilupperà la capacità di valutare soluzioni impiantistiche complesse dal punto di vista tecnico-economico e ambientale, interpretando in modo critico gli indici energetici degli impianti.

Risultati di apprendimento specifici

Conoscenza e capacità di comprensione

Lo studente acquisisce una conoscenza approfondita dei principi fondamentali della termotecnica, comprendendo le caratteristiche dei fluidi, il trasferimento di calore e massa, e le leggi che regolano il funzionamento dei sistemi energetici. Sarà in grado di distinguere i diversi tipi di impianti e componenti, comprenderne il funzionamento e riconoscere le interazioni tra generatori, distribuzione, regolazione e utilizzo finale dell'energia.

Capacità di applicare conoscenza e comprensione

Lo studente sarà in grado di applicare le conoscenze acquisite per analizzare e progettare impianti termotecnici, calcolare i parametri operativi, dimensionare componenti e valutare l'efficienza energetica dei sistemi. Le lezioni e le esercitazioni pratiche permetteranno di sviluppare competenze operative nella simulazione e nella verifica del comportamento degli impianti, nella risoluzione di problemi tecnici e nel confronto tra diverse soluzioni impiantistiche.

Autonomia di giudizio

Il corso mira a sviluppare la capacità dello studente di assumere decisioni autonome e coerenti in relazione alla progettazione e gestione degli impianti termotecnici. Lo studente sarà in grado di valutare le prestazioni dei sistemi, confrontare diverse soluzioni tecnologiche, considerare vincoli energetici, economici e ambientali, e scegliere le alternative più appropriate per garantire efficienza, sicurezza e sostenibilità.

Abilità comunicative

Lo studente acquisirà competenze nel comunicare in modo chiaro e tecnico concetti, metodi e risultati relativi agli impianti termotecnici. Sarà in grado di redigere relazioni, presentare risultati di analisi e discutere soluzioni progettuali sia in contesto accademico sia in contesti professionali.

Capacità di apprendimento

Il corso fornisce allo studente le basi per sviluppare un apprendimento autonomo e continuo. Le conoscenze teoriche e le competenze pratiche acquisite consentono di approfondire temi avanzati della termotecnica, aggiornarsi sulle nuove tecnologie impiantistiche e sui criteri di sostenibilità energetica, sviluppando un approccio critico e orientato all'innovazione.

Programma didattico

1. Introduzione al corso e ruolo degli impianti termotecnici.
2. Richiami di termodinamica applicata ai sistemi energetici.
3. Primo principio della termodinamica nei sistemi termici.
4. Secondo principio della termodinamica e rendimenti energetici.
5. Proprietà dei fluidi: densità, viscosità, comprimibilità.
6. Regimi di flusso e numeri adimensionali.
7. Trasferimento di calore: conduzione, convezione e irraggiamento.
8. Perdite di carico nei sistemi di distribuzione dei fluidi.
9. Introduzione ai generatori di calore: caldaie e pompe di calore.
10. Analisi delle prestazioni dei generatori di calore.
11. Sistemi di distribuzione termica: reti e tubazioni.
12. Pompe e ventilatori: tipologie e principi di funzionamento.
13. Dimensionamento e scelta di pompe e ventilatori.
14. Scambiatori di calore: tipologie e applicazioni.
15. Controllo e regolazione dei sistemi termici.
16. Efficienza energetica e analisi del rendimento globale.
17. Impianti di riscaldamento: tipologie e progettazione.
18. Impianti di raffrescamento e climatizzazione.
19. Trattamento dell'aria e comfort ambientale.
20. Sistemi di produzione di acqua calda sanitaria.
21. Integrazione di impianti termici e gestione dell'energia.
22. Analisi energetica ed exergetica dei sistemi termici.
23. Aspetti ambientali e normativa sugli impianti.
24. Impianti a energia rinnovabile: solare termico e biomassa.
25. Simulazione e modellazione dei sistemi termici.
26. Diagnosi energetica e monitoraggio impiantistico.
27. Sicurezza e manutenzione degli impianti termici.
28. Affidabilità dei componenti e gestione dei guasti.
29. Ottimizzazione dei sistemi per efficienza energetica.
30. Analisi dei costi e sostenibilità economica.
31. Casi studio industriali: progettazione di impianti.
32. Simulazioni pratiche e impianti reali.
33. Esercitazioni di dimensionamento e calcolo dei parametri.
34. Discussione di casi studio complessi.
35. Revisione dei principali concetti e metodologie di progettazione.
36. Sintesi del corso e collegamenti con ingegneria energetica avanzata.

Tipologie di attività didattiche previste e relative modalità di svolgimento

Ogni Macro-argomento è articolato in 15-17 videolezioni da 30 min. corredate da dispense, slide e test di apprendimento.

Per ogni insegnamento sono previste sino a 6 videolezioni (n.1 CFU) di didattica innovativa secondo modalità definite dal docente di riferimento.

Le videolezioni sono progettate in modo da fornire allo studente una solida base di conoscenze teoriche e applicative necessarie per progettare, analizzare, dimensionare e ottimizzare impianti termici civili e industriali.

Al termine del corso, lo studente sarà in grado di valutare le prestazioni degli impianti, proporre soluzioni tecniche adeguate e analizzare il comportamento dei sistemi termotecnici in condizioni operative reali.

Il modello didattico adottato prevede l'erogazione online sia della didattica erogativa asincrona sia della didattica sincrona. Per le attività di autoapprendimento sono previste n.18 ore di studio individuale per ogni CFU.

Le dispense e i test di autovalutazione predisposti dai docenti titolari dell'insegnamento sono resi disponibili sulla piattaforma. L'Ateneo prevede di norma, per ogni CFU, un totale di almeno 7 ore di didattica. La didattica erogativa è perciò effettuata per l'80% in modalità asincrona, articolata in un numero di videolezioni coerente ai CFU complessivi del singolo insegnamento, corredate da materiale didattico adeguato allo studio individuale e, per almeno il 20%, in modalità sincrona.

Le attività didattiche si distinguono in:

- Didattica erogativa asincrona che prevede per ogni ora una videolezione registrata, una dispensa corredata da riferimenti bibliografici, note, tabelle, immagini, grafici ed un questionario di dieci domande di autovalutazione con quattro possibili risposte di cui solo una corretta e tre distrattori, oltre un file di riepilogo relativo agli obiettivi ed alla struttura in paragrafi della lezione.
- Didattica erogativa sincrona che si compone di una web conference per CFU e di un elaborato per insegnamento, differenziato in termini di difficoltà rispetto all'ampiezza dei CFU assegnati. L'obiettivo della didattica erogativa in modalità sincrona è assicurare tutte quelle attività che tipicamente richiedono apprendimenti "in situazione" o rapporto "face to face", quali laboratori, seminari, esperienze sul campo, tirocini, ecc., tenendo conto anche delle metodologie a carattere innovativo e volte a favorire l'interazione docente-studenti e tra studenti.

Nelle suddette attività convergono molteplici strumenti didattici, che agiscono in modo sinergico sul percorso di formazione ed apprendimento dello studente. La partecipazione attiva alle suddette attività ha come obiettivo quello di stimolare gli studenti lungo tutto il percorso didattico e garantire loro la possibilità di ottenere una valutazione aggiuntiva che si sommerà alla valutazione dell'esame finale.

Sono altresì escluse le ore di tutorato didattico disciplinare, cioè la mera ripetizione di contenuti già proposti nella forma erogativa attraverso colloqui di recupero o approfondimento one-to-one.

Modalità e criteri di valutazione dell'apprendimento

La modalità e criteri di valutazione dell'apprendimento dovranno tener conto di quanto segue:

- i risultati delle prove intermedie (le prove intermedie consistono nello svolgimento di un test a risposta multipla con 30 domande; per ogni domanda lo studente deve scegliere una delle 4 possibili risposte, di cui solo una è corretta);
- la qualità della partecipazione alle attività on line (frequenza e qualità degli interventi monitorabili attraverso la piattaforma, elaborati, didattica sincrona);
- i risultati della prova finale in presenza (in forma orale).

Sia i quesiti in forma orale che i quesiti in forma scritta sono formulati per valutare il grado di comprensione delle nozioni teoriche e la capacità di sviluppare il ragionamento utilizzando le nozioni acquisite. I quesiti che richiedono l'elaborazione di un ragionamento consentiranno di valutare il livello di competenza e l'autonomia di giudizio maturati dallo studente.

Le abilità di comunicazione e la capacità di apprendimento saranno valutate attraverso le interazioni dirette tra docente e studente che avranno luogo durante la fruizione del corso (videoconferenze, e-tivity report, studio di casi elaborati) proposti dal docente o dal tutor.

Criteri di misurazione dell'apprendimento e attribuzione del voto finale

Sia lo svolgimento dell'elaborato, sia la presenza attiva durante le web conference prevedono un giudizio, da parte del docente, fino a un massimo di 2 punti. Lo studente può prendere parte ad entrambe le attività, fermo restando che la votazione massima raggiungibile è sempre di 2 punti.

La valutazione dell'elaborato può essere sufficiente (1 punto premiale) o non sufficiente (0 punti premiali).

La premialità massima per le web conference è di un punto sul voto di esame. Ogni studente può partecipare a tutte le web conference erogate. Per ciascuna di esse, il superamento del test finale di apprendimento – che richiede almeno quattro risposte corrette su cinque domande relative al tema trattato – consente di ottenere un punteggio pari a 0,5. Una volta raggiunto un punteggio totale di 1, allo studente viene riconosciuta la premialità.

È data facoltà allo studente di partecipare o meno alla didattica erogativa sincrona.

La valutazione finale ha lo scopo di misurare il raggiungimento degli obiettivi di apprendimento definiti alla base dell'insegnamento. Il giudizio riguarda l'intero percorso formativo del singolo insegnamento ed è di tipo sommativo.

Il voto finale dell'esame di profitto tiene conto del punteggio che lo studente può aver ottenuto partecipando correttamente alla didattica erogativa sincrona e deriva, quindi, dalla somma delle due valutazioni. Il voto derivante dalla didattica sincrona verrà sommato al voto della prova intermedia.

Il voto della prova finale è compreso tra 0 a 2 punti, da sommare al punteggio della prova intermedia.

Il voto minimo utile al superamento dell'esame di profitto è di diciotto trentesimi.

Ciascun esame dovrà essere composto da un numero di domande idonee a garantire la possibilità di conseguire la lode, in ottemperanza alle norme Europee sul Diploma Supplement. L'attribuzione della lode è concessa esclusivamente allo studente che ha risposto positivamente ad almeno 31 domande.

Materiale didattico utilizzato

Il materiale didattico utilizzato può riguardare:

- Videolezioni
- Dispense predisposte dal docente e/o slide del docente
- Materiali predisposti per le lezioni sincrone

- Testo di riferimento suggerito dal docente (facoltativo).

Il materiale didattico è sempre disponibile in piattaforma e consultabile dallo studente nei tempi e nelle modalità ad egli più affini.

TECNOLOGIE SPECIALI DI PRODUZIONE	
Settore Scientifico Disciplinare	IIND-04/A
Anno di corso	I Anno
Tipologia di attività formativa	Base ☐ Caratterizzante X Affine ☐ Altre attività ☐
Numero di crediti	9 CFU
Docente	In corso di definizione
Modalità di iscrizione e di gestione dei rapporti con gli studenti	L'iscrizione ed i rapporti con gli studenti sono gestiti mediante la piattaforma informatica che permette l'iscrizione ai corsi, la fruizione delle lezioni, la partecipazione a forum e tutoraggi, il download del materiale didattico e la comunicazione con il docente. Un tutor assisterà gli studenti nello svolgimento di queste attività.

Obiettivi formativi specifici

Il corso approfondisce processi produttivi avanzati, additive manufacturing, lavorazioni speciali e tecnologie ad alta precisione. Fornisce criteri per analizzare prestazioni, qualità, costi e impatto ambientale delle diverse tecnologie. Sviluppa competenze nell'integrazione di soluzioni innovative e nella configurazione di sistemi produttivi flessibili e digitalizzati. Promuove un approccio orientato all'innovazione e alla competitività industriale.

Risultati di apprendimento specifici

Conoscenza e capacità di comprensione

Lo studente acquisisce conoscenze approfondite sui processi produttivi avanzati, comprendendo i principi di funzionamento delle macchine speciali, le caratteristiche dei materiali lavorati, i vincoli tecnologici e le relazioni tra parametri di processo e qualità del prodotto. Sarà in grado di comprendere l'interazione tra macchine, materiali e strumenti di controllo, nonché di analizzare criticamente le diverse tecnologie di produzione e i loro campi di applicazione.

Capacità di applicare conoscenza e comprensione

Lo studente sarà in grado di applicare le conoscenze acquisite per analizzare, progettare e ottimizzare processi produttivi complessi, selezionando tecnologie appropriate in base ai requisiti di prodotto, costi, qualità e sostenibilità. Le esercitazioni e i laboratori permetteranno di sviluppare competenze operative nella gestione dei processi produttivi, nella scelta dei macchinari e nell'applicazione di metodologie di controllo e simulazione dei processi.

Autonomia di giudizio

Il corso sviluppa la capacità dello studente di formulare giudizi autonomi nella scelta delle tecnologie e delle strategie di produzione, valutando alternative, identificando criticità e proponendo soluzioni innovative. Lo studente sarà in grado di prendere decisioni informate considerando le prestazioni dei processi, i vincoli produttivi, economici e ambientali.

Abilità comunicative

Lo studente acquisirà la capacità di comunicare chiaramente le proprie analisi e scelte progettuali, redigere relazioni tecniche e presentare progetti produttivi complessi, utilizzando un linguaggio tecnico adeguato sia in contesto accademico sia professionale.

Capacità di apprendimento

Il corso fornisce allo studente le basi per sviluppare capacità di apprendimento autonomo e aggiornamento continuo sulle tecnologie produttive emergenti, favorendo l'acquisizione di competenze critiche e creative nella gestione dei processi produttivi complessi e nell'innovazione dei sistemi industriali.

Programma didattico

1. Introduzione al corso e panoramica delle tecnologie speciali di produzione
2. Evoluzione dei processi produttivi industriali
3. Materiali avanzati per la produzione
4. Processi di lavorazione convenzionali e limiti tecnologici
5. Tecnologie additive: stampa 3D e fabbricazione digitale
6. Lavorazioni meccaniche avanzate
7. Processi di asportazione di truciolo ad alta precisione
8. Micro e nanofabbricazione
9. Tecniche di deformazione plastica e formatura avanzata
10. Processi di taglio laser, waterjet e plasma
11. Tecniche di saldatura avanzata e additive welding
12. Trattamenti termici e superficiali
13. Controllo qualità nei processi speciali
14. Metrologia e sistemi di misura avanzati
15. Analisi dei parametri di processo e loro ottimizzazione
16. Automazione industriale nei processi speciali
17. Robotica applicata alla produzione avanzata
18. Sistemi di movimentazione e macchine utensili speciali
19. Integrazione dei processi produttivi e catena del valore
20. Modellazione e simulazione dei processi produttivi
21. Tecniche di monitoraggio e controllo in tempo reale
22. Sensori e strumenti di misura nei processi avanzati
23. Qualità del prodotto e controllo statistico dei processi
24. Analisi dei difetti e miglioramento continuo
25. Pianificazione e gestione della produzione
26. Sistemi di produzione flessibile e Lean Manufacturing
27. Manutenzione predittiva e gestione degli impianti
28. Processi per materiali polimerici e compositi
29. Tecniche avanzate per lavorazioni superficiali
30. Sistemi CAD/CAM per la produzione speciale
31. Ottimizzazione dei processi tramite simulazione numerica
32. Tecnologie per microelettronica e componenti di precisione
33. Produzione sostenibile e riduzione degli sprechi
34. Sicurezza dei processi e protezione ambientale
35. Tecniche di produzione per settori ad alta innovazione
36. Gestione dei costi e valutazione economica dei processi
37. Casi studio su processi avanzati di produzione
38. Lavorazioni additive metalliche e loro applicazioni
39. Processi di finitura e qualità superficiale
40. Sistemi di automazione e controllo integrato
41. Simulazione dei flussi produttivi complessi
42. Analisi di efficienza energetica dei processi speciali
43. Produzione di componenti per l'industria aerospaziale
44. Produzione di componenti per l'industria automobilistica
45. Produzione di dispositivi medicali e microcomponenti
46. Tecnologie per micro e nanotecnologie
47. Innovazione nei materiali e nei processi produttivi
48. Analisi dei rischi e affidabilità dei processi
49. Strategie di miglioramento continuo e innovazione industriale
50. Macchine e processi speciali
51. Presentazione e discussione di progetti di produzione avanzata
52. Revisione dei principali concetti e tecniche apprese
53. Collegamento tra tecnologie speciali e industria 4.0

Tipologie di attività didattiche previste e relative modalità di svolgimento

Ogni Macro-argomento è articolato in 15-17 videolezioni da 30 min. corredate da dispense, slide e test di apprendimento.

Per ogni insegnamento sono previste sino a 6 videolezioni (n.1 CFU) di didattica innovativa secondo modalità definite dal docente di riferimento.

Le videolezioni sono progettate in modo da fornire allo studente competenze avanzate sulle tecnologie speciali di produzione, con particolare attenzione ai processi innovativi, alla digitalizzazione e all'ottimizzazione dei sistemi produttivi. Gli studenti apprenderanno metodologie di analisi, progettazione e controllo dei processi produttivi complessi, comprendendo le tecnologie additive, i processi di lavorazione avanzati, le tecniche di automazione e i sistemi di controllo qualità.

Il modello didattico adottato prevede l'erogazione online sia della didattica erogativa asincrona sia della didattica sincrona. Per le attività di autoapprendimento sono previste n.18 ore di studio individuale per ogni CFU.

Le dispense e i test di autovalutazione predisposti dai docenti titolari dell'insegnamento sono resi disponibili sulla piattaforma. L'Ateneo prevede di norma, per ogni CFU, un totale di almeno 7 ore di didattica. La didattica erogativa è perciò effettuata per l'80% in modalità asincrona, articolata in un numero di videolezioni coerente ai CFU complessivi del singolo insegnamento, corredate da materiale didattico adeguato allo studio individuale e, per almeno il 20%, in modalità sincrona.

Le attività didattiche si distinguono in:

- Didattica erogativa asincrona che prevede per ogni ora una videolezione registrata, una dispensa corredata da riferimenti bibliografici, note, tabelle, immagini, grafici ed un questionario di dieci domande di autovalutazione con quattro possibili risposte di cui solo una corretta e tre distrattori, oltre un file di riepilogo relativo agli obiettivi ed alla struttura in paragrafi della lezione.
- Didattica erogativa sincrona che si compone di una web conference per CFU e di un elaborato per insegnamento, differenziato in termini di difficoltà rispetto all'ampiezza dei CFU assegnati. L'obiettivo della didattica erogativa in modalità sincrona è assicurare tutte quelle attività che tipicamente richiedono apprendimenti "in situazione" o rapporto "face to face", quali laboratori, seminari, esperienze sul campo, tirocini, ecc., tenendo conto anche delle metodologie a carattere innovativo e volte a favorire l'interazione docente-studenti e tra studenti.

Nelle suddette attività convergono molteplici strumenti didattici, che agiscono in modo sinergico sul percorso di formazione ed apprendimento dello studente. La partecipazione attiva alle suddette attività ha come obiettivo quello di stimolare gli studenti lungo tutto il percorso didattico e garantisce loro la possibilità di ottenere una valutazione aggiuntiva che si sommerà alla valutazione dell'esame finale.

Sono altresì escluse le ore di tutorato didattico disciplinare, cioè la mera ripetizione di contenuti già proposti nella forma erogativa attraverso colloqui di recupero o approfondimento one-to-one.

Modalità e criteri di valutazione dell'apprendimento

La modalità e criteri di valutazione dell'apprendimento dovranno tener conto di quanto segue:

- i risultati delle prove intermedie (le prove intermedie consistono nello svolgimento di un test a risposta multipla con 30 domande; per ogni domanda lo studente deve scegliere una delle 4 possibili risposte, di cui solo una è corretta);
- la qualità della partecipazione alle attività on line (frequenza e qualità degli interventi monitorabili attraverso la piattaforma, elaborati, didattica sincrona);
- i risultati della prova finale in presenza (in forma orale).

Sia i quesiti in forma orale che i quesiti in forma scritta sono formulati per valutare il grado di comprensione delle nozioni teoriche e la capacità di sviluppare il ragionamento utilizzando le nozioni acquisite. I quesiti che richiedono l'elaborazione di un ragionamento consentiranno di valutare il livello di competenza e l'autonomia di giudizio maturati dallo studente.

Le abilità di comunicazione e la capacità di apprendimento saranno valutate attraverso le interazioni dirette tra docente e studente che avranno luogo durante la fruizione del corso (videoconferenze, e-tivity report, studio di casi elaborati) proposti dal docente o dal tutor.

Criteri di misurazione dell'apprendimento e attribuzione del voto finale

Sia lo svolgimento dell'elaborato, sia la presenza attiva durante le web conference prevedono un giudizio, da parte del docente, fino a un massimo di 2 punti. Lo studente può prendere parte ad entrambe le attività, fermo restando che la votazione massima raggiungibile è sempre di 2 punti.

La valutazione dell'elaborato può essere sufficiente (1 punto premiale) o non sufficiente (0 punti premiali).

La premialità massima per le web conference è di un punto sul voto di esame. Ogni studente può partecipare a tutte le web conference erogate. Per ciascuna di esse, il superamento del test finale di apprendimento – che richiede almeno quattro risposte corrette su cinque domande relative al tema trattato – consente di ottenere un punteggio pari a 0,5. Una volta raggiunto un punteggio totale di 1, allo studente viene riconosciuta la premialità.

È data facoltà allo studente di partecipare o meno alla didattica erogativa sincrona.

La valutazione finale ha lo scopo di misurare il raggiungimento degli obiettivi di apprendimento definiti alla base dell'insegnamento. Il giudizio riguarda l'intero percorso formativo del singolo insegnamento ed è di tipo sommativo.

Il voto finale dell'esame di profitto tiene conto del punteggio che lo studente può aver ottenuto partecipando correttamente alla didattica erogativa sincrona e deriva, quindi, dalla somma delle due valutazioni. Il voto derivante dalla didattica sincrona verrà sommato al voto della prova intermedia.

Il voto della prova finale è compreso tra 0 a 2 punti, da sommare al punteggio della prova intermedia.

Il voto minimo utile al superamento dell'esame di profitto è di diciotto trentesimi.

Ciascun esame dovrà essere composto da un numero di domande idonee a garantire la possibilità di conseguire la lode, in ottemperanza alle norme Europee sul Diploma Supplement. L'attribuzione della lode è concessa esclusivamente allo studente che ha risposto positivamente ad almeno 31 domande.

Materiale didattico utilizzato

Il materiale didattico utilizzato può riguardare:

- Videolezioni
- Dispense predisposte dal docente e/o slide del docente

- Materiali predisposti per le lezioni sincrone
- Testo di riferimento suggerito dal docente (facoltativo).

Il materiale didattico è sempre disponibile in piattaforma e consultabile dallo studente nei tempi e nelle modalità ad egli più affini.

PROGETTAZIONE E GESTIONE DEGLI IMPIANTI INDUSTRIALI	
Settore Scientifico Disciplinare	IIND-05/A
Anno di corso	I Anno
Tipologia di attività formativa	Base ☐ Caratterizzante X Affine ☐ Altre attività ☐
Numero di crediti	9 CFU
Docente	In corso di definizione
Modalità di iscrizione e di gestione dei rapporti con gli studenti	L'iscrizione ed i rapporti con gli studenti sono gestiti mediante la piattaforma informatica che permette l'iscrizione ai corsi, la fruizione delle lezioni, la partecipazione a forum e tutoraggi, il download del materiale didattico e la comunicazione con il docente. Un tutor assisterà gli studenti nello svolgimento di queste attività.

Obiettivi formativi specifici

Il corso affronta la progettazione, configurazione e gestione operativa di impianti industriali complessi, considerando layout, sicurezza, logistica e manutenzione. Approfondisce strumenti di simulazione e ottimizzazione per migliorare flussi, produttività e sostenibilità. Sviluppa la capacità di pianificare risorse e processi integrando tecnologie digitali e criteri di affidabilità. Favorisce un approccio strategico orientato all'innovazione dei sistemi industriali.

Risultati di apprendimento specifici

Conoscenza e capacità di comprensione

Lo studente acquisisce conoscenze approfondite sui principi di funzionamento degli impianti industriali, sulla tipologia dei processi produttivi e sull'interazione tra componenti meccanici, elettrici e di automazione. Sarà in grado di comprendere i criteri di progettazione, i vincoli tecnici ed economici, le metodologie di pianificazione della produzione e le tecniche di simulazione e controllo dei sistemi complessi.

Capacità di applicare conoscenza e comprensione

Lo studente sarà in grado di applicare le conoscenze acquisite per progettare e ottimizzare impianti industriali, dimensionare macchine e sistemi, organizzare i flussi produttivi e implementare sistemi di automazione e controllo. Le esercitazioni e i laboratori consentiranno di sviluppare competenze operative nella gestione dei processi, nell'analisi dei dati di produzione e nell'uso di strumenti software per la simulazione e l'ottimizzazione degli impianti.

Autonomia di giudizio

Il corso sviluppa la capacità dello studente di valutare criticamente le soluzioni progettuali e gestionali, confrontare alternative, identificare criticità e proporre strategie di miglioramento. Lo studente sarà in grado di prendere decisioni autonome considerando prestazioni, sicurezza, sostenibilità e costi operativi, formulando soluzioni innovative per la gestione degli impianti.

Abilità comunicative

Lo studente acquisirà la capacità di comunicare in modo chiaro e tecnico le proprie scelte progettuali e gestionali. Sarà in grado di redigere relazioni dettagliate, presentare progetti complessi, argomentare analisi e soluzioni, sia in contesti accademici sia professionali.

Capacità di apprendimento

Il corso fornisce allo studente le basi per sviluppare capacità di apprendimento autonomo e aggiornamento continuo, favorendo l'acquisizione di competenze critiche e creative nella progettazione e gestione degli impianti industriali. Lo studente sarà in grado di affrontare problemi complessi, applicare metodologie innovative e aggiornarsi sulle tecnologie emergenti.

Programma didattico

1. Introduzione alla progettazione e gestione degli impianti industriali
2. Classificazione degli impianti e analisi dei processi produttivi
3. Principi di progettazione di impianti complessi
4. Modellazione dei sistemi produttivi
5. Analisi dei flussi materiali ed energetici
6. Pianificazione della produzione e layout industriale
7. Sistemi di trasporto e movimentazione materiali
8. Automazione industriale e controllo dei processi
9. Strumentazione e sensori negli impianti industriali
10. Sistemi elettrici e di potenza negli impianti
11. Componenti meccanici e macchine per impianti industriali
12. Sicurezza e norme tecniche negli impianti industriali
13. Affidabilità e manutenzione degli impianti
14. Ottimizzazione dei processi e riduzione dei costi
15. Analisi energetica e sostenibilità ambientale
16. Sistemi informativi per la gestione degli impianti
17. Simulazione dei processi produttivi
18. Metodi di controllo qualità e controllo statistico di processo
19. Gestione dei magazzini e supply chain interna
20. Logistica e gestione dei flussi produttivi
21. Pianificazione e schedulazione della produzione
22. Metodologie lean e gestione snella degli impianti
23. Tecniche di manutenzione predittiva e preventiva
24. Analisi dei guasti e gestione delle emergenze
25. Sistemi di monitoraggio e telecontrollo
26. Progettazione integrata di impianti complessi
27. Gestione di impianti chimici e processi termici
28. Gestione di impianti meccanici e di movimentazione
29. Impianti elettrici e di automazione industriale
30. Integrazione di sistemi eterogenei negli impianti
31. Processi di produzione continua e discontinua
32. Produzione flessibile e sistemi reconfigurabili
33. Tecnologie digitali e industria 4.0
34. Analisi dei costi e fattibilità economica degli impianti
35. Metodi di valutazione della performance degli impianti
36. Sistemi di supporto decisionale per la gestione degli impianti
37. Impianti produttivi complessi
38. Analisi e ottimizzazione di impianti esistenti
39. Sistemi di controllo integrato e automazione avanzata
40. Pianificazione della manutenzione e strategie operative
41. Gestione dei rischi e sicurezza industriale
42. Integrazione di sistemi energetici negli impianti
43. Tecnologie per la riduzione degli sprechi e sostenibilità
44. Applicazioni industriali nei settori meccanico e chimico
45. Applicazioni industriali nei settori alimentare e farmaceutico
46. Analisi delle prestazioni operative e KPI industriali
47. Gestione dei progetti di impianto complessi
48. Metodologie di simulazione e analisi dei flussi produttivi
49. Ottimizzazione multi-obiettivo degli impianti industriali
50. Progettazione e simulazione di impianti

- | | |
|---|---|
| 51. Presentazione dei progetti di gestione degli impianti | 53. Collegamenti con innovazione tecnologica e smart factory |
| 52. Revisione dei concetti e metodologie principali | 54. Sintesi del corso e preparazione alla progettazione professionale |

Tipologie di attività didattiche previste e relative modalità di svolgimento

Ogni Macro-argomento è articolato in 15-17 videolezioni da 30 min. corredate da dispense, slide e test di apprendimento.

Per ogni insegnamento sono previste sino a 6 videolezioni (n.1 CFU) di didattica innovativa secondo modalità definite dal docente di riferimento.

Le videolezioni sono progettate in modo da fornire allo studente competenze avanzate per la progettazione, pianificazione e gestione di impianti industriali complessi. Gli studenti acquisiranno strumenti metodologici per la modellazione dei sistemi produttivi, la gestione dei flussi materiali ed energetici, l'ottimizzazione dei processi e la valutazione delle prestazioni degli impianti. Il corso affronta anche aspetti di sicurezza, sostenibilità ambientale e integrazione con tecnologie digitali e sistemi automatizzati.

Il modello didattico adottato prevede l'erogazione online sia della didattica erogativa asincrona sia della didattica sincrona. Per le attività di autoapprendimento sono previste n.18 ore di studio individuale per ogni CFU.

Le dispense e i test di autovalutazione predisposti dai docenti titolari dell'insegnamento sono resi disponibili sulla piattaforma. L'Ateneo prevede di norma, per ogni CFU, un totale di almeno 7 ore di didattica. La didattica erogativa è perciò effettuata per l'80% in modalità asincrona, articolata in un numero di videolezioni coerente ai CFU complessivi del singolo insegnamento, corredate da materiale didattico adeguato allo studio individuale e, per almeno il 20%, in modalità sincrona.

Le attività didattiche si distinguono in:

- Didattica erogativa asincrona che prevede per ogni ora una videolezione registrata, una dispensa corredata da riferimenti bibliografici, note, tabelle, immagini, grafici ed un questionario di dieci domande di autovalutazione con quattro possibili risposte di cui solo una corretta e tre distrattori, oltre un file di riepilogo relativo agli obiettivi ed alla struttura in paragrafi della lezione.
- Didattica erogativa sincrona che si compone di una web conference per CFU e di un elaborato per insegnamento, differenziato in termini di difficoltà rispetto all'ampiezza dei CFU assegnati. L'obiettivo della didattica erogativa in modalità sincrona è assicurare tutte quelle attività che tipicamente richiedono apprendimenti "in situazione" o rapporto "face to face", quali laboratori, seminari, esperienze sul campo, tirocini, ecc., tenendo conto anche delle metodologie a carattere innovativo e volte a favorire l'interazione docente-studenti e tra studenti.

Nelle suddette attività convergono molteplici strumenti didattici, che agiscono in modo sinergico sul percorso di formazione ed apprendimento dello studente. La partecipazione attiva alle suddette attività ha come obiettivo quello di stimolare gli studenti lungo tutto il percorso didattico e garantisce loro la possibilità di ottenere una valutazione aggiuntiva che si sommerà alla valutazione dell'esame finale.

Sono altresì escluse le ore di tutorato didattico disciplinare, cioè la mera ripetizione di contenuti già proposti nella forma erogativa attraverso colloqui di recupero o approfondimento one-to-one.

Modalità e criteri di valutazione dell'apprendimento

La modalità e criteri di valutazione dell'apprendimento dovranno tener conto di quanto segue:

- i risultati delle prove intermedie (le prove intermedie consistono nello svolgimento di un test a risposta multipla con 30 domande; per ogni domanda lo studente deve scegliere una delle 4 possibili risposte, di cui solo una è corretta);
- la qualità della partecipazione alle attività on line (frequenza e qualità degli interventi monitorabili attraverso la piattaforma, elaborati, didattica sincrona);
- i risultati della prova finale in presenza (in forma orale).

Sia i quesiti in forma orale che i quesiti in forma scritta sono formulati per valutare il grado di comprensione delle nozioni teoriche e la capacità di sviluppare il ragionamento utilizzando le nozioni acquisite. I quesiti che richiedono l'elaborazione di un ragionamento consentiranno di valutare il livello di competenza e l'autonomia di giudizio maturati dallo studente.

Le abilità di comunicazione e la capacità di apprendimento saranno valutate attraverso le interazioni dirette tra docente e studente che avranno luogo durante la fruizione del corso (videoconferenze, e-tivity report, studio di casi elaborati) proposti dal docente o dal tutor.

Criteri di misurazione dell'apprendimento e attribuzione del voto finale

Sia lo svolgimento dell'elaborato, sia la presenza attiva durante le web conference prevedono un giudizio, da parte del docente, fino a un massimo di 2 punti. Lo studente può prendere parte ad entrambe le attività, fermo restando che la votazione massima raggiungibile è sempre di 2 punti.

La valutazione dell'elaborato può essere sufficiente (1 punto premiale) o non sufficiente (0 punti premiali).

La premialità massima per le web conference è di un punto sul voto di esame. Ogni studente può partecipare a tutte le web conference erogate. Per ciascuna di esse, il superamento del test finale di apprendimento – che richiede almeno quattro risposte corrette su cinque domande relative al tema trattato – consente di ottenere un punteggio pari a 0,5. Una volta raggiunto un punteggio totale di 1, allo studente viene riconosciuta la premialità.

È data facoltà allo studente di partecipare o meno alla didattica erogativa sincrona.

La valutazione finale ha lo scopo di misurare il raggiungimento degli obiettivi di apprendimento definiti alla base dell'insegnamento. Il giudizio riguarda l'intero percorso formativo del singolo insegnamento ed è di tipo sommativo.

Il voto finale dell'esame di profitto tiene conto del punteggio che lo studente può aver ottenuto partecipando correttamente alla didattica erogativa sincrona e deriva, quindi, dalla somma delle due valutazioni. Il voto derivante dalla didattica sincrona verrà sommato al voto della prova intermedia.

Il voto della prova finale è compreso tra 0 a 2 punti, da sommare al punteggio della prova intermedia.

Il voto minimo utile al superamento dell'esame di profitto è di diciotto trentesimi.

Ciascun esame dovrà essere composto da un numero di domande idonee a garantire la possibilità di conseguire la lode, in ottemperanza alle norme Europee sul Diploma Supplement. L'attribuzione della lode è concessa esclusivamente allo studente che ha risposto positivamente ad almeno 31 domande.

Materiale didattico utilizzato

Il materiale didattico utilizzato può riguardare:

- Videolezioni

- Dispense predisposte dal docente e/o slide del docente
- Materiali predisposti per le lezioni sincrone
- Testo di riferimento suggerito dal docente (facoltativo).

Il materiale didattico è sempre disponibile in piattaforma e consultabile dallo studente nei tempi e nelle modalità ad egli più affini.

FONDAMENTI DI AUTOMATICA	
Settore Scientifico Disciplinare	IINF-04/ A
Anno di corso	II Anno
Tipologia di attività formativa	Base ☐ Caratterizzante ☐ Affine X Altre attività ☐
Numero di crediti	9 CFU
Docente	In corso di definizione
Modalità di iscrizione e di gestione dei rapporti con gli studenti	L'iscrizione ed i rapporti con gli studenti sono gestiti mediante la piattaforma informatica che permette l'iscrizione ai corsi, la fruizione delle lezioni, la partecipazione a forum e tutoraggi, il download del materiale didattico e la comunicazione con il docente. Un tutor assisterà gli studenti nello svolgimento di queste attività.

Obiettivi formativi specifici

Conoscenze fondamentali della teoria dei sistemi per la modellazione matematica di fenomeni, macchine e processi tramite modelli lineari, sia a tempo continuo che a tempo discreto nella forma ingresso/uscita. Conoscenza degli strumenti per l'analisi dei sistemi lineari sia nel dominio del tempo che delle frequenze. Conoscenza dei metodi di progettazione di semplici controllori in retroazione, tra cui i controllori PID. Queste competenze sono cruciali per la progettazione e la gestione di sistemi meccanici complessi e mecatronici.

Risultati di apprendimento specifici

Conoscenza e capacità di comprensione

Lo studente acquisirà una conoscenza approfondita dei concetti fondamentali dell'automatica, comprendendo la nozione di sistema dinamico, di modello matematico e di variabili di stato. Saranno sviluppate capacità di comprensione dei sistemi dinamici continui e discreti, dei sistemi lineari tempo-invarianti e delle principali rappresentazioni matematiche, sia nel dominio del tempo sia nel dominio della frequenza. Lo studente comprenderà inoltre i concetti di stabilità, controllabilità, osservabilità e le principali tecniche di analisi della risposta dei sistemi di controllo.

Capacità di applicare conoscenza e comprensione

Al termine del corso lo studente sarà in grado di applicare le conoscenze acquisite per modellare sistemi dinamici di interesse ingegneristico, analizzarne il comportamento e valutarne le prestazioni. Saprà utilizzare gli strumenti matematici dell'automatica per lo studio della stabilità e della risposta dei sistemi, nonché per il progetto di semplici regolatori. Lo studente sarà inoltre in grado di interpretare i risultati delle analisi teoriche e di applicarli a problemi concreti, utilizzando anche strumenti di calcolo e simulazione.

Autonomia di giudizio

L'insegnamento contribuisce allo sviluppo dell'autonomia di giudizio attraverso l'analisi critica dei modelli e dei risultati ottenuti. Lo studente sarà in grado di valutare l'adeguatezza di un modello matematico rispetto al sistema reale, di riconoscere i limiti delle ipotesi adottate

e di interpretare in modo consapevole le prestazioni di un sistema di controllo. Saprà inoltre confrontare diverse soluzioni di regolazione, formulando giudizi motivati sulle scelte progettuali.

Abilità comunicative

Al termine del corso lo studente avrà sviluppato adeguate abilità comunicative per descrivere in modo chiaro e rigoroso i concetti fondamentali dell'automatica e le soluzioni adottate nei problemi di controllo. Sarà in grado di utilizzare un linguaggio tecnico appropriato e di presentare in forma scritta e orale modelli, analisi e risultati, interagendo efficacemente con altri studenti e con docenti nell'ambito di attività di studio e di lavoro di gruppo.

Capacità di apprendimento

L'insegnamento favorisce lo sviluppo della capacità di apprendimento autonomo, fornendo allo studente un metodo di studio basato sul ragionamento matematico e sull'analisi sistematica dei problemi. Al termine del corso lo studente sarà in grado di approfondire in modo autonomo argomenti avanzati dell'automatica e di aggiornare le proprie competenze, affrontando con maggiore consapevolezza corsi successivi e applicazioni più complesse dei sistemi di controllo.

Programma didattico

- | | |
|---|--|
| 1. Introduzione ai sistemi di controllo automatico | 31. Stabilità e posizione dei poli |
| 2. Esempi di sistemi dinamici in ingegneria | 32. Diagrammi di Bode |
| 3. Concetto di sistema e di modello | 33. Analisi in frequenza dei sistemi di controllo |
| 4. Classificazione dei sistemi dinamici | 34. Margini di stabilità |
| 5. Sistemi a tempo continuo e a tempo discreto | 35. Diagrammi di Nyquist |
| 6. Sistemi lineari e non lineari | 36. Introduzione al progetto dei regolatori |
| 7. Sistemi tempo-invarianti e tempo-varianti | 37. Regolatori proporzionali |
| 8. Modellazione mediante equazioni differenziali | 38. Regolatori PI |
| 9. Modellazione di sistemi meccanici | 39. Regolatori PD |
| 10. Modellazione di sistemi elettrici | 40. Regolatori PID |
| 11. Modellazione di sistemi elettromeccanici | 41. Effetti dei parametri del regolatore |
| 12. Linearizzazione dei sistemi non lineari | 42. Progetto dei regolatori nel dominio del tempo |
| 13. Rappresentazione nello spazio di stato | 43. Progetto dei regolatori nel dominio della frequenza |
| 14. Variabili di stato e equazioni di stato | 44. Introduzione ai sistemi di controllo digitale |
| 15. Soluzione delle equazioni di stato | 45. Campionamento e sistemi discreti |
| 16. Stabilità dei sistemi dinamici | 46. Trasformata Z |
| 17. Stabilità nel senso di Lyapunov | 47. Funzione di trasferimento discreta |
| 18. Stabilità dei sistemi lineari | 48. Stabilità dei sistemi discreti |
| 19. Risposta libera e risposta forzata | 49. Analisi della risposta dei sistemi discreti |
| 20. Risposta al gradino dei sistemi dinamici | 50. Introduzione alla simulazione dei sistemi di controllo |
| 21. Sistemi del primo ordine | 51. Utilizzo di strumenti software per l'automatica |
| 22. Sistemi del secondo ordine | 52. Esempi applicativi di sistemi di controllo |
| 23. Prestazioni dinamiche dei sistemi | 53. Integrazione dei concetti fondamentali dell'automatica |
| 24. Introduzione ai sistemi di controllo in retroazione | 54. Ripasso generale e discussione di casi studio |
| 25. Struttura di un sistema di controllo | |
| 26. Vantaggi e limiti della retroazione | |
| 27. Trasformata di Laplace | |
| 28. Funzione di trasferimento | |
| 29. Analisi dei sistemi nel dominio di Laplace | |
| 30. Poli e zeri di un sistema | |

Tipologie di attività didattiche previste e relative modalità di svolgimento

Ogni Macro-argomento è articolato in 15-17 videolezioni da 30 min. corredate da dispense, slide e test di apprendimento.

Per ogni insegnamento sono previste sino a 6 videolezioni (n.1 CFU) di didattica innovativa secondo modalità definite dal docente di riferimento.

Le videolezioni sono progettate in modo da fornire allo studente le basi teoriche e metodologiche per l'analisi e il progetto dei sistemi di controllo automatico. Al termine del percorso formativo lo studente sarà in grado di comprendere il comportamento dei sistemi dinamici e di affrontare lo studio e il progetto di semplici sistemi di controllo, costituendo una base essenziale per gli insegnamenti avanzati dell'area dell'automatica e dell'ingegneria dell'informazione e industriale.

Il modello didattico adottato prevede l'erogazione online sia della didattica erogativa asincrona sia della didattica sincrona. Per le attività di autoapprendimento sono previste n.18 ore di studio individuale per ogni CFU.

Le dispense e i test di autovalutazione predisposti dai docenti titolari dell'insegnamento sono resi disponibili sulla piattaforma. L'Ateneo prevede di norma, per ogni CFU, un totale di almeno 7 ore di didattica. La didattica erogativa è perciò effettuata per l'80% in modalità asincrona, articolata in un numero di videolezioni coerente ai CFU complessivi del singolo insegnamento, corredate da materiale didattico adeguato allo studio individuale e, per almeno il 20%, in modalità sincrona.

Le attività didattiche si distinguono in:

- Didattica erogativa asincrona che prevede per ogni ora una videolezione registrata, una dispensa corredata da riferimenti bibliografici, note, tabelle, immagini, grafici ed un questionario di dieci domande di autovalutazione con quattro possibili risposte di cui solo una corretta e tre distrattori, oltre un file di riepilogo relativo agli obiettivi ed alla struttura in paragrafi della lezione.
- Didattica erogativa sincrona che si compone di una web conference per CFU e di un elaborato per insegnamento, differenziato in termini di difficoltà rispetto all'ampiezza dei CFU assegnati. L'obiettivo della didattica erogativa in modalità sincrona è assicurare tutte quelle attività che tipicamente richiedono apprendimenti "in situazione" o rapporto "face to face", quali laboratori, seminari, esperienze sul campo, tirocini, ecc., tenendo conto anche delle metodologie a carattere innovativo e volte a favorire l'interazione docente-studenti e tra studenti.

Nelle suddette attività convergono molteplici strumenti didattici, che agiscono in modo sinergico sul percorso di formazione ed apprendimento dello studente. La partecipazione attiva alle suddette attività ha come obiettivo quello di stimolare gli studenti lungo tutto il percorso didattico e garantisce loro la possibilità di ottenere una valutazione aggiuntiva che si sommerà alla valutazione dell'esame finale.

Sono altresì escluse le ore di tutorato didattico disciplinare, cioè la mera ripetizione di contenuti già proposti nella forma erogativa attraverso colloqui di recupero o approfondimento one-to-one.

Modalità e criteri di valutazione dell'apprendimento

La modalità e criteri di valutazione dell'apprendimento dovranno tener conto di quanto segue:

- i risultati delle prove intermedie (le prove intermedie consistono nello svolgimento di un test a risposta multipla con 30 domande; per ogni domanda lo studente deve scegliere una delle 4 possibili risposte, di cui solo una è corretta);

- la qualità della partecipazione alle attività on line (frequenza e qualità degli interventi monitorabili attraverso la piattaforma, elaborati, didattica sincrona);
- i risultati della prova finale in presenza (in forma orale).

Sia i quesiti in forma orale che i quesiti in forma scritta sono formulati per valutare il grado di comprensione delle nozioni teoriche e la capacità di sviluppare il ragionamento utilizzando le nozioni acquisite. I quesiti che richiedono l'elaborazione di un ragionamento consentiranno di valutare il livello di competenza e l'autonomia di giudizio maturati dallo studente.

Le abilità di comunicazione e la capacità di apprendimento saranno valutate attraverso le interazioni dirette tra docente e studente che avranno luogo durante la fruizione del corso (videoconferenze, e-tivity report, studio di casi elaborati) proposti dal docente o dal tutor.

Criteri di misurazione dell'apprendimento e attribuzione del voto finale

Sia lo svolgimento dell'elaborato, sia la presenza attiva durante le web conference prevedono un giudizio, da parte del docente, fino a un massimo di 2 punti. Lo studente può prendere parte ad entrambe le attività, fermo restando che la votazione massima raggiungibile è sempre di 2 punti.

La valutazione dell'elaborato può essere sufficiente (1 punto premiale) o non sufficiente (0 punti premiali).

La premialità massima per le web conference è di un punto sul voto di esame. Ogni studente può partecipare a tutte le web conference erogate. Per ciascuna di esse, il superamento del test finale di apprendimento – che richiede almeno quattro risposte corrette su cinque domande relative al tema trattato – consente di ottenere un punteggio pari a 0,5. Una volta raggiunto un punteggio totale di 1, allo studente viene riconosciuta la premialità.

È data facoltà allo studente di partecipare o meno alla didattica erogativa sincrona.

La valutazione finale ha lo scopo di misurare il raggiungimento degli obiettivi di apprendimento definiti alla base dell'insegnamento. Il giudizio riguarda l'intero percorso formativo del singolo insegnamento ed è di tipo sommativo.

Il voto finale dell'esame di profitto tiene conto del punteggio che lo studente può aver ottenuto partecipando correttamente alla didattica erogativa sincrona e deriva, quindi, dalla somma delle due valutazioni. Il voto derivante dalla didattica sincrona verrà sommato al voto della prova intermedia.

Il voto della prova finale è compreso tra 0 a 2 punti, da sommare al punteggio della prova intermedia.

Il voto minimo utile al superamento dell'esame di profitto è di diciotto trentesimi.

Ciascun esame dovrà essere composto da un numero di domande idonee a garantire la possibilità di conseguire la lode, in ottemperanza alle norme Europee sul Diploma Supplement. L'attribuzione della lode è concessa esclusivamente allo studente che ha risposto positivamente ad almeno 31 domande.

Materiale didattico utilizzato

Il materiale didattico utilizzato può riguardare:

- Videolezioni
- Dispense predisposte dal docente e/o slide del docente
- Materiali predisposti per le lezioni sincrone
- Testo di riferimento suggerito dal docente (facoltativo).

Il materiale didattico è sempre disponibile in piattaforma e consultabile dallo studente nei tempi e nelle modalità ad egli più affini.

MISURE MECCANICHE E TERMICHE	
Settore Scientifico Disciplinare	IMIS-01/ A
Anno di corso	II Anno
Tipologia di attività formativa	Base ☐ Caratterizzante X Affine ☐ Altre attività ☐
Numero di crediti	6 CFU
Docente	In corso di definizione
Modalità di iscrizione e di gestione dei rapporti con gli studenti	L'iscrizione ed i rapporti con gli studenti sono gestiti mediante la piattaforma informatica che permette l'iscrizione ai corsi, la fruizione delle lezioni, la partecipazione a forum e tutoraggi, il download del materiale didattico e la comunicazione con il docente. Un tutor assisterà gli studenti nello svolgimento di queste attività.

Obiettivi formativi specifici

Obiettivi del corso sono quelli di comprendere i principi base e i fondamenti delle misure meccaniche (lunghezza, massa, forza) e termofluidodinamiche (temperatura, pressione, portata dei fluidi). Verranno presentati i principi base e i fondamenti delle misure di energia (termica e gas naturale) e le tecniche di misura per la qualità e l'efficienza nei sistemi industriali (monitoraggio e controllo dei consumi energetici). Verranno infine illustrate le tecniche di misura per il monitoraggio e il controllo dei processi industriali e per la gestione della strumentazione di misura, controllo e collaudo in ambito industriale.

Risultati di apprendimento specifici

Conoscenza e capacità di comprensione

Lo studente acquisisce conoscenze sui principi fisici delle misure meccaniche e termiche, sulle grandezze fondamentali e derivate, sugli strumenti di misura e sulle loro caratteristiche principali. Sarà in grado di comprendere le interazioni tra sensori, trasduttori e sistemi di acquisizione dati, di analizzare le cause di errore e di comprendere come progettare esperimenti affidabili e ripetibili.

Capacità di applicare conoscenza e comprensione

Lo studente sarà in grado di applicare le conoscenze acquisite nella selezione e nell'uso corretto degli strumenti di misura meccanica e termica, nella progettazione di esperimenti e nella raccolta e analisi dei dati. Le esercitazioni pratiche permetteranno di sviluppare competenze operative nell'utilizzo di sensori di forza, pressione, deformazione e temperatura, nella taratura degli strumenti e nell'elaborazione dei risultati mediante software dedicati.

Autonomia di giudizio

Il corso sviluppa la capacità dello studente di valutare criticamente le misure effettuate, identificare possibili fonti di errore, selezionare metodologie adeguate e proporre strategie per migliorare l'affidabilità dei risultati. Lo studente sarà in grado di prendere decisioni autonome nella gestione di esperimenti complessi e nella scelta di strumenti di misura adeguati a specifiche applicazioni.

Abilità comunicative

Lo studente acquisirà la capacità di comunicare in modo chiaro e tecnico le procedure sperimentali, i risultati ottenuti e le valutazioni critiche. Sarà in grado di redigere relazioni dettagliate, presentare esperimenti e argomentare le proprie scelte metodologiche in contesti accademici e professionali.

Capacità di apprendimento

Il corso fornisce allo studente le basi per sviluppare autonomia nello studio e nell'aggiornamento continuo sulle tecnologie di misura. Le competenze acquisite permetteranno di affrontare problemi sperimentali complessi, applicare tecniche avanzate e aggiornarsi sulle strumentazioni emergenti, mantenendo un approccio critico e creativo nella gestione dei dati e dei sistemi di misura.

Programma didattico

- | | |
|--|---|
| 1. Introduzione al corso e ruolo delle misure meccaniche e termiche | 20. Filtraggio dei segnali e riduzione del rumore |
| 2. Grandezze fondamentali e unità di misura | 21. Misure indirette e metodi di stima |
| 3. Precisione, accuratezza e sensibilità degli strumenti | 22. Misure dinamiche e transitorie |
| 4. Tipi di errore e metodi di riduzione | 23. Sistemi di misura analogici e digitali |
| 5. Concetti di incertezza e propagazione degli errori | 24. Sistemi di misura automatizzati |
| 6. Trasduttori e sensori meccanici | 25. Elaborazione numerica dei dati sperimentali |
| 7. Misura di lunghezze e spostamenti | 26. Valutazione dei risultati e interpretazione dei dati |
| 8. Misura di forze e coppie | 27. Misure applicate a macchine e componenti meccanici |
| 9. Misura di pressione e deformazioni | 28. Misure applicate a sistemi termici e fluidici |
| 10. Trasduttori piezoelettrici e capacitivi | 29. Sicurezza e corretto utilizzo degli strumenti |
| 11. Sensori per vibrazioni e accelerazioni | 30. Diagnostica e manutenzione della strumentazione |
| 12. Strumentazione per misura di velocità e moto rotatorio | 31. Misure meccaniche di forza, pressione e deformazione |
| 13. Trasduttori termici: termocoppie, RTD, termistori | 32. Misure termiche di temperatura e flusso termico |
| 14. Sensori a semiconduttore e dispositivi per misura di temperatura | 33. Analisi dei dati sperimentali |
| 15. Sistemi di acquisizione dati e tecniche di campionamento | 34. Presentazione e discussione dei risultati |
| 16. Calibrazione e taratura di strumenti meccanici | 35. Applicazioni industriali delle misure meccaniche e termiche |
| 17. Calibrazione e taratura di strumenti termici | 36. Sintesi del corso e prospettive professionali |
| 18. Procedure sperimentali standard | |
| 19. Analisi statistica dei dati di misura | |

Tipologie di attività didattiche previste e relative modalità di svolgimento

Ogni Macro-argomento è articolato in 15-17 videolezioni da 30 min. corredate da dispense, slide e test di apprendimento.

Per ogni insegnamento sono previste sino a 6 videolezioni (n.1 CFU) di didattica innovativa secondo modalità definite dal docente di riferimento.

Le videolezioni sono progettate in modo da fornire allo studente conoscenze e competenze nell'ambito delle misure meccaniche e termiche. Gli studenti acquisiranno strumenti teorici e pratici per comprendere il funzionamento di sensori, trasduttori e strumenti di misura, valutare errori e incertezze, e interpretare i dati sperimentali. Particolare attenzione sarà

dedicata all'applicazione delle tecniche di misura in contesti industriali, alla calibrazione della strumentazione e alla valutazione critica dei risultati sperimentali.

Il modello didattico adottato prevede l'erogazione online sia della didattica erogativa asincrona sia della didattica sincrona. Per le attività di autoapprendimento sono previste n.18 ore di studio individuale per ogni CFU.

Le dispense e i test di autovalutazione predisposti dai docenti titolari dell'insegnamento sono resi disponibili sulla piattaforma. L'Ateneo prevede di norma, per ogni CFU, un totale di almeno 7 ore di didattica. La didattica erogativa è perciò effettuata per l'80% in modalità asincrona, articolata in un numero di videolezioni coerente ai CFU complessivi del singolo insegnamento, corredate da materiale didattico adeguato allo studio individuale e, per almeno il 20%, in modalità sincrona.

Le attività didattiche si distinguono in:

- Didattica erogativa asincrona che prevede per ogni ora una videolezione registrata, una dispensa corredata da riferimenti bibliografici, note, tabelle, immagini, grafici ed un questionario di dieci domande di autovalutazione con quattro possibili risposte di cui solo una corretta e tre distrattori, oltre un file di riepilogo relativo agli obiettivi ed alla struttura in paragrafi della lezione.
- Didattica erogativa sincrona che si compone di una web conference per CFU e di un elaborato per insegnamento, differenziato in termini di difficoltà rispetto all'ampiezza dei CFU assegnati. L'obiettivo della didattica erogativa in modalità sincrona è assicurare tutte quelle attività che tipicamente richiedono apprendimenti "in situazione" o rapporto "face to face", quali laboratori, seminari, esperienze sul campo, tirocini, ecc., tenendo conto anche delle metodologie a carattere innovativo e volte a favorire l'interazione docente-studenti e tra studenti.

Nelle suddette attività convergono molteplici strumenti didattici, che agiscono in modo sinergico sul percorso di formazione ed apprendimento dello studente. La partecipazione attiva alle suddette attività ha come obiettivo quello di stimolare gli studenti lungo tutto il percorso didattico e garantisce loro la possibilità di ottenere una valutazione aggiuntiva che si sommerà alla valutazione dell'esame finale.

Sono altresì escluse le ore di tutorato didattico disciplinare, cioè la mera ripetizione di contenuti già proposti nella forma erogativa attraverso colloqui di recupero o approfondimento one-to-one.

Modalità e criteri di valutazione dell'apprendimento

La modalità e criteri di valutazione dell'apprendimento dovranno tener conto di quanto segue:

- i risultati delle prove intermedie (le prove intermedie consistono nello svolgimento di un test a risposta multipla con 30 domande; per ogni domanda lo studente deve scegliere una delle 4 possibili risposte, di cui solo una è corretta);
- la qualità della partecipazione alle attività on line (frequenza e qualità degli interventi monitorabili attraverso la piattaforma, elaborati, didattica sincrona);
- i risultati della prova finale in presenza (in forma orale).

Sia i quesiti in forma orale che i quesiti in forma scritta sono formulati per valutare il grado di comprensione delle nozioni teoriche e la capacità di sviluppare il ragionamento utilizzando le nozioni acquisite. I quesiti che richiedono l'elaborazione di un ragionamento consentiranno di valutare il livello di competenza e l'autonomia di giudizio maturati dallo studente.

Le abilità di comunicazione e la capacità di apprendimento saranno valutate attraverso le interazioni dirette tra docente e studente che avranno luogo durante la fruizione del corso (videoconferenze, e-tivity report, studio di casi elaborati) proposti dal docente o dal tutor.

Criteri di misurazione dell'apprendimento e attribuzione del voto finale

Sia lo svolgimento dell'elaborato, sia la presenza attiva durante le web conference prevedono un giudizio, da parte del docente, fino a un massimo di 2 punti. Lo studente può prendere parte ad entrambe le attività, fermo restando che la votazione massima raggiungibile è sempre di 2 punti.

La valutazione dell'elaborato può essere sufficiente (1 punto premiale) o non sufficiente (0 punti premiali).

La premialità massima per le web conference è di un punto sul voto di esame. Ogni studente può partecipare a tutte le web conference erogate. Per ciascuna di esse, il superamento del test finale di apprendimento – che richiede almeno quattro risposte corrette su cinque domande relative al tema trattato – consente di ottenere un punteggio pari a 0,5. Una volta raggiunto un punteggio totale di 1, allo studente viene riconosciuta la premialità.

È data facoltà allo studente di partecipare o meno alla didattica erogativa sincrona.

La valutazione finale ha lo scopo di misurare il raggiungimento degli obiettivi di apprendimento definiti alla base dell'insegnamento. Il giudizio riguarda l'intero percorso formativo del singolo insegnamento ed è di tipo sommativo.

Il voto finale dell'esame di profitto tiene conto del punteggio che lo studente può aver ottenuto partecipando correttamente alla didattica erogativa sincrona e deriva, quindi, dalla somma delle due valutazioni. Il voto derivante dalla didattica sincrona verrà sommato al voto della prova intermedia.

Il voto della prova finale è compreso tra 0 a 2 punti, da sommare al punteggio della prova intermedia.

Il voto minimo utile al superamento dell'esame di profitto è di diciotto trentesimi.

Ciascun esame dovrà essere composto da un numero di domande idonee a garantire la possibilità di conseguire la lode, in ottemperanza alle norme Europee sul Diploma Supplement. L'attribuzione della lode è concessa esclusivamente allo studente che ha risposto positivamente ad almeno 31 domande.

Materiale didattico utilizzato

Il materiale didattico utilizzato può riguardare:

- Videolezioni
- Dispense predisposte dal docente e/o slide del docente
- Materiali predisposti per le lezioni sincrone
- Testo di riferimento suggerito dal docente (facoltativo).

Il materiale didattico è sempre disponibile in piattaforma e consultabile dallo studente nei tempi e nelle modalità ad egli più affini.

MODELLAZIONE E METODI DELL'INGEGNERIA INDUSTRIALE	
Settore Scientifico Disciplinare	IIND-03/B
Anno di corso	II Anno
Tipologia di attività formativa	Base ☐ Caratterizzante X Affine ☐ Altre attività ☐
Numero di crediti	6 CFU
Docente	In corso di definizione
Modalità di iscrizione e di gestione dei rapporti con gli studenti	L'iscrizione ed i rapporti con gli studenti sono gestiti mediante la piattaforma informatica che permette l'iscrizione ai corsi, la fruizione delle lezioni, la partecipazione a forum e tutoraggi, il download del materiale didattico e la comunicazione con il docente. Un tutor assisterà gli studenti nello svolgimento di queste attività.

Obiettivi formativi specifici

Il corso fornisce strumenti avanzati di modellazione matematica, simulazione e ottimizzazione applicati ai sistemi e ai processi industriali. Approfondisce tecniche quantitative per analizzare fenomeni complessi e supportare decisioni progettuali e gestionali. Sviluppa la capacità di costruire, validare e utilizzare modelli per migliorare efficienza, qualità e sostenibilità dei processi. Favorisce un approccio sistemico e data-driven all'ingegneria industriale moderna.

Risultati di apprendimento specifici

Conoscenza e capacità di comprensione

Lo studente acquisisce conoscenze sui principi della modellazione dei sistemi industriali, comprese le metodologie di rappresentazione matematica, i modelli stocastici e deterministici e gli strumenti per l'analisi quantitativa dei processi. Sarà in grado di comprendere come strutturare un modello, interpretare i risultati delle simulazioni e collegare i dati a fenomeni reali nel contesto industriale.

Capacità di applicare conoscenza e comprensione

Lo studente sarà in grado di applicare le conoscenze acquisite alla costruzione di modelli matematici e computazionali di sistemi industriali, alla simulazione di scenari operativi e all'analisi delle prestazioni. Le esercitazioni pratiche e i laboratori permetteranno di sviluppare competenze operative nell'uso di strumenti software per la modellazione, la simulazione e l'ottimizzazione dei sistemi produttivi e logistici.

Autonomia di giudizio

Il corso sviluppa la capacità dello studente di valutare criticamente le soluzioni proposte dai modelli, di confrontare alternative progettuali, di identificare vincoli e criticità e di proporre strategie di miglioramento. Lo studente sarà in grado di prendere decisioni autonome sulla base di analisi quantitative, dati e simulazioni, valutando l'efficacia e l'efficienza delle soluzioni industriali.

Abilità comunicative

Lo studente acquisirà la capacità di comunicare in modo chiaro e preciso i risultati delle analisi e le decisioni derivanti dai modelli. Sarà in grado di redigere relazioni tecniche, presentare progetti di simulazione e argomentare le proprie scelte metodologiche in contesti accademici e professionali.

Capacità di apprendimento

Il corso fornisce allo studente le basi per sviluppare autonomia nello studio e nell'aggiornamento continuo sulle metodologie di modellazione e sugli strumenti computazionali. Le competenze acquisite permetteranno di affrontare problemi industriali complessi, applicare metodi avanzati e aggiornarsi sulle tecnologie emergenti, mantenendo un approccio critico e creativo nella progettazione e gestione dei sistemi industriali.

Programma didattico

- | | |
|---|--|
| 1. Introduzione al corso e ruolo della modellazione in ingegneria industriale | 21. Analisi dei colli di bottiglia e simulazione di scenari |
| 2. Sistemi industriali e processi produttivi | 22. Modellazione di processi manutentivi e affidabilità |
| 3. Principi di modellazione matematica dei sistemi | 23. Gestione delle risorse e modelli di allocazione |
| 4. Modelli deterministici e stocastici | 24. Simulazione di sistemi complessi con componenti interagenti |
| 5. Variabili e parametri nei sistemi industriali | 25. Analisi dei rischi e gestione dell'incertezza |
| 6. Rappresentazione dei processi produttivi | 26. Metodi di supporto alle decisioni industriali |
| 7. Diagrammi di flusso e modelli logici | 27. Modellazione dei sistemi produttivi flessibili |
| 8. Introduzione alla simulazione dei sistemi | 28. Applicazioni della simulazione al miglioramento dei processi |
| 9. Simulazione discreta e continua | 29. Modelli di ottimizzazione multi-obiettivo |
| 10. Tecniche di raccolta e analisi dati | 30. Introduzione a tecniche avanzate di modellazione |
| 11. Analisi statistica dei dati industriali | 31. Modellazione di sistemi energetici e ambientali industriali |
| 12. Analisi di sensitività e validazione dei modelli | 32. Processi produttivi reali |
| 13. Modelli di catene di fornitura | 33. Simulazione di sistemi industriali |
| 14. Pianificazione e schedulazione della produzione | 34. Ottimizzazione di processi produttivi |
| 15. Ottimizzazione dei processi industriali | 35. Presentazione e discussione dei risultati dei laboratori |
| 16. Metodi numerici per la soluzione dei modelli | 36. Sintesi del corso, prospettive e applicazioni professionali |
| 17. Algoritmi di simulazione e software dedicati | |
| 18. Modellazione di sistemi logistici | |
| 19. Analisi delle performance dei sistemi industriali | |
| 20. Indicatori chiave di prestazione e metriche di efficienza | |

Tipologie di attività didattiche previste e relative modalità di svolgimento

Ogni Macro-argomento è articolato in 15-17 videolezioni da 30 min. corredate da dispense, slide e test di apprendimento.

Per ogni insegnamento sono previste sino a 6 videolezioni (n.1 CFU) di didattica innovativa secondo modalità definite dal docente di riferimento.

Le videolezioni sono progettate in modo da fornire allo studente una solida base di conoscenze e competenze nella modellazione e nell'analisi dei sistemi industriali complessi. Gli studenti apprenderanno metodi matematici, statistici e computazionali per la rappresentazione e lo studio dei processi produttivi, dei sistemi logistici e delle catene di fornitura. Saranno introdotte tecniche per la simulazione, l'ottimizzazione e il supporto alle decisioni, con

applicazioni concrete in ambito industriale, per consentire agli studenti di analizzare e migliorare le performance di sistemi complessi.

Il modello didattico adottato prevede l'erogazione online sia della didattica erogativa asincrona sia della didattica sincrona. Per le attività di autoapprendimento sono previste n.18 ore di studio individuale per ogni CFU.

Le dispense e i test di autovalutazione predisposti dai docenti titolari dell'insegnamento sono resi disponibili sulla piattaforma. L'Ateneo prevede di norma, per ogni CFU, un totale di almeno 7 ore di didattica. La didattica erogativa è perciò effettuata per l'80% in modalità asincrona, articolata in un numero di videolezioni coerente ai CFU complessivi del singolo insegnamento, corredate da materiale didattico adeguato allo studio individuale e, per almeno il 20%, in modalità sincrona.

Le attività didattiche si distinguono in:

- Didattica erogativa asincrona che prevede per ogni ora una videolezione registrata, una dispensa corredata da riferimenti bibliografici, note, tabelle, immagini, grafici ed un questionario di dieci domande di autovalutazione con quattro possibili risposte di cui solo una corretta e tre distrattori, oltre un file di riepilogo relativo agli obiettivi ed alla struttura in paragrafi della lezione.
- Didattica erogativa sincrona che si compone di una web conference per CFU e di un elaborato per insegnamento, differenziato in termini di difficoltà rispetto all'ampiezza dei CFU assegnati. L'obiettivo della didattica erogativa in modalità sincrona è assicurare tutte quelle attività che tipicamente richiedono apprendimenti "in situazione" o rapporto "face to face", quali laboratori, seminari, esperienze sul campo, tirocini, ecc., tenendo conto anche delle metodologie a carattere innovativo e volte a favorire l'interazione docente-studenti e tra studenti.

Nelle suddette attività convergono molteplici strumenti didattici, che agiscono in modo sinergico sul percorso di formazione ed apprendimento dello studente. La partecipazione attiva alle suddette attività ha come obiettivo quello di stimolare gli studenti lungo tutto il percorso didattico e garantisce loro la possibilità di ottenere una valutazione aggiuntiva che si sommerà alla valutazione dell'esame finale.

Sono altresì escluse le ore di tutorato didattico disciplinare, cioè la mera ripetizione di contenuti già proposti nella forma erogativa attraverso colloqui di recupero o approfondimento one-to-one.

Modalità e criteri di valutazione dell'apprendimento

La modalità e criteri di valutazione dell'apprendimento dovranno tener conto di quanto segue:

- i risultati delle prove intermedie (le prove intermedie consistono nello svolgimento di un test a risposta multipla con 30 domande; per ogni domanda lo studente deve scegliere una delle 4 possibili risposte, di cui solo una è corretta);
- la qualità della partecipazione alle attività on line (frequenza e qualità degli interventi monitorabili attraverso la piattaforma, elaborati, didattica sincrona);
- i risultati della prova finale in presenza (in forma orale).

Sia i quesiti in forma orale che i quesiti in forma scritta sono formulati per valutare il grado di comprensione delle nozioni teoriche e la capacità di sviluppare il ragionamento utilizzando le nozioni acquisite. I quesiti che richiedono l'elaborazione di un ragionamento consentiranno di valutare il livello di competenza e l'autonomia di giudizio maturati dallo studente.

Le abilità di comunicazione e la capacità di apprendimento saranno valutate attraverso le interazioni dirette tra docente e studente che avranno luogo durante la fruizione del corso (videoconferenze, e-tivity report, studio di casi elaborati) proposti dal docente o dal tutor.

Criteri di misurazione dell'apprendimento e attribuzione del voto finale

Sia lo svolgimento dell'elaborato, sia la presenza attiva durante le web conference prevedono un giudizio, da parte del docente, fino a un massimo di 2 punti. Lo studente può prendere parte ad entrambe le attività, fermo restando che la votazione massima raggiungibile è sempre di 2 punti.

La valutazione dell'elaborato può essere sufficiente (1 punto premiale) o non sufficiente (0 punti premiali).

La premialità massima per le web conference è di un punto sul voto di esame. Ogni studente può partecipare a tutte le web conference erogate. Per ciascuna di esse, il superamento del test finale di apprendimento – che richiede almeno quattro risposte corrette su cinque domande relative al tema trattato – consente di ottenere un punteggio pari a 0,5. Una volta raggiunto un punteggio totale di 1, allo studente viene riconosciuta la premialità.

È data facoltà allo studente di partecipare o meno alla didattica erogativa sincrona.

La valutazione finale ha lo scopo di misurare il raggiungimento degli obiettivi di apprendimento definiti alla base dell'insegnamento. Il giudizio riguarda l'intero percorso formativo del singolo insegnamento ed è di tipo sommativo.

Il voto finale dell'esame di profitto tiene conto del punteggio che lo studente può aver ottenuto partecipando correttamente alla didattica erogativa sincrona e deriva, quindi, dalla somma delle due valutazioni. Il voto derivante dalla didattica sincrona verrà sommato al voto della prova intermedia.

Il voto della prova finale è compreso tra 0 a 2 punti, da sommare al punteggio della prova intermedia.

Il voto minimo utile al superamento dell'esame di profitto è di diciotto trentesimi.

Ciascun esame dovrà essere composto da un numero di domande idonee a garantire la possibilità di conseguire la lode, in ottemperanza alle norme Europee sul Diploma Supplement. L'attribuzione della lode è concessa esclusivamente allo studente che ha risposto positivamente ad almeno 31 domande.

Materiale didattico utilizzato

Il materiale didattico utilizzato può riguardare:

- Videolezioni
- Dispense predisposte dal docente e/o slide del docente
- Materiali predisposti per le lezioni sincrone
- Testo di riferimento suggerito dal docente (facoltativo).

Il materiale didattico è sempre disponibile in piattaforma e consultabile dallo studente nei tempi e nelle modalità ad egli più affini.

ECONOMIA E GESTIONE DEI PROGETTI E DELL'INNOVAZIONE	
Settore Scientifico Disciplinare	IEGE-01/A
Anno di corso	II Anno
Tipologia di attività formativa	Base ☐ Caratterizzante ☐ Affine X Altre attività ☐
Numero di crediti	9 CFU
Docente	In corso di definizione
Modalità di iscrizione e di gestione dei rapporti con gli studenti	L'iscrizione ed i rapporti con gli studenti sono gestiti mediante la piattaforma informatica che permette l'iscrizione ai corsi, la fruizione delle lezioni, la partecipazione a forum e tutoraggi, il download del materiale didattico e la comunicazione con il docente. Un tutor assisterà gli studenti nello svolgimento di queste attività.

Obiettivi formativi specifici

Il corso fornisce strumenti culturali e metodologici per comprendere i principi economici e gestionali che guidano la progettazione e la realizzazione dei progetti, con attenzione alla loro sostenibilità economico-finanziaria. Lo studente acquisirà la capacità di analizzare la fattibilità di iniziative complesse integrando aspetti economici, organizzativi e strategici, e svilupperà competenze per la pianificazione, l'organizzazione e il controllo dei progetti tramite strumenti di project management e tecniche di gestione del rischio. Verranno approfonditi i processi di innovazione nelle imprese e nei sistemi economici, valutandone gli impatti economici, tecnologici e strategici. Il corso promuoverà inoltre capacità decisionali e di problem solving, insieme al lavoro di gruppo e al coordinamento interdisciplinare, essenziali nella gestione dei progetti.

Risultati di apprendimento specifici

Conoscenza e capacità di comprensione

Lo studente acquisisce conoscenze sui principi dell'economia aziendale, sulla gestione dei progetti, sui metodi di analisi economica e finanziaria e sulle strategie di innovazione. Sarà in grado di comprendere le dinamiche di mercato, le interazioni tra risorse, costi, tempi e qualità e l'impatto delle scelte manageriali sul successo dei progetti.

Capacità di applicare conoscenza e comprensione

Lo studente sarà in grado di applicare le conoscenze acquisite nella pianificazione e gestione dei progetti, nella valutazione economico-finanziaria, nella gestione dei rischi e nell'implementazione di processi innovativi. Le esercitazioni e i laboratori consentiranno di sviluppare competenze operative nell'uso di strumenti di project management, budgeting, controllo dei costi e analisi dei flussi di innovazione.

Autonomia di giudizio

Il corso sviluppa la capacità dello studente di valutare criticamente le scelte progettuali, le strategie di gestione dei progetti e le iniziative innovative. Lo studente sarà in grado di identificare le alternative più efficaci, valutare i rischi e le opportunità, prendere decisioni

autonome basate su dati economici e indicatori di performance e proporre soluzioni ottimali nei contesti aziendali e industriali.

Abilità comunicative

Lo studente acquisirà la capacità di comunicare in modo chiaro e convincente strategie, risultati economici e decisioni progettuali. Sarà in grado di redigere report di progetto, presentare piani di innovazione e discutere i risultati ottenuti con colleghi, docenti e stakeholder.

Capacità di apprendimento

Il corso fornisce allo studente le basi per sviluppare autonomia nello studio e nell'aggiornamento continuo sulle metodologie di gestione dei progetti e dell'innovazione. Le competenze acquisite permetteranno di affrontare problemi complessi, applicare tecniche avanzate di project management e innovazione e aggiornarsi sulle best practice e sugli strumenti emergenti in ambito economico e industriale.

Programma didattico

1. Introduzione al corso e obiettivi formativi
2. Fondamenti di economia aziendale
3. Organizzazione aziendale e ruoli nei progetti
4. Analisi del mercato e strategie competitive
5. Pianificazione dei progetti e definizione degli obiettivi
6. Strutturazione dei progetti: WBS e diagrammi di Gantt
7. Tempi e schedulazione delle attività
8. Gestione delle risorse umane nei progetti
9. Gestione delle risorse materiali e tecnologiche
10. Analisi dei costi e budget di progetto
11. Controllo dei costi e monitoraggio finanziario
12. Indicatori di performance nei progetti
13. Analisi dei rischi e gestione delle incertezze
14. Tecniche di valutazione economica dei progetti
15. Valutazione finanziaria e ritorno sugli investimenti
16. Strumenti per il project management digitale
17. Gestione della qualità nei progetti
18. Metodologie agili e flessibili di gestione dei progetti
19. Innovazione tecnologica e processi innovativi
20. Modelli di business e strategie di innovazione
21. Creazione di valore e vantaggio competitivo
22. Approcci sistemici alla gestione dei progetti complessi
23. Analisi dei stakeholder e comunicazione progettuale
24. Strumenti di simulazione e pianificazione dei progetti
25. Metodologie per l'ottimizzazione dei processi
26. Gestione dei cambiamenti e resistenza organizzativa
27. Project management per l'innovazione industriale
28. Progetti complessi
29. Progetti di innovazione tecnologica
30. Problem solving e decision making nei progetti
31. Valutazione e selezione dei progetti da finanziare
32. Gestione di portafogli di progetti
33. Misurazione della performance economica e innovativa
34. Sistemi di controllo e reporting dei progetti
35. Strumenti di collaborazione e lavoro in team
36. Strategie di comunicazione per i progetti complessi
37. Approfondimento su tecniche quantitative di supporto alle decisioni
38. Metodi di analisi statistica applicata ai progetti
39. Tecniche di benchmarking e best practice
40. Applicazioni industriali di gestione dei progetti
41. Progettazione e gestione di processi innovativi
42. Innovazione organizzativa e gestione dei cambiamenti
43. Finanziamento e gestione delle risorse nei progetti innovativi
44. Pianificazione e controllo di un progetto
45. Analisi economica e finanziaria di un progetto
46. Simulazione di scenari e gestione dei rischi
47. Presentazione di un progetto innovativo
48. Discussione dei risultati dei laboratori
49. Integrazione tra project management e innovazione tecnologica
50. Metodologie per la valutazione dell'impatto dei progetti

51. Strumenti di governance e monitoraggio dell'innovazione
52. Analisi di casi reali e applicazioni industriali
53. Sintesi del corso e collegamenti interdisciplinari

54. Prospettive professionali e sviluppo continuo delle competenze

Tipologie di attività didattiche previste e relative modalità di svolgimento

Ogni Macro-argomento è articolato in 15-17 videolezioni da 30 min. corredate da dispense, slide e test di apprendimento.

Per ogni insegnamento sono previste sino a 6 videolezioni (n.1 CFU) di didattica innovativa secondo modalità definite dal docente di riferimento.

Le videolezioni sono progettate in modo da fornire allo studente conoscenze e competenze nell'ambito dell'economia e della gestione dei progetti e dell'innovazione. Gli studenti apprenderanno le logiche di pianificazione, organizzazione e controllo dei progetti, le tecniche di valutazione economica, la gestione delle risorse e l'analisi dei rischi. Particolare attenzione sarà rivolta all'innovazione tecnologica e organizzativa, alla creazione di valore e alla gestione dei processi di cambiamento all'interno delle imprese e dei progetti industriali.

Il modello didattico adottato prevede l'erogazione online sia della didattica erogativa asincrona sia della didattica sincrona. Per le attività di autoapprendimento sono previste n.18 ore di studio individuale per ogni CFU.

Le dispense e i test di autovalutazione predisposti dai docenti titolari dell'insegnamento sono resi disponibili sulla piattaforma. L'Ateneo prevede di norma, per ogni CFU, un totale di almeno 7 ore di didattica. La didattica erogativa è perciò effettuata per l'80% in modalità asincrona, articolata in un numero di videolezioni coerente ai CFU complessivi del singolo insegnamento, corredate da materiale didattico adeguato allo studio individuale e, per almeno il 20%, in modalità sincrona.

Le attività didattiche si distinguono in:

- Didattica erogativa asincrona che prevede per ogni ora una videolezione registrata, una dispensa corredata da riferimenti bibliografici, note, tabelle, immagini, grafici ed un questionario di dieci domande di autovalutazione con quattro possibili risposte di cui solo una corretta e tre distrattori, oltre un file di riepilogo relativo agli obiettivi ed alla struttura in paragrafi della lezione.
- Didattica erogativa sincrona che si compone di una web conference per CFU e di un elaborato per insegnamento, differenziato in termini di difficoltà rispetto all'ampiezza dei CFU assegnati. L'obiettivo della didattica erogativa in modalità sincrona è assicurare tutte quelle attività che tipicamente richiedono apprendimenti "in situazione" o rapporto "face to face", quali laboratori, seminari, esperienze sul campo, tirocini, ecc., tenendo conto anche delle metodologie a carattere innovativo e volte a favorire l'interazione docente-studenti e tra studenti.

Nelle suddette attività convergono molteplici strumenti didattici, che agiscono in modo sinergico sul percorso di formazione ed apprendimento dello studente. La partecipazione attiva alle suddette attività ha come obiettivo quello di stimolare gli studenti lungo tutto il percorso didattico e garantisce loro la possibilità di ottenere una valutazione aggiuntiva che si sommerà alla valutazione dell'esame finale.

Sono altresì escluse le ore di tutorato didattico disciplinare, cioè la mera ripetizione di contenuti già proposti nella forma erogativa attraverso colloqui di recupero o approfondimento one-to-one.

Modalità e criteri di valutazione dell'apprendimento

La modalità e criteri di valutazione dell'apprendimento dovranno tener conto di quanto segue:

- i risultati delle prove intermedie (le prove intermedie consistono nello svolgimento di un test a risposta multipla con 30 domande; per ogni domanda lo studente deve scegliere una delle 4 possibili risposte, di cui solo una è corretta);
- la qualità della partecipazione alle attività on line (frequenza e qualità degli interventi monitorabili attraverso la piattaforma, elaborati, didattica sincrona);
- i risultati della prova finale in presenza (in forma orale).

Sia i quesiti in forma orale che i quesiti in forma scritta sono formulati per valutare il grado di comprensione delle nozioni teoriche e la capacità di sviluppare il ragionamento utilizzando le nozioni acquisite. I quesiti che richiedono l'elaborazione di un ragionamento consentiranno di valutare il livello di competenza e l'autonomia di giudizio maturati dallo studente.

Le abilità di comunicazione e la capacità di apprendimento saranno valutate attraverso le interazioni dirette tra docente e studente che avranno luogo durante la fruizione del corso (videoconferenze, e-tivity report, studio di casi elaborati) proposti dal docente o dal tutor.

Criteri di misurazione dell'apprendimento e attribuzione del voto finale

Sia lo svolgimento dell'elaborato, sia la presenza attiva durante le web conference prevedono un giudizio, da parte del docente, fino a un massimo di 2 punti. Lo studente può prendere parte ad entrambe le attività, fermo restando che la votazione massima raggiungibile è sempre di 2 punti.

La valutazione dell'elaborato può essere sufficiente (1 punto premiale) o non sufficiente (0 punti premiali).

La premialità massima per le web conference è di un punto sul voto di esame. Ogni studente può partecipare a tutte le web conference erogate. Per ciascuna di esse, il superamento del test finale di apprendimento – che richiede almeno quattro risposte corrette su cinque domande relative al tema trattato – consente di ottenere un punteggio pari a 0,5. Una volta raggiunto un punteggio totale di 1, allo studente viene riconosciuta la premialità.

È data facoltà allo studente di partecipare o meno alla didattica erogativa sincrona.

La valutazione finale ha lo scopo di misurare il raggiungimento degli obiettivi di apprendimento definiti alla base dell'insegnamento. Il giudizio riguarda l'intero percorso formativo del singolo insegnamento ed è di tipo sommativo.

Il voto finale dell'esame di profitto tiene conto del punteggio che lo studente può aver ottenuto partecipando correttamente alla didattica erogativa sincrona e deriva, quindi, dalla somma delle due valutazioni. Il voto derivante dalla didattica sincrona verrà sommato al voto della prova intermedia.

Il voto della prova finale è compreso tra 0 a 2 punti, da sommare al punteggio della prova intermedia.

Il voto minimo utile al superamento dell'esame di profitto è di diciotto trentesimi.

Ciascun esame dovrà essere composto da un numero di domande idonee a garantire la possibilità di conseguire la lode, in ottemperanza alle norme Europee sul Diploma Supplement. L'attribuzione della lode è concessa esclusivamente allo studente che ha risposto positivamente ad almeno 31 domande.

Materiale didattico utilizzato

Il materiale didattico utilizzato può riguardare:

- Videolezioni
- Dispense predisposte dal docente e/o slide del docente
- Materiali predisposti per le lezioni sincrone
- Testo di riferimento suggerito dal docente (facoltativo).

Il materiale didattico è sempre disponibile in piattaforma e consultabile dallo studente nei tempi e nelle modalità ad egli più affini.

DIRITTO DELL'ENERGIA E DELL'AMBIENTE	
Settore Scientifico Disciplinare	GIUR-03/A
Anno di corso	II Anno
Tipologia di attività formativa	Base ☐ Caratterizzante ☐ Affine X Altre attività ☐
Numero di crediti	9 CFU
Docente	In corso di definizione
Modalità di iscrizione e di gestione dei rapporti con gli studenti	L'iscrizione ed i rapporti con gli studenti sono gestiti mediante la piattaforma informatica che permette l'iscrizione ai corsi, la fruizione delle lezioni, la partecipazione a forum e tutoraggi, il download del materiale didattico e la comunicazione con il docente. Un tutor assisterà gli studenti nello svolgimento di queste attività.

Obiettivi formativi specifici

Il corso analizza il quadro normativo nazionale ed europeo relativo all'energia, all'ambiente e alla transizione energetica. Approfondisce regolamentazioni su produzione, distribuzione, mercati energetici, efficienza e fonti rinnovabili. Sviluppa competenze per valutare impatti giuridici, autorizzazioni e responsabilità connesse ai sistemi energetici e industriali. Favorisce la capacità di operare nel rispetto della sostenibilità e della compliance normativa.

Risultati di apprendimento specifici

Conoscenza e capacità di comprensione

Lo studente acquisirà una conoscenza approfondita delle fonti del diritto, dei principi generali in materia di energia e ambiente, dei principali strumenti di regolazione e controllo e delle procedure amministrative e giurisdizionali. Sarà in grado di comprendere i sistemi normativi nazionali, le direttive e regolamenti dell'Unione Europea, i trattati internazionali e gli strumenti volontari di governance ambientale. Lo studente comprenderà anche le relazioni tra diritto dell'energia, diritto ambientale e politiche pubbliche di sostenibilità.

Capacità di applicare conoscenza e comprensione

Al termine del corso lo studente sarà in grado di applicare le conoscenze giuridiche all'analisi di casi concreti, alla redazione di documenti tecnici con rilevanza legale e alla valutazione di conformità normativa dei progetti e degli impianti energetici. Saprà interpretare contratti, autorizzazioni e licenze, verificare la conformità a standard ambientali e supportare processi decisionali in materia di gestione delle risorse energetiche e della tutela ambientale.

Autonomia di giudizio

L'insegnamento sviluppa l'autonomia di giudizio dello studente permettendogli di valutare criticamente le scelte progettuali, industriali o operative rispetto al quadro normativo. Lo studente sarà in grado di identificare rischi legali, opportunità di conformità e strumenti di mitigazione, formulando valutazioni motivate su impatti energetici, ambientali e regolatori. Saprà inoltre interpretare le normative in contesti complessi, considerando le implicazioni pratiche e strategiche delle decisioni.

Abilità comunicative

Lo studente acquisirà competenze comunicative per presentare analisi giuridiche, relazioni sulla conformità normativa, pareri tecnici e piani di gestione dell'energia e dell'ambiente. Sarà in grado di redigere documenti chiari e strutturati e di comunicare efficacemente con interlocutori tecnici, legali e istituzionali. Le attività del corso contribuiranno anche a sviluppare la capacità di discutere casi giuridici e normative complesse in maniera chiara e comprensibile.

Capacità di apprendimento

L'insegnamento favorisce lo sviluppo della capacità di apprendimento autonomo, consentendo allo studente di aggiornarsi sulle normative in continua evoluzione, sui nuovi regolamenti europei e sulle innovazioni tecnologiche con rilevanza giuridica. Lo studente sarà in grado di interpretare le modifiche normative, di analizzare documentazione legislativa e di applicare nuove regole e strumenti giuridici in contesti concreti di energia e ambiente.

Programma didattico

1. Introduzione al diritto dell'energia e dell'ambiente
2. Fonti del diritto e principi generali
3. Diritto costituzionale e tutela dell'ambiente
4. Principi di diritto europeo dell'energia e dell'ambiente
5. Trattati internazionali in materia energetica e ambientale
6. Politiche energetiche e ambientali nazionali
7. Sistema normativo italiano sull'energia
8. Sistema normativo italiano sull'ambiente
9. Autorità e organismi di regolazione energetica
10. Autorità e organismi di tutela ambientale
11. Contratti nel settore energetico
12. Licenze e autorizzazioni per impianti energetici
13. Procedimenti amministrativi e permessi ambientali
14. Responsabilità civile e penale in materia energetica
15. Responsabilità civile e penale in materia ambientale
16. Sistemi di gestione ambientale e certificazioni
17. Standard internazionali ISO e sostenibilità
18. Normative per la sicurezza degli impianti energetici
19. Normative per la sicurezza ambientale
20. Regolamentazioni sulle emissioni atmosferiche
21. Regolamentazioni sulle emissioni acustiche
22. Gestione dei rifiuti e normative ambientali
23. Tutela delle risorse idriche e normative
24. Energie rinnovabili e incentivi normativi
25. Contratti per energie rinnovabili
26. Regolamentazione dei sistemi di accumulo energetico
27. Normative sui sistemi di distribuzione elettrica
28. Mercati energetici e regolamentazione
29. Liberalizzazione dei mercati e normativa europea
30. Tariffe, incentivi e politiche fiscali energetiche
31. Valutazione di impatto ambientale (VIA)
32. Autorizzazioni integrate ambientali (AIA)
33. Strategie di compliance normativa negli impianti
34. Controlli, ispezioni e sanzioni
35. Energie fossili e regolamentazioni associate
36. Gas naturale e normativa di settore
37. Idrogeno e normativa emergente
38. Biocarburanti e regolamentazioni europee
39. Efficienza energetica e normativa nazionale
40. Green Deal europeo e obblighi normativi
41. Normative per la mobilità sostenibile
42. Emission trading e strumenti di mercato ambientale
43. Responsabilità sociale e governance aziendale
44. Pianificazione territoriale e normativa ambientale
45. Tutela del paesaggio e vincoli urbanistici
46. Accesso alle informazioni ambientali
47. Partecipazione pubblica e diritto dell'ambiente
48. Contenzioso amministrativo e giurisdizione
49. Giurisprudenza rilevante in materia energetica
50. Giurisprudenza rilevante in materia ambientale
51. Analisi di casi reali nazionali
52. Analisi di casi reali europei
53. Redazione di pareri giuridici e pratici
54. Sintesi finale e discussione dei casi studio

Tipologie di attività didattiche previste e relative modalità di svolgimento

Ogni Macro-argomento è articolato in 15-17 videolezioni da 30 min. corredate da dispense, slide e test di apprendimento.

Per ogni insegnamento sono previste sino a 6 videolezioni (n.1 CFU) di didattica innovativa secondo modalità definite dal docente di riferimento.

Le videolezioni sono progettate in modo da fornire allo studente conoscenze approfondite sulle normative, regolamentazioni e strumenti giuridici che disciplinano l'uso dell'energia, la protezione dell'ambiente e la gestione sostenibile delle risorse. Il corso mira a sviluppare competenze per comprendere il quadro normativo nazionale, europeo e internazionale e per applicarlo in contesti professionali, industriali e progettuali. Al termine del percorso formativo lo studente sarà in grado di interpretare le leggi e i regolamenti, valutare gli impatti legali delle scelte tecnologiche e ambientali e supportare decisioni strategiche rispettose delle normative vigenti.

Il modello didattico adottato prevede l'erogazione online sia della didattica erogativa asincrona sia della didattica sincrona. Per le attività di autoapprendimento sono previste n.18 ore di studio individuale per ogni CFU.

Le dispense e i test di autovalutazione predisposti dai docenti titolari dell'insegnamento sono resi disponibili sulla piattaforma. L'Ateneo prevede di norma, per ogni CFU, un totale di almeno 7 ore di didattica. La didattica erogativa è perciò effettuata per l'80% in modalità asincrona, articolata in un numero di videolezioni coerente ai CFU complessivi del singolo insegnamento, corredate da materiale didattico adeguato allo studio individuale e, per almeno il 20%, in modalità sincrona.

Le attività didattiche si distinguono in:

- Didattica erogativa asincrona che prevede per ogni ora una videolezione registrata, una dispensa corredata da riferimenti bibliografici, note, tabelle, immagini, grafici ed un questionario di dieci domande di autovalutazione con quattro possibili risposte di cui solo una corretta e tre distrattori, oltre un file di riepilogo relativo agli obiettivi ed alla struttura in paragrafi della lezione.
- Didattica erogativa sincrona che si compone di una web conference per CFU e di un elaborato per insegnamento, differenziato in termini di difficoltà rispetto all'ampiezza dei CFU assegnati. L'obiettivo della didattica erogativa in modalità sincrona è assicurare tutte quelle attività che tipicamente richiedono apprendimenti "in situazione" o rapporto "face to face", quali laboratori, seminari, esperienze sul campo, tirocini, ecc., tenendo conto anche delle metodologie a carattere innovativo e volte a favorire l'interazione docente-studenti e tra studenti.

Nelle suddette attività convergono molteplici strumenti didattici, che agiscono in modo sinergico sul percorso di formazione ed apprendimento dello studente. La partecipazione attiva alle suddette attività ha come obiettivo quello di stimolare gli studenti lungo tutto il percorso didattico e garantisce loro la possibilità di ottenere una valutazione aggiuntiva che si sommerà alla valutazione dell'esame finale.

Sono altresì escluse le ore di tutorato didattico disciplinare, cioè la mera ripetizione di contenuti già proposti nella forma erogativa attraverso colloqui di recupero o approfondimento one-to-one.

Modalità e criteri di valutazione dell'apprendimento

La modalità e criteri di valutazione dell'apprendimento dovranno tener conto di quanto segue:

- i risultati delle prove intermedie (le prove intermedie consistono nello svolgimento di un test a risposta multipla con 30 domande; per ogni domanda lo studente deve scegliere una delle 4 possibili risposte, di cui solo una è corretta);
- la qualità della partecipazione alle attività on line (frequenza e qualità degli interventi monitorabili attraverso la piattaforma, elaborati, didattica sincrona);
- i risultati della prova finale in presenza (in forma orale).

Sia i quesiti in forma orale che i quesiti in forma scritta sono formulati per valutare il grado di comprensione delle nozioni teoriche e la capacità di sviluppare il ragionamento utilizzando le nozioni acquisite. I quesiti che richiedono l'elaborazione di un ragionamento consentiranno di valutare il livello di competenza e l'autonomia di giudizio maturati dallo studente.

Le abilità di comunicazione e la capacità di apprendimento saranno valutate attraverso le interazioni dirette tra docente e studente che avranno luogo durante la fruizione del corso (videoconferenze, e-tivity report, studio di casi elaborati) proposti dal docente o dal tutor.

Criteri di misurazione dell'apprendimento e attribuzione del voto finale

Sia lo svolgimento dell'elaborato, sia la presenza attiva durante le web conference prevedono un giudizio, da parte del docente, fino a un massimo di 2 punti. Lo studente può prendere parte ad entrambe le attività, fermo restando che la votazione massima raggiungibile è sempre di 2 punti.

La valutazione dell'elaborato può essere sufficiente (1 punto premiale) o non sufficiente (0 punti premiali).

La premialità massima per le web conference è di un punto sul voto di esame. Ogni studente può partecipare a tutte le web conference erogate. Per ciascuna di esse, il superamento del test finale di apprendimento – che richiede almeno quattro risposte corrette su cinque domande relative al tema trattato – consente di ottenere un punteggio pari a 0,5. Una volta raggiunto un punteggio totale di 1, allo studente viene riconosciuta la premialità.

È data facoltà allo studente di partecipare o meno alla didattica erogativa sincrona.

La valutazione finale ha lo scopo di misurare il raggiungimento degli obiettivi di apprendimento definiti alla base dell'insegnamento. Il giudizio riguarda l'intero percorso formativo del singolo insegnamento ed è di tipo sommativo.

Il voto finale dell'esame di profitto tiene conto del punteggio che lo studente può aver ottenuto partecipando correttamente alla didattica erogativa sincrona e deriva, quindi, dalla somma delle due valutazioni. Il voto derivante dalla didattica sincrona verrà sommato al voto della prova intermedia.

Il voto della prova finale è compreso tra 0 a 2 punti, da sommare al punteggio della prova intermedia.

Il voto minimo utile al superamento dell'esame di profitto è di diciotto trentesimi.

Ciascun esame dovrà essere composto da un numero di domande idonee a garantire la possibilità di conseguire la lode, in ottemperanza alle norme Europee sul Diploma Supplement. L'attribuzione della lode è concessa esclusivamente allo studente che ha risposto positivamente ad almeno 31 domande.

Materiale didattico utilizzato

Il materiale didattico utilizzato può riguardare:

- Videolezioni

- Dispense predisposte dal docente e/o slide del docente
- Materiali predisposti per le lezioni sincrone
- Testo di riferimento suggerito dal docente (facoltativo).

Il materiale didattico è sempre disponibile in piattaforma e consultabile dallo studente nei tempi e nelle modalità ad egli più affini.

SISTEMI AUTOMATICI DI MISURA ED ELABORAZIONE DEI SEGNALE	
Settore Scientifico Disciplinare	IMIS-01/B
Anno di corso	II Anno
Tipologia di attività formativa	Base ☐ Caratterizzante ☐ Affine X Altre attività ☐
Numero di crediti	9 CFU
Docente	In corso di definizione
Modalità di iscrizione e di gestione dei rapporti con gli studenti	L'iscrizione ed i rapporti con gli studenti sono gestiti mediante la piattaforma informatica che permette l'iscrizione ai corsi, la fruizione delle lezioni, la partecipazione a forum e tutoraggi, il download del materiale didattico e la comunicazione con il docente. Un tutor assisterà gli studenti nello svolgimento di queste attività.

Obiettivi formativi specifici

Il corso ha l'obiettivo di fornire una conoscenza approfondita delle architetture e delle tecniche impiegate nei sistemi automatici di misura, con particolare attenzione all'acquisizione, alla digitalizzazione e all'elaborazione dei segnali elettrici. Sono affrontati i principi di funzionamento dei sensori e trasduttori, le caratteristiche dei sistemi di condizionamento e i criteri di progettazione di una catena di misura moderna.

Risultati di apprendimento specifici

Conoscenza e capacità di comprensione

Lo studente acquisirà una conoscenza approfondita dei principi di funzionamento dei sensori e dei trasduttori, delle tecniche di acquisizione dei segnali, della teoria dei segnali continui e discreti e dei principali strumenti di elaborazione. Sarà in grado di comprendere i concetti di rumore, distorsione, filtraggio e campionamento e le relazioni tra grandezze fisiche e segnali elettrici. Lo studente comprenderà inoltre le architetture dei sistemi di misura automatizzati e le interazioni tra sensori, trasduttori, dispositivi di elaborazione e interfacce utente.

Capacità di applicare conoscenza e comprensione

Al termine del corso lo studente sarà in grado di applicare le conoscenze acquisite nella progettazione e implementazione di sistemi di misura, nella scelta dei sensori più idonei e nella realizzazione di circuiti di acquisizione dei segnali. Saprà utilizzare strumenti di simulazione e software per l'elaborazione dei segnali, implementare tecniche di filtraggio, analisi spettrale e riconoscimento di pattern e integrare i sistemi di misura in contesti industriali o di ricerca. Lo studente sarà anche in grado di analizzare e risolvere problemi pratici relativi all'affidabilità, alla precisione e alla calibrazione dei sistemi di misura.

Autonomia di giudizio

L'insegnamento sviluppa l'autonomia di giudizio dello studente, consentendogli di valutare criticamente le prestazioni dei sistemi di misura e di elaborazione dei segnali, identificare limiti e vincoli dei sensori e delle architetture, e proporre soluzioni ottimali in relazione alle specifiche applicative. Lo studente sarà in grado di analizzare casi complessi, confrontare

alternative tecnologiche e metodologiche e formulare valutazioni motivate basate su criteri tecnici, economici e di affidabilità.

Abilità comunicative

Lo studente acquisirà competenze comunicative per descrivere il funzionamento dei sistemi di misura, presentare i risultati delle elaborazioni dei segnali e spiegare scelte progettuali. Sarà in grado di redigere report tecnici, documentazione progettuale e relazioni di laboratorio, illustrando in modo chiaro i metodi, i risultati e le valutazioni, sia a interlocutori specialisti sia a non esperti.

Capacità di apprendimento

L'insegnamento favorisce lo sviluppo della capacità di apprendimento autonomo, consentendo allo studente di aggiornarsi su nuove tecnologie di misura, strumenti di acquisizione e software di elaborazione dei segnali. Lo studente sarà in grado di affrontare in maniera consapevole problemi emergenti e applicazioni innovative nei campi industriale, scientifico e di automazione, acquisendo competenze trasferibili a contesti multidisciplinari.

Programma didattico

- | | |
|--|---|
| 1. Introduzione ai sistemi di misura e ai segnali | 29. Software per acquisizione e elaborazione dei segnali |
| 2. Grandezze fisiche e trasduttori | 30. Tecniche di analisi statistica dei dati |
| 3. Sensori elettrici e meccanici | 31. Elaborazione digitale dei segnali: filtraggio avanzato |
| 4. Sensori termici e chimici | 32. Analisi spettrale e FFT |
| 5. Principi di funzionamento dei trasduttori | 33. Elaborazione di segnali multicanale |
| 6. Errori e tolleranze nei sistemi di misura | 34. Sistemi di misura in tempo reale |
| 7. Concetti di accuratezza, precisione e risoluzione | 35. Sistemi di controllo e retroazione |
| 8. Misura di grandezze elettriche: tensione, corrente e resistenza | 36. Calibrazione e taratura dei sensori |
| 9. Misura di grandezze meccaniche: forza, pressione, spostamento | 37. Misura della temperatura e gestione dei sensori termici |
| 10. Misura di grandezze termiche e di flusso | 38. Misura della pressione e dei flussi |
| 11. Introduzione alla teoria dei segnali | 39. Misura delle grandezze elettriche e magnetiche |
| 12. Segnali continui e discreti | 40. Misura di vibrazioni e accelerazioni |
| 13. Analisi dei segnali nel dominio del tempo | 41. Tecniche di monitoraggio industriale |
| 14. Analisi dei segnali nel dominio della frequenza | 42. Data acquisition e data logging |
| 15. Trasformata di Fourier e spettro dei segnali | 43. Sistemi di misura per automazione industriale |
| 16. Trasformata di Laplace e sistemi dinamici lineari | 44. Applicazioni biomedicali dei sistemi di misura |
| 17. Filtraggio dei segnali analogici | 45. Sistemi di misura per energia e ambiente |
| 18. Filtraggio dei segnali digitali | 46. Analisi dei segnali in condizioni reali |
| 19. Campionamento e quantizzazione dei segnali | 47. Integrazione tra sensori e sistemi di controllo |
| 20. Effetti del rumore e distorsione nei segnali | 48. Progettazione di sistemi di misura complessi |
| 21. Tecniche di riduzione del rumore | 49. Valutazione delle prestazioni dei sistemi di misura |
| 22. Circuiti di acquisizione dei segnali | 50. Errori sistematici e casuali: analisi e mitigazione |
| 23. Amplificatori operazionali e condizionamento dei segnali | 51. Simulazione dei sistemi di misura e dei segnali |
| 24. Conversione analogico-digitale e digitale-analogica | 52. Casi applicativi industriali |
| 25. Interfacciamento dei sensori ai sistemi digitali | 53. Sviluppo di un progetto di misura completo |
| 26. Architetture dei sistemi di misura automatizzati | 54. Revisione finale e discussione dei risultati |
| 27. Sistemi embedded per l'acquisizione dei segnali | |
| 28. Introduzione ai microcontrollori e DSP | |

Tipologie di attività didattiche previste e relative modalità di svolgimento

Ogni Macro-argomento è articolato in 15-17 videolezioni da 30 min. corredate da dispense, slide e test di apprendimento.

Per ogni insegnamento sono previste sino a 6 videolezioni (n.1 CFU) di didattica innovativa secondo modalità definite dal docente di riferimento.

Le videolezioni sono progettate in modo da fornire allo studente una solida base di conoscenze teoriche e applicative necessarie per progettare, analizzare e utilizzare sistemi di misura e dispositivi per l'acquisizione, la trasmissione e l'elaborazione dei segnali fisici. Il corso mira a sviluppare competenze nella scelta degli strumenti di misura appropriati, nell'analisi dei segnali e nell'elaborazione dei dati acquisiti, integrando principi di elettronica, automazione e informatica.

Il modello didattico adottato prevede l'erogazione online sia della didattica erogativa asincrona sia della didattica sincrona. Per le attività di autoapprendimento sono previste n.18 ore di studio individuale per ogni CFU.

Le dispense e i test di autovalutazione predisposti dai docenti titolari dell'insegnamento sono resi disponibili sulla piattaforma. L'Ateneo prevede di norma, per ogni CFU, un totale di almeno 7 ore di didattica. La didattica erogativa è perciò effettuata per l'80% in modalità asincrona, articolata in un numero di videolezioni coerente ai CFU complessivi del singolo insegnamento, corredate da materiale didattico adeguato allo studio individuale e, per almeno il 20%, in modalità sincrona.

Le attività didattiche si distinguono in:

- Didattica erogativa asincrona che prevede per ogni ora una videolezione registrata, una dispensa corredata da riferimenti bibliografici, note, tabelle, immagini, grafici ed un questionario di dieci domande di autovalutazione con quattro possibili risposte di cui solo una corretta e tre distrattori, oltre un file di riepilogo relativo agli obiettivi ed alla struttura in paragrafi della lezione.
- Didattica erogativa sincrona che si compone di una web conference per CFU e di un elaborato per insegnamento, differenziato in termini di difficoltà rispetto all'ampiezza dei CFU assegnati. L'obiettivo della didattica erogativa in modalità sincrona è assicurare tutte quelle attività che tipicamente richiedono apprendimenti "in situazione" o rapporto "face to face", quali laboratori, seminari, esperienze sul campo, tirocini, ecc., tenendo conto anche delle metodologie a carattere innovativo e volte a favorire l'interazione docente-studenti e tra studenti.

Nelle suddette attività convergono molteplici strumenti didattici, che agiscono in modo sinergico sul percorso di formazione ed apprendimento dello studente. La partecipazione attiva alle suddette attività ha come obiettivo quello di stimolare gli studenti lungo tutto il percorso didattico e garantire loro la possibilità di ottenere una valutazione aggiuntiva che si sommerà alla valutazione dell'esame finale.

Sono altresì escluse le ore di tutorato didattico disciplinare, cioè la mera ripetizione di contenuti già proposti nella forma erogativa attraverso colloqui di recupero o approfondimento one-to-one.

Modalità e criteri di valutazione dell'apprendimento

La modalità e criteri di valutazione dell'apprendimento dovranno tener conto di quanto segue:

- i risultati delle prove intermedie (le prove intermedie consistono nello svolgimento di un test a risposta multipla con 30 domande; per ogni domanda lo studente deve scegliere una delle 4 possibili risposte, di cui solo una è corretta);
- la qualità della partecipazione alle attività on line (frequenza e qualità degli interventi monitorabili attraverso la piattaforma, elaborati, didattica sincrona);
- i risultati della prova finale in presenza (in forma orale).

Sia i quesiti in forma orale che i quesiti in forma scritta sono formulati per valutare il grado di comprensione delle nozioni teoriche e la capacità di sviluppare il ragionamento utilizzando le nozioni acquisite. I quesiti che richiedono l'elaborazione di un ragionamento consentiranno di valutare il livello di competenza e l'autonomia di giudizio maturati dallo studente.

Le abilità di comunicazione e la capacità di apprendimento saranno valutate attraverso le interazioni dirette tra docente e studente che avranno luogo durante la fruizione del corso (videoconferenze, e-tivity report, studio di casi elaborati) proposti dal docente o dal tutor.

Criteri di misurazione dell'apprendimento e attribuzione del voto finale

Sia lo svolgimento dell'elaborato, sia la presenza attiva durante le web conference prevedono un giudizio, da parte del docente, fino a un massimo di 2 punti. Lo studente può prendere parte ad entrambe le attività, fermo restando che la votazione massima raggiungibile è sempre di 2 punti.

La valutazione dell'elaborato può essere sufficiente (1 punto premiale) o non sufficiente (0 punti premiali).

La premialità massima per le web conference è di un punto sul voto di esame. Ogni studente può partecipare a tutte le web conference erogate. Per ciascuna di esse, il superamento del test finale di apprendimento – che richiede almeno quattro risposte corrette su cinque domande relative al tema trattato – consente di ottenere un punteggio pari a 0,5. Una volta raggiunto un punteggio totale di 1, allo studente viene riconosciuta la premialità.

È data facoltà allo studente di partecipare o meno alla didattica erogativa sincrona.

La valutazione finale ha lo scopo di misurare il raggiungimento degli obiettivi di apprendimento definiti alla base dell'insegnamento. Il giudizio riguarda l'intero percorso formativo del singolo insegnamento ed è di tipo sommativo.

Il voto finale dell'esame di profitto tiene conto del punteggio che lo studente può aver ottenuto partecipando correttamente alla didattica erogativa sincrona e deriva, quindi, dalla somma delle due valutazioni. Il voto derivante dalla didattica sincrona verrà sommato al voto della prova intermedia.

Il voto della prova finale è compreso tra 0 a 2 punti, da sommare al punteggio della prova intermedia.

Il voto minimo utile al superamento dell'esame di profitto è di diciotto trentesimi.

Ciascun esame dovrà essere composto da un numero di domande idonee a garantire la possibilità di conseguire la lode, in ottemperanza alle norme Europee sul Diploma Supplement. L'attribuzione della lode è concessa esclusivamente allo studente che ha risposto positivamente ad almeno 31 domande.

Materiale didattico utilizzato

Il materiale didattico utilizzato può riguardare:

- Videolezioni

- Dispense predisposte dal docente e/o slide del docente
- Materiali predisposti per le lezioni sincrone
- Testo di riferimento suggerito dal docente (facoltativo).

Il materiale didattico è sempre disponibile in piattaforma e consultabile dallo studente nei tempi e nelle modalità ad egli più affini.

PIANIFICAZIONE E GESTIONE DEI SISTEMI ELETTRICI	
Settore Scientifico Disciplinare	IIND-08/B
Anno di corso	II Anno
Tipologia di attività formativa	Base ☐ Caratterizzante ☐ Affine X Altre attività ☐
Numero di crediti	9 CFU
Docente	In corso di definizione
Modalità di iscrizione e di gestione dei rapporti con gli studenti	L'iscrizione ed i rapporti con gli studenti sono gestiti mediante la piattaforma informatica che permette l'iscrizione ai corsi, la fruizione delle lezioni, la partecipazione a forum e tutoraggi, il download del materiale didattico e la comunicazione con il docente. Un tutor assisterà gli studenti nello svolgimento di queste attività.

Obiettivi formativi specifici

Il corso mira a fornire allo studente competenze avanzate per l'analisi, la pianificazione e la gestione dei sistemi elettrici di potenza in contesti industriali complessi valutandone prestazioni, sicurezza e affidabilità; lo studente sarà in grado di applicare metodi di pianificazione delle reti elettriche e della generazione, considerando vincoli tecnici, economici e ambientali; gestire l'esercizio dei sistemi elettrici, inclusi il dispacciamento e il controllo dei flussi di potenza; valutare l'integrazione di fonti rinnovabili, sistemi di accumulo e carichi flessibili nei sistemi elettrici; comprendere il ruolo dei mercati elettrici liberalizzati in regime di concorrenza e degli effetti delle contingenze nell'equilibrio del mercato.

Risultati di apprendimento specifici

Conoscenza e capacità di comprensione

Lo studente acquisirà conoscenze approfondite sulle componenti dei sistemi elettrici, sui principi di funzionamento delle reti elettriche, sui sistemi di generazione convenzionali e rinnovabili, sui sistemi di trasmissione e distribuzione e sulle tecniche di monitoraggio e controllo. Sarà in grado di comprendere le dinamiche di carico, i criteri di pianificazione della capacità, le interazioni tra produzione e consumo e le normative nazionali e internazionali che regolano i sistemi elettrici. Lo studente comprenderà inoltre i concetti di qualità dell'energia, sicurezza e continuità del servizio elettrico.

Capacità di applicare conoscenza e comprensione

Al termine del corso lo studente sarà in grado di applicare le conoscenze acquisite per analizzare reti elettriche reali e simulate, calcolare flussi di potenza, valutare scenari di domanda e produzione, dimensionare componenti e sistemi di protezione e implementare strategie di gestione ottimale. Saprà utilizzare strumenti di simulazione, software per l'analisi di reti elettriche e tecniche di ottimizzazione per supportare la pianificazione e la gestione operativa. Lo studente sarà anche in grado di valutare l'impatto di interventi infrastrutturali e tecnologici sui sistemi elettrici.

Autonomia di giudizio

L'insegnamento sviluppa l'autonomia di giudizio dello studente, permettendogli di valutare criticamente le scelte progettuali e operative nei sistemi elettrici. Lo studente sarà in grado di confrontare diverse soluzioni tecnologiche, valutare i rischi associati alla gestione delle reti elettriche e formulare decisioni motivate considerando aspetti tecnici, economici e ambientali. Sarà capace di individuare opportunità di miglioramento della rete e di proporre strategie di gestione adattive in risposta a scenari dinamici.

Abilità comunicative

Lo studente acquisirà competenze comunicative per presentare analisi tecniche, report di pianificazione, risultati di simulazioni e progetti di gestione della rete elettrica. Sarà in grado di redigere documentazione tecnica chiara e strutturata, illustrare decisioni progettuali e operative e comunicare efficacemente con interlocutori con competenze diverse, quali ingegneri, operatori di rete, gestori e stakeholder istituzionali.

Capacità di apprendimento

L'insegnamento favorisce la capacità di apprendimento autonomo, consentendo allo studente di aggiornarsi su nuove tecnologie di generazione, sistemi di gestione, strumenti di simulazione e normative in continua evoluzione. Lo studente sarà in grado di affrontare tematiche avanzate e innovative nella pianificazione e gestione dei sistemi elettrici, adattando le proprie competenze a contesti professionali, industriali e di ricerca in continuo cambiamento.

Programma didattico

1. Introduzione ai sistemi elettrici
2. Ruolo dell'energia elettrica nelle infrastrutture moderne
3. Fondamenti di elettrotecnica applicata ai sistemi elettrici
4. Componenti dei sistemi elettrici: generatori e trasformatori
5. Sistemi di trasmissione ad alta tensione
6. Sistemi di distribuzione elettrica
7. Linee elettriche e impedenze
8. Carichi elettrici e profili di consumo
9. Qualità dell'energia e parametri elettrici
10. Protezione dei sistemi elettrici
11. Sicurezza elettrica e norme tecniche
12. Reti elettriche convenzionali
13. Generazione elettrica da fonti fossili
14. Generazione elettrica da fonti rinnovabili
15. Integrazione delle energie rinnovabili nelle reti
16. Sistemi di accumulo energetico
17. Smart grid e digitalizzazione della rete
18. Misura e monitoraggio dei sistemi elettrici
19. Analisi dei flussi di potenza
20. Calcolo delle perdite e rendimento dei sistemi
21. Dimensionamento delle linee e dei trasformatori
22. Pianificazione della capacità di generazione
23. Pianificazione della trasmissione e distribuzione
24. Strategie di gestione della domanda
25. Gestione delle emergenze e resilienza della rete
26. Regolamentazione e normativa dei sistemi elettrici
27. Mercati elettrici e modelli di gestione
28. Pianificazione strategica dei sistemi elettrici
29. Ottimizzazione dei flussi energetici
30. Simulazione dei sistemi elettrici
31. Modelli di carico e previsione della domanda
32. Gestione della rete in condizioni dinamiche
33. Controllo e automazione dei sistemi elettrici
34. Integrazione dei sistemi distribuiti
35. Bilanci energetici e sostenibilità ambientale
36. Analisi economica degli interventi sulla rete
37. Pianificazione di reti elettriche intelligenti
38. Energy management e monitoraggio dei consumi
39. Sistemi di protezione avanzati
40. Reti elettriche in contesti industriali
41. Reti elettriche in contesti urbani
42. Interconnessione di reti elettriche
43. Tecniche di compensazione della potenza reattiva
44. Gestione dei guasti e manutenzione preventiva
45. Affidabilità e disponibilità dei sistemi elettrici
46. Diagnostica e predittiva dei sistemi elettrici
47. Strategie di resilienza per le reti critiche

- | | |
|--|--|
| 48. Energie rinnovabili e smart grid | 52. Sviluppo di un piano di gestione completo |
| 49. Simulazione di scenari energetici futuri | 53. Presentazione dei progetti e discussione dei risultati |
| 50. Studio di casi reali di pianificazione elettrica | 54. Revisione finale e sintesi del corso |
| 51. Analisi di progetti di espansione della rete | |

Tipologie di attività didattiche previste e relative modalità di svolgimento

Ogni Macro-argomento è articolato in 15-17 videolezioni da 30 min. corredate da dispense, slide e test di apprendimento.

Per ogni insegnamento sono previste sino a 6 videolezioni (n.1 CFU) di didattica innovativa secondo modalità definite dal docente di riferimento.

Le videolezioni sono progettate in modo da fornire allo studente conoscenze teoriche e competenze applicative per la progettazione, l'analisi e la gestione dei sistemi elettrici di generazione, trasmissione, distribuzione e consumo. Il corso mira a sviluppare la capacità di pianificare il funzionamento dei sistemi elettrici in termini di affidabilità, efficienza, sostenibilità e sicurezza, tenendo conto delle normative, dei vincoli tecnici e delle esigenze del mercato. Al termine del percorso formativo, lo studente sarà in grado di analizzare e ottimizzare sistemi elettrici complessi, supportare decisioni operative e strategiche e proporre interventi di miglioramento della rete elettrica.

Il modello didattico adottato prevede l'erogazione online sia della didattica erogativa asincrona sia della didattica sincrona. Per le attività di autoapprendimento sono previste n.18 ore di studio individuale per ogni CFU.

Le dispense e i test di autovalutazione predisposti dai docenti titolari dell'insegnamento sono resi disponibili sulla piattaforma. L'Ateneo prevede di norma, per ogni CFU, un totale di almeno 7 ore di didattica. La didattica erogativa è perciò effettuata per l'80% in modalità asincrona, articolata in un numero di videolezioni coerente ai CFU complessivi del singolo insegnamento, corredate da materiale didattico adeguato allo studio individuale e, per almeno il 20%, in modalità sincrona.

Le attività didattiche si distinguono in:

- Didattica erogativa asincrona che prevede per ogni ora una videolezione registrata, una dispensa corredata da riferimenti bibliografici, note, tabelle, immagini, grafici ed un questionario di dieci domande di autovalutazione con quattro possibili risposte di cui solo una corretta e tre distrattori, oltre un file di riepilogo relativo agli obiettivi ed alla struttura in paragrafi della lezione.
- Didattica erogativa sincrona che si compone di una web conference per CFU e di un elaborato per insegnamento, differenziato in termini di difficoltà rispetto all'ampiezza dei CFU assegnati. L'obiettivo della didattica erogativa in modalità sincrona è assicurare tutte quelle attività che tipicamente richiedono apprendimenti "in situazione" o rapporto "face to face", quali laboratori, seminari, esperienze sul campo, tirocini, ecc., tenendo conto anche delle metodologie a carattere innovativo e volte a favorire l'interazione docente-studenti e tra studenti.

Nelle suddette attività convergono molteplici strumenti didattici, che agiscono in modo sinergico sul percorso di formazione ed apprendimento dello studente. La partecipazione attiva alle suddette attività ha come obiettivo quello di stimolare gli studenti lungo tutto il percorso didattico e garantisce loro la possibilità di ottenere una valutazione aggiuntiva che si sommerà alla valutazione dell'esame finale.

Sono altresì escluse le ore di tutorato didattico disciplinare, cioè la mera ripetizione di contenuti già proposti nella forma erogativa attraverso colloqui di recupero o approfondimento one-to-one.

Modalità e criteri di valutazione dell'apprendimento

La modalità e criteri di valutazione dell'apprendimento dovranno tener conto di quanto segue:

- i risultati delle prove intermedie (le prove intermedie consistono nello svolgimento di un test a risposta multipla con 30 domande; per ogni domanda lo studente deve scegliere una delle 4 possibili risposte, di cui solo una è corretta);
- la qualità della partecipazione alle attività on line (frequenza e qualità degli interventi monitorabili attraverso la piattaforma, elaborati, didattica sincrona);
- i risultati della prova finale in presenza (in forma orale).

Sia i quesiti in forma orale che i quesiti in forma scritta sono formulati per valutare il grado di comprensione delle nozioni teoriche e la capacità di sviluppare il ragionamento utilizzando le nozioni acquisite. I quesiti che richiedono l'elaborazione di un ragionamento consentiranno di valutare il livello di competenza e l'autonomia di giudizio maturati dallo studente.

Le abilità di comunicazione e la capacità di apprendimento saranno valutate attraverso le interazioni dirette tra docente e studente che avranno luogo durante la fruizione del corso (videoconferenze, e-tivity report, studio di casi elaborati) proposti dal docente o dal tutor.

Criteri di misurazione dell'apprendimento e attribuzione del voto finale

Sia lo svolgimento dell'elaborato, sia la presenza attiva durante le web conference prevedono un giudizio, da parte del docente, fino a un massimo di 2 punti. Lo studente può prendere parte ad entrambe le attività, fermo restando che la votazione massima raggiungibile è sempre di 2 punti.

La valutazione dell'elaborato può essere sufficiente (1 punto premiale) o non sufficiente (0 punti premiali).

La premialità massima per le web conference è di un punto sul voto di esame. Ogni studente può partecipare a tutte le web conference erogate. Per ciascuna di esse, il superamento del test finale di apprendimento – che richiede almeno quattro risposte corrette su cinque domande relative al tema trattato – consente di ottenere un punteggio pari a 0,5. Una volta raggiunto un punteggio totale di 1, allo studente viene riconosciuta la premialità.

È data facoltà allo studente di partecipare o meno alla didattica erogativa sincrona.

La valutazione finale ha lo scopo di misurare il raggiungimento degli obiettivi di apprendimento definiti alla base dell'insegnamento. Il giudizio riguarda l'intero percorso formativo del singolo insegnamento ed è di tipo sommativo.

Il voto finale dell'esame di profitto tiene conto del punteggio che lo studente può aver ottenuto partecipando correttamente alla didattica erogativa sincrona e deriva, quindi, dalla somma delle due valutazioni. Il voto derivante dalla didattica sincrona verrà sommato al voto della prova intermedia.

Il voto della prova finale è compreso tra 0 a 2 punti, da sommare al punteggio della prova intermedia.

Il voto minimo utile al superamento dell'esame di profitto è di diciotto trentesimi.

Ciascun esame dovrà essere composto da un numero di domande idonee a garantire la possibilità di conseguire la lode, in ottemperanza alle norme Europee sul Diploma Supplement. L'attribuzione della lode è concessa esclusivamente allo studente che ha risposto positivamente ad almeno 31 domande.

Materiale didattico utilizzato

Il materiale didattico utilizzato può riguardare:

- Videolezioni

- Dispense predisposte dal docente e/o slide del docente
- Materiali predisposti per le lezioni sincrone
- Testo di riferimento suggerito dal docente (facoltativo).

Il materiale didattico è sempre disponibile in piattaforma e consultabile dallo studente nei tempi e nelle modalità ad egli più affini.