

Università	Università degli Studi di TRENTO
Classe	LM-33 - Ingegneria meccanica
Nome del corso in italiano	Ingegneria Meccatronica <i>modifica di: Ingegneria Meccatronica (1410652)</i>
Nome del corso in inglese	Mechatronics Engineering
Lingua in cui si tiene il corso	inglese
Codice interno all'ateneo del corso	0530H
Data di approvazione della struttura didattica	16/10/2024
Data di approvazione del senato accademico/consiglio di amministrazione	27/11/2024
Data della consultazione con le organizzazioni rappresentative a livello locale della produzione, servizi, professioni	23/01/2019 - 15/01/2009
Data del parere favorevole del Comitato regionale di Coordinamento	27/01/2009
Modalità di svolgimento	a. Corso di studio convenzionale
Eventuale indirizzo internet del corso di laurea	https://offertaformativa.unitn.it/it/lm/mechatronics-engineering
Dipartimento di riferimento ai fini amministrativi	Ingegneria Industriale
EX facoltà di riferimento ai fini amministrativi	
Massimo numero di crediti riconoscibili	24 - max 24 CFU, da DM 931 del 4 luglio 2024

Obiettivi formativi qualificanti della classe: LM-33 Ingegneria meccanica

OBIETTIVI FORMATIVI QUALIFICANTI

a) Obiettivi culturali della classe

I corsi della classe hanno l'obiettivo di formare laureate e laureati specialisti capaci di ideare, pianificare, modellare, progettare, produrre, e gestire prodotti, processi, impianti, apparecchiature, componenti, sistemi, e servizi per gli ambiti di interesse dell'ingegneria meccanica. In particolare, le laureate e i laureati magistrali nei corsi della classe devono:- conoscere aspetti teorico-applicativi della matematica e delle altre scienze di base, conoscere approfonditamente gli aspetti teorico-scientifici dell'ingegneria, sia quelli generali sia, in modo specifico, le tematiche dell'ingegneria meccanica, ed essere in grado di usare tali conoscenze per identificare, formulare e risolvere problemi anche complessi che richiedono un approccio interdisciplinare;- avere la capacità critica di scegliere le migliori alternative tecnologiche, gli strumenti e i metodi per ideare, modellare, progettare, produrre e gestire macchine, prodotti, processi, impianti, apparecchiature, componenti, sistemi e servizi;- essere capaci di pianificare, progettare, gestire strumenti e sistemi di misura e condurre e interpretare esperimenti, anche di elevata complessità su: macchine, componenti e sistemi meccanici;- essere in grado di ideare, realizzare e usare modelli fisici, matematici e numerici per la modellazione, la progettazione e la simulazione del comportamento di materiali, componenti, dispositivi, macchine, processi e sistemi anche complessi;- essere capaci di contribuire all'innovazione di metodi, prodotti, processi, servizi e al trasferimento tecnologico;- avere conoscenze nel campo dell'organizzazione aziendale e dell'etica professionale.

b) Contenuti disciplinari indispensabili per tutti i corsi della classe

Le attività formative caratterizzanti dei corsi della classe prevedono l'acquisizione di conoscenze approfondite su: funzionamento, progettazione, simulazione, disegno, modellazione, prototipazione, costruzione, ingegnerizzazione dei processi e delle metodologie di lavorazione, gestione, sperimentazione e collaudo di componenti, processi, macchine, impianti e sistemi industriali.

c) Competenze trasversali non disciplinari indispensabili per tutti i corsi della classe

Le laureate e i laureati magistrali nei corsi della classe devono:- saper comunicare efficacemente, in forma scritta e orale, con particolare riferimento al lessico proprio delle discipline scientifiche e ingegneristiche;- avere capacità relazionali e decisionali ed essere in grado di operare in gruppi di lavoro;- essere in grado di interagire con gruppi di lavoro interdisciplinari mediante la conoscenza dei diversi linguaggi tecnico-scientifici e dei metodi della comunicazione;- essere in grado di operare in contesti aziendali e professionali;- essere in grado di prevedere e gestire le implicazioni delle proprie attività in termini di sostenibilità ambientale;- essere in grado di promuovere e gestire la digitalizzazione dei processi, sia nell'ambito industriale sia in quello dei servizi.

d) Possibili sbocchi occupazionali e professionali dei corsi della classe

I principali sbocchi occupazionali per le laureate e i laureati della classe sono quelli dell'innovazione e dello sviluppo, della produzione, della progettazione avanzata, della pianificazione e della programmazione, della gestione di sistemi complessi, nelle imprese manifatturiere e di servizi, nelle amministrazioni pubbliche, e nella libera professione. Gli ambiti occupazionali tipici comprendono: industrie meccaniche ed elettromeccaniche, aziende ed enti operanti nel settore dell'energia, imprese impiantistiche, industrie per l'automazione e la robotica, imprese manifatturiere in genere, imprese operanti nel settore dei veicoli terrestri, marini, aeronautici, spaziali, nelle imprese dei trasporti e della logistica e nelle industrie di processo e di servizi.

e) Livello di conoscenza di lingue straniere in uscita dai corsi della classe

Oltre l'italiano, le laureate e i laureati nei corsi della classe devono essere in grado di utilizzare fluentemente almeno una lingua straniera, in forma scritta e orale, con riferimento anche ai lessici disciplinari.

f) Conoscenze e competenze richieste per l'accesso a tutti i corsi della classe

L'ammissione ai corsi della classe richiede il possesso di un'adeguata padronanza di metodi e contenuti scientifici generali nelle discipline di base e dell'ingegneria propedeutiche a quelle caratterizzanti della presente classe.

g) Caratteristiche della prova finale per tutti i corsi della classe

I corsi della classe devono prevedere una prova finale che comprenda la discussione di una tesi, redatta a valle di una importante attività di progettazione o di ricerca, che dimostri la padronanza degli argomenti sul piano teorico e applicativo, la capacità di operare in modo autonomo e capacità di comunicazione.

h) Attività pratiche e/o laboratoriali previste per tutti i corsi della classe

Le conoscenze sono trasmesse anche tramite esercitazioni pratiche e di laboratorio al fine di avvicinare lo studente alla dimensione progettuale e ai contesti applicativi dell'ingegneria meccanica.

i) Tirocini previsti per tutti i corsi della classe

I corsi della classe possono prevedere tirocini formativi, in Italia o all'estero, presso enti o istituti di ricerca, università, laboratori, aziende e/o amministrazioni pubbliche, anche nel quadro di accordi internazionali.

Sintesi della relazione tecnica del nucleo di valutazione

Alla luce dei pareri espressi sugli aspetti di sua pertinenza, il NdV ritiene di poter formulare una valutazione complessiva di segno positivo sulla progettazione del corso di laurea magistrale in Ingegneria meccatronica e sulla sua adeguatezza rispetto alle strutture e alle risorse di docenza disponibili presso la Facoltà di Ingegneria. Il NdV ritiene altresì che il corso di cui si è analizzato il progetto possa contribuire alla razionalizzazione e alla qualificazione dell'offerta formativa dell'Università degli Studi di Trento.

Sintesi della consultazione con le organizzazioni rappresentative a livello locale della produzione, servizi, professioni

Le opportunità di confronto con organizzazioni rappresentative dell'interesse per il CdS, successive alla stesura dell'ordinamento, sono state molteplici. La

Giornata di Dipartimento organizzata il 23 gennaio 2019 si è focalizzata sulla didattica, coinvolgendo rappresentanti (il presidente della Sezione Servizi Innovativi e Tecnologici Confindustria, il Vicepresidente Sezione Meccanica, Meccatronica e Impianti Confindustria, il presidente di un'impresa territoriale, il direttore tecnico di un'impresa territoriale, il manager tecnico di un'impresa territoriale, alcuni ingegneri laureati del Dipartimento) della realtà imprenditoriale locale nell'elaborare un quadro condiviso di punti di forza e debolezza dell'offerta didattica in relazione al contesto in continua evoluzione. Dalla discussione è emersa la centralità dell'ingegnere come figura chiave dello sviluppo economico e come protagonista dell'evoluzione dell'industria moderna (Industry 4.0), nonché una richiesta di aumentare l'attrattività del CdS ed il numero di laureati/e magistrali immessi nel mondo del lavoro. Le imprese richiedono sempre di più laureati/e magistrali in ingegneria che siano in grado di affrontare problemi difficilmente riconducibili agli schemi tradizionali, quindi capaci di integrare conoscenze e, se necessario, aggiornarle autonomamente. Risulta centrale, in questa riflessione, la capacità del CdS di adeguare i contenuti formativi ad una evoluzione delle competenze sempre più veloce ed interdisciplinare (ambito elettrico/elettronico ed informatico), stimolando la partecipazione attiva degli/le studenti e valorizzando l'impostazione progettuale della trasmissione del sapere.

Il Dipartimento si avvale di un Advisory Board presieduto da un docente dell'University of California Berkeley e composto dal Direttore della Direzione Operativa di Trentino Sviluppo, dalla coordinatrice del Servizio Formazione Education di Confindustria Trento, dal Vicepresidente Sezione Meccanica, Meccatronica e Impianti Confindustria Trento, dall'Account Manager & Technical Training Specialist di Bosch Italia, dall'Executive Vice President R&D del Gruppo Danieli.

L'incontro con l'Advisory Board del Dipartimento (3 luglio 2019) ha confermato le linee generali già emerse nella giornata di Dipartimento. Lo strumento indicato per aumentare i/le laureati/e magistrali incrementando l'attrattività nazionale ed internazionale è duplice: da un lato si suggerisce di puntare su contenuti interdisciplinari ed innovativi, conformi ai trend di sviluppo delle imprese più avanzate, dall'altro si consiglia di potenziare la visibilità delle proposte formative, delle collaborazioni con le industrie e delle prospettive di carriera dei/le neo-laureati/e magistrali.

Il Consiglio Nazionale degli Ingegneri, mediante la relazione congressuale del Presidente datata 18 settembre 2019, indica nella classe industriale ed in particolare nella specifica classe del CdS (LM-33) quella di maggiore attrattività per gli/le studenti e caratterizzata inoltre da un costante trend di crescita negli ultimi anni (www.fondazioneeni.it). Tale performance corrisponde ad un'altrettanto forte richiesta di figure professionali dotate di questa formazione da parte della realtà industriale nazionale.

L'iniziativa del Career Fair (Autumn Career Fair 27 novembre 2019 e Career Fair 27 maggio 2020 - online) costituisce ormai da diversi anni un interessante momento di confronto con importanti aziende nazionali (ed anche multi-nazionali) non solo per gli/le studenti, ma anche per il Dipartimento. Le presentazioni aziendali, i colloqui e le posizioni lavorative aperte (talvolta espressamente per gli/le studenti dello specifico CdS) hanno permesso di identificare i profili professionali più richiesti e le competenze chiave ricercate nei/le neo-laureati/e magistrali. Le aziende ospiti operanti in ambito meccatronico hanno espresso tramite i/le responsabili delle Risorse Umane un forte interesse per l'impostazione interdisciplinare del CdS, orientata alla visione di sistema, nonché nella capacità di combinare le diverse competenze necessarie per risolvere problemi che si manifestano frequentemente nella professione ingegneristica.

Un'altra importante occasione di interazione con la realtà industriale è stata fornita dall'organizzazione del Master di secondo livello in Autonomous Driving and enabling technologies (ADBoT), realizzato in stretta collaborazione con FBK, FCA-CRF, Università di Modena e Reggio Emilia. La progettazione e lo sviluppo di sistemi intelligenti per i veicoli connessi ed autonomi costituisce un ambito ritenuto strategico per la moderna ingegneria meccatronica, basato su una forte sinergia tra discipline quali la meccanica, informatica, elettronica, robotica, automazione ed intelligenza artificiale. Il Master ha riscosso notevole interesse ed attenzione da parte di studenti oltre che da parte delle aziende legate al settore automotive. I frequenti contatti tra il Coordinatore del Master ADBoT e l'head of InfoTelematic Systems unit - CRF, il co-funder di Antemotion, il CEO di Danisi Engineering, l'Innovation Manager di Sensors and Controls della CNH Industrial, il project chief degli ADAS components di Altran Engineering, il R&D engineer di System Logistics, il Senior Control Engineer di Dana Mechatronics, il research engineer di Siemens PLM Software hanno permesso di mettere a punto un Master con un percorso formativo innovativo ed originale nel panorama nazionale ed internazionale. Il progetto è stato illustrato e discusso ufficialmente con le aziende coinvolte in occasione della presentazione fatta dal coordinatore il 03/10/2019.

La consultazione con le organizzazioni rappresentative della produzione, dei servizi e delle professioni è avvenuta in un incontro con i rappresentanti dell'Ordine degli Ingegneri della provincia di Trento, dell'Associazione Industriali di Trento, dell'agenzia della Provincia Autonoma di Trento Trentino Sviluppo ed esponenti del mondo industriale. Nel corso dell'incontro il Preside ha illustrato le ragioni della riforma e come questa sia stata applicata ai nuovi ordinamenti dei corsi di studio di laurea magistrale delle classi LM-22, LM-33 e LM-27. Sono stati presentati gli obiettivi formativi specifici dei corsi di studio, la struttura e i contenuti dei nuovi percorsi formativi che non si discostano da quanto proposto con successo nei precedenti corsi di laurea specialistica, ma prevedono una razionalizzazione nel numero di attività didattiche. Sono state inoltre illustrate le modalità di accesso ai corsi di studio. La proposta formativa illustrata ha ottenuto un ampio consenso ed è stata ribadita la necessità da parte del mercato del lavoro locale di figure specialistiche in queste aree. Tutte le parti concordano nel considerare le modalità di accesso uno strumento utile anche come orientamento nella scelta tra il proseguimento degli studi o l'immissione nel mercato del lavoro dopo la laurea triennale. Tutte le parti presenti si sono dichiarate disponibili ad un'interazione maggiore con l'Università, anche per una più incisiva azione di orientamento degli/le studenti in fase di ingresso alla carriera universitaria.

Obiettivi formativi specifici del corso e descrizione del percorso formativo

L'obiettivo formativo generale del CdS è quello di promuovere una cultura dell'innovazione, in tutti gli aspetti dell'attività professionale dell'ingegnere meccatronico. Gli obiettivi della classe LM33 costituiscono i riferimenti di alto livello che, nel presente CdS, sono strumentali a fornire la capacità di innovazione nell'ideazione, pianificazione, progettazione e gestione di sistemi, processi e servizi. Le scienze di base in primis sono interpretate come discipline finalizzate alla descrizione funzionale del sistema meccatronico, inteso come insieme di sottosistemi che interagiscono a più livelli (meccanico, elettronico, informatico) e che integrano sempre di più capacità cognitive e di interconnessione. La formazione punta quindi a sviluppare capacità trasversali che permettano allo/a studente di organizzare i necessari collegamenti tra discipline, comprendendo la finalizzazione sperimentale (mediante laboratori fisici e/o simulazioni) del processo di apprendimento.

L'organizzazione del percorso formativo si basa su un primo anno finalizzato a fornire agli/le studenti gli strumenti teorici fondamentali dell'analisi numerica e della meccatronica (meccanica, automatica, segnali e misure), consolidando la capacità di comprendere, formalizzare, modellare, simulare e controllare un sistema meccanico intelligente. Il secondo anno porta a completamento la formazione focalizzandosi su approfondimenti specifici di meccanica avanzata, dinamica, sistemi distribuiti, robotica, applicazioni innovative di controllo e sistemi di trasporto intelligente, organizzati secondo i curricula del CdS.

Dall'obiettivo generale derivano gli obiettivi formativi dei diversi curricula del CdS, che sono finalizzati a dotare gli/le studenti di strumenti e metodi per svolgere con profitto la professione del moderno ingegnere meccatronico. I curricula mettono a fuoco contesti applicativi di diversi ambiti, ritenuti strategici e conformi all'identità del progetto formativo. Tra queste declinazioni del progetto formativo, si evidenziano la meccanica innovativa (ed i relativi strumenti di progettazione, verifica e controllo), la robotica (dalle tecnologie abilitanti, alle applicazioni industriali e sviluppi innovativi), i veicoli intelligenti (dalla guida autonoma ad i sistemi di trasporto avanzato), i sistemi autonomi (integrati da aspetti di innovazione imprenditoriale).

I profili professionali del CdS declinano il profilo generale dell'ingegnere di sistema nella specificità dell'ambito meccatronico moderno. Gli sviluppi più recenti della realtà industriale avanzata, identificati nei trend di Industry 4.0, richiedono sempre di più profili professionali in grado di integrare competenze provenienti da ambiti tradizionalmente diversi. I profili di riferimento si ispirano a figure interdisciplinari fondamentali per svolgere con successo numerose attività professionali sia in aziende manifatturiere o di servizi, sia in amministrazioni pubbliche e in enti di ricerca, sia nella libera professione o in ambito imprenditoriale. La figura di ingegnere meccatronico alla base della progettazione del CdS è nata con l'idea di integrare le discipline riconducibili alla meccanica ed elettronica-automatica elevando la prospettiva di studio all'intero sistema piuttosto che ai suoi componenti. L'obiettivo formativo generale del CdS rimane quello di promuovere una cultura dell'innovazione, in tutti gli aspetti dell'attività professionale.

I/le laureati/e magistrali in Mechatronics Engineering hanno padronanza dei principali metodi di riferimento per la progettazione, sviluppo, produzione e gestione dei moderni Cyber Physical Systems e sanno applicarli in modo appropriato affrontando la loro intrinseca interdisciplinarietà, utilizzando strumenti teorici e competenze applicative adeguate. Sanno applicare questi metodi ai vari sottosistemi funzionali, definendo le interfacce e mantenendone la visione di insieme, opportunamente descritta da requisiti ingegneristici. Sanno avvalersi dei moderni metodi di aggiornamento della conoscenza e comprenderne l'impatto sulle tecnologie esistenti, oltre a disporre di strumenti innovativi in grado di aumentarne la competitività. Sanno convertire i trend

di sviluppo di avanzamento tecnologico e scientifico in progetti di innovazione e/o nella concezione di nuovi prodotti e processi. Hanno le competenze necessarie per applicare le tecnologie dell'Intelligenza Artificiale ai moderni prodotti meccatronici, con particolare attenzione ai veicoli intelligenti.

Descrizione sintetica delle attività affini e integrative

Le attività affini ed integrative offrono allo/a studente/studentessa contenuti che mirano a consolidare sia conoscenze propedeutiche di ambito matematico-numerico che competenze relative all'ingegneria dell'informazione. L'identità formativa del CdS, infatti, punta a promuovere l'innovazione mediante un approccio interdisciplinare, che risponde alla complessità dei moderni sistemi meccatronici, caratterizzati da una dimensione multi-fisica e allo stesso tempo da capacità cognitive e di autonomia funzionale. Gli ambiti culturali di riferimento considerati funzionali a questi obiettivi formativi sono prevalentemente quelli dell'automatica, dell'elettronica e delle misure elettriche. In questo contesto si ritiene che le attività affini ed integrative apportino un importante contributo formativo, offrendo allo/a studente/studentessa strumenti per lo sviluppo di una visione di insieme del sistema meccatronico e per la comprensione di funzionalità sempre più strategiche nel contesto industriale contemporaneo.

Risultati di apprendimento attesi, espressi tramite i Descrittori europei del titolo di studio (DM 16/03/2007, art. 3, comma 7).

Conoscenza e capacità di comprensione (knowledge and understanding)

Il/la laureato/a magistrale in Mechatronics Engineering ha conoscenze approfondite nell'ambito dell'ingegneria meccanica, integrate da conoscenze complementari nell'ambito dell'ingegneria dell'informazione, funzionali ad una completa comprensione del sistema meccatronico moderno. Il/la laureato/a magistrale ha appreso gli strumenti intellettuali per comprendere come il sistema meccanico acquisisce funzioni, prestazioni e flessibilità quando è quando è integrato dalle crescenti potenzialità sviluppate dalle moderne tecnologie dell'ingegneria dell'informazione. Ha sviluppato la capacità di individuare gli elementi chiave del sistema meccatronico, correlarli alle funzioni che deve svolgere e convertirli in requisiti, che sintetizzano i risultati dello studio. Ha la capacità di contestualizzare il sistema meccatronico nel suo ciclo di vita grazie alla visione di insieme ed alla conoscenza delle problematiche relative alle funzioni e alle prestazioni dei sottosistemi. Ha conoscenze relative alle problematiche di innovazione industriale e alle tecnologie più avanzate per la realizzazione di sistemi meccatronici innovativi. Queste abilità sono acquisite principalmente nell'ambito degli insegnamenti sia delle discipline caratterizzanti, tra cui la meccanica applicata, le misure meccaniche e la progettazione meccanica, che affini/integrative (tra cui l'automatica, l'elettronica e le misure elettroniche), nonché nello svolgimento del progetto di tesi. Ulteriori occasioni di apprendimento di conoscenza e capacità di comprensione potranno essere seminari e tirocini svolti nel percorso formativo. Le modalità di verifica si basano sugli esami di profitto, integrati da progetti e relazioni di laboratorio e/o di visite di studio.

Capacità di applicare conoscenza e comprensione (applying knowledge and understanding)

Il/la laureato/a magistrale avrà sviluppato la capacità di applicare le conoscenze e la comprensione dei contenuti mediante un approccio progettuale. Il sistema meccatronico moderno è pensato come il risultato di un processo in cui lo sviluppo, la produzione e l'innovazione sono pianificati fin dalla sua concezione, ottimizzandone in questo modo l'intero ciclo di vita. Il percorso formativo punta a rendere il/la laureato/a magistrale in grado di contribuire autonomamente a ciascuna delle fasi del ciclo di vita del prodotto (dal disegno concettuale alla progettazione, alla produzione, al supporto del prodotto fino alla sua dismissione). Ha la capacità di convertire le funzioni e le prestazioni del sistema meccatronico in requisiti ingegneristici di alto livello da cui derivare le specifiche del progetto, assegnate ai vari sottosistemi mediante opportuna definizione delle interfacce. Ha la consapevolezza delle potenzialità più innovative del sistema e la capacità di prendere delle decisioni sulla base di informazioni oggettive e quantitative.

Il/la laureato/a magistrale è in grado di applicare la conoscenza delle modalità di organizzazione di un progetto, del coordinamento di diverse attività svolte dai partner di progetto, dell'importanza del lavoro in team, della produzione di un'adeguata documentazione e delle modalità di comunicazione dei risultati ottenuti. Sa quindi contestualizzare il proprio contributo nell'ambito dell'intero progetto ed ha la possibilità di comprenderlo e gestirlo nella sua completezza.

Nel percorso formativo riveste particolare importanza l'applicazione delle conoscenze acquisite ai casi di studio, in cui diversi sottosistemi interagiscono a più livelli coinvolgendo differenti discipline nella comprensione analitica, sintetica e nella progettazione. Le esercitazioni in classe ed in laboratorio contribuiscono a proporre applicazioni ingegneristiche e a stimolare lo studente a riconoscere gli aspetti applicativi e le ricadute tecnologiche dei concetti propri delle varie discipline.

Alcuni insegnamenti di discipline caratterizzanti (tra cui quelli riferiti alla meccanica applicata, le misure meccaniche e la progettazione meccanica) permettono di approfondire le applicazioni ingegneristiche della meccanica secondo i trend di evoluzione più innovativi ai quali si orienta il presente CdS, in conformità alle linee di sviluppo individuate nell'ambito di Industry4.0. In maniera complementare, le attività affini/integrative (come l'automatica, l'elettronica e le misure elettroniche) sono declinate in modo da integrare le competenze ingegneristiche e permettere una completa comprensione della moderna applicazione meccatronica.

L'approccio didattico multidisciplinare permette di includere anche attività di elaborazione originale e integrazione dei concetti acquisiti in progetti e/o altre attività nelle quali è richiesto alla persona in formazione di giungere a una sintesi. I risultati e gli elaborati prodotti in tali attività sono lo strumento per verificare la capacità di applicare le conoscenze. Contribuisce alla verifica di queste abilità anche il lavoro di tesi.

Autonomia di giudizio (making judgements)

Il/la laureato/a magistrale, nella progressione del percorso formativo, ha sviluppato la capacità di affrontare le problematiche inerenti alla progettazione e lo sviluppo del sistema meccatronico (inteso come prodotto e/o processo) con senso critico e con cognizione della molteplicità di soluzioni che concorrono alla sua realizzazione. Ha appreso un metodo scientifico per la formulazione e soluzione autonoma di problemi ingegneristici, declinato nelle diverse discipline e sperimentato in vari casi di studio proposti nel corso della didattica frontale e laboratoriale. Ha la consapevolezza e la capacità di prendere decisioni relative ai diversi aspetti dell'ingegnerizzazione di un sistema meccatronico moderno.

Sa identificare le criticità del progetto ed ha gli strumenti per valutarne in maniera oggettiva i rischi e le opportunità correlate. Ha la capacità di valutare la progressione del progetto ed il grado di raggiungimento delle specifiche ingegneristiche, considerando le possibili alternative alle criticità eventualmente emerse.

In generale, l'approccio ad un sistema complesso, affrontato in senso interdisciplinare, richiede la formulazione di ipotesi, la capacità di analisi del sistema, di sintesi dei risultati e di giudizio critico. Le modalità e gli strumenti didattici per il conseguimento e la verifica dell'autonomia di giudizio sono principalmente le attività di sintesi nell'ambito di lavori progettuali e/o laboratoriali, in cui si richiede allo studente di valutare autonomamente diverse soluzioni e formulare delle proposte motivando le scelte ingegneristiche effettuate.

La tesi ha un ruolo fondamentale nello sviluppare capacità di giudizio autonomo e, conseguentemente, di stimolare l'iniziativa del/la laureando/a nell'affrontare una problematica ingegneristica.

Abilità comunicative (communication skills)

Il/la laureato/a magistrale conosce il linguaggio tecnico utilizzato nell'ambito della professione ingegneristica, in particolare ha la padronanza della lingua inglese come strumento di comunicazione per il proprio lavoro. Sa comunicare con altre figure professionali, esponendo in maniera chiara e corretta i concetti tecnici, il risultato del lavoro svolto e l'organizzazione del progetto in cui si colloca il proprio team. Sa comprendere le richieste di informazioni da parte dei partner di progetto e rispondere sia mediante esposizione orale che tramite un'adeguata documentazione scritta, rivolgendosi anche a figure professionali di formazione diversa.

Le abilità comunicative sono verificate nell'arco di tutto il percorso formativo. Lo svolgimento degli esami di profitto richiede di affrontare problemi specifici dei vari insegnamenti, sostenendo una discussione orale e/o mediante un elaborato scritto. Allo/a studente è richiesto di rispondere sia in forma di calcolo che di dissertazione, dimostrando proprietà di comunicazione corretta, comprensibile ed efficace. La realizzazione, documentazione ed esposizione dei risultati di prove progettuali costituisce un'occasione per verificare le abilità comunicative sviluppate dallo/a studente. La tesi finale, che include sia un elaborato scritto che una presentazione e discussione orale, si propone come momento particolarmente significativo di verifica del livello di abilità comunicative raggiunto dallo/a studente.

Capacità di apprendimento (learning skills)

L'architettura del corso di studi si basa sull'approccio dell'ingegneria di sistema, focalizzata sui moderni sistemi meccatronici che integrano capacità cognitive e di connessione/interazione (Cyber Physical Systems). Gli obiettivi formativi del CdS creano una figura professionale interdisciplinare, che concepisce l'oggetto della progettazione (prodotto o processo) come un insieme di funzioni che interagiscono, in un ambiente complesso. Il/la laureato/a magistrale quindi ha la consapevolezza che l'evoluzione della conoscenza in tutti gli ambiti coinvolti dal sistema in oggetto è un elemento chiave per garantirne l'innovatività e la competitività. Il/la laureato/a magistrale ha la capacità di tenersi aggiornato/a sullo stato dell'arte della conoscenza e/o produrre nuova conoscenza, sapendo individuare aree critiche e/o di potenziale sviluppo. Il metodo scientifico e le competenze acquisite quindi costituiscono uno strumento culturale che il/a laureato/a magistrale sa integrare e sviluppare per formulare delle soluzioni originali a problematiche sempre più evolute e complesse. È in grado di aggiornare il proprio livello di conoscenza ed utilizzarlo come strumento chiave per promuovere la motivazione, l'innovazione e la competitività dell'impresa. Lo/a studente magistrale sperimenta l'opportunità di apprendere autonomamente nell'ambito dello studio individuale, rispondendo a stimoli, suggerimenti ed interazioni con i/le docenti dei corsi. Le attività progettuali e laboratoriali offrono un'importante occasione di esercizio e verifica delle capacità di apprendimento. Il/la laureato/a magistrale ha la padronanza dei moderni metodi di ricerca bibliografica, applicandoli ai progetti che svilupperà in occasione di verifiche di profitto ed al lavoro di tesi.

Conoscenze richieste per l'accesso (DM 270/04, art 6, comma 1 e 2)

I requisiti curriculari e l'adeguatezza della personale preparazione per l'accesso al corso di Laurea Magistrale, ai sensi dell'art. 6, c. 2, del D. M. 270/2004, vengono stabiliti in base ai criteri curriculari e di preparazione di seguito illustrati.

Requisiti curriculari

- Possono accedere al corso i/le laureati/e nella classe L-9 (ex DM 270/2004) che abbiano acquisito:
 - Almeno 18 cfu nei seguenti settori scientifico-disciplinari (SSD): ING-IND/12, ING-IND/13, ING-IND/14, ING-INF/01, ING-INF/04, MAT/07.
- Possono accedere al corso i/le laureati/e in altre classi che abbiano acquisito:
 - almeno 24 CFU nei SSD: MAT/02, MAT/03, MAT/05, MAT/06, MAT/07, MAT/08, SECS-S/06;
 - almeno 15 CFU nei SSD: FIS/01, FIS/02, FIS/03, CHIM/03, CHIM/06, CHIM/07;
 - almeno 18 CFU nei SSD: ING-IND/12, ING-IND/13, ING-IND/14, ING-INF/01, ING-INF/04, ING-INF/07.
- Per i possessori di altro titolo di studio conseguito all'estero riconosciuto idoneo, la verifica dei requisiti curriculari è effettuata da una commissione nominata dal Consiglio di Dipartimento considerando opportune equivalenze tra i contenuti degli esami sostenuti nel precedente percorso di studi e quelli corrispondenti agli ambiti e ai settori disciplinari sopra specificati.

Adeguatezza della preparazione personale

L'adeguatezza della preparazione personale va obbligatoriamente verificata. A tale verifica hanno accesso solo i/le candidati/e in regola con i requisiti curriculari.

Le modalità di verifica della personale preparazione sono definite nel regolamento didattico del corso.

Per l'ammissione al corso di laurea magistrale lo/a studente deve inoltre dimostrare di possedere conoscenza della lingua inglese di livello pari almeno al livello B2 (CEFR).

Caratteristiche della prova finale (DM 270/04, art 11, comma 3-d)

La prova finale consiste nella discussione di un lavoro di tesi originale che viene svolto dallo/a studente sotto la guida di un relatore secondo quanto riportato nel Regolamento Prova finale delle lauree magistrali approvato dal Dipartimento di Ingegneria Industriale, emanato entro l'inizio dei corsi dell'anno accademico in cui viene attivato per la prima volta il corso di studio. Nella tesi lo/a studente sintetizza l'attività di progettazione o di ricerca svolta e questo costituisce un'importante occasione di acquisizione di capacità operative, di apprendimento di tecniche e strumenti di analisi, di elaborazione di schemi interpretativi e di sviluppo di procedure. La prova finale è rivolta a valutare la maturità scientifica raggiunta dallo/a studente, l'autonomia di giudizio e la padronanza degli argomenti, la capacità di operare in modo autonomo e l'abilità di comunicazione. La discussione è rivolta anche a valutare la preparazione generale dello/a studente in relazione ai contenuti formativi appresi nel corso di studio.

Sbocchi occupazionali e professionali previsti per i laureati
Ingegnere meccatronico
funzione in un contesto di lavoro: Il/a laureato/a magistrale sa svolgere la funzione di tecnico di alto profilo, con ruolo di ideazione, progettazione, pianificazione, realizzazione, controllo e verifica di un sistema complesso, avendo la visione di insieme e la capacità di comprendere i vari sottosistemi funzionali con tutte le fasi del suo ciclo di vita. Definisce i metodi operativi e converte in specifiche progettuali i requisiti funzionali e di prestazione del sistema. Si interfaccia con figure tecniche operative, ha la capacità di pianificare attività di ricerca e sviluppo in diverse aree tecnologiche (meccanica, automazione, elettronica) e sa coordinare le funzioni di interfaccia che ne sono coinvolte. Maturando l'esperienza svolge funzioni di supervisione, coordinamento e gestione.
competenze associate alla funzione: Le competenze associate alle funzioni sopra elencate si riconducono a diversi ambiti. Il/la laureato/a magistrale ha solide competenze ingegneristiche di base, intese come strumenti interdisciplinari fondamentali per la comprensione generale del sistema meccatronico e le logiche di interazione dei sottosistemi. Il/la laureato/a magistrale ha inoltre competenze specifiche negli ambiti della meccanica, dell'automazione e dell'elettronica che gli/le permettono di comprendere, progettare, gestire ed innovare un sistema meccatronico moderno sia negli aspetti generali che in quelli di dettaglio.
sbocchi occupazionali: L'ambito lavorativo del/la laureato/a magistrale è quello dell'industria e dei servizi, con particolare vocazione all'innovazione e digitalizzazione dei prodotti e dei processi. Nell'ambito industriale, esempi di ruoli che possono essere ricoperti vanno dall'ingegnere progettista al/la responsabile dello sviluppo e test di prototipi, dalla sperimentazione all'ingegnerizzazione, dalle posizioni di responsabile di progetto o di commessa alla direzione tecnica. Per l'ampio spettro della formazione ricevuta, i/le laureati/e magistrali possono trovare altresì impiego nella ricerca applicata e di base e in altri ruoli aziendali. Con l'esperienza maturata ricopre ruoli di responsabile (in produzione, logistica, controllo e gestione della qualità, marketing, acquisti ecc.). Nell'ambito delle consulenze, si interfaccia con profitto con la realtà industriale e dei servizi. Per l'esercizio della professione di Ingegnere è necessario il superamento dell'esame di Stato e l'iscrizione all'Albo professionale dell'ordine degli Ingegneri.
Il corso prepara alla professione di (codifiche ISTAT)
<ul style="list-style-type: none"> • Ingegneri meccanici - (2.2.1.1.1) • Ricercatori e tecnici laureati nelle scienze ingegneristiche industriali e dell'informazione - (2.6.2.3.2)
Il corso consente di conseguire l'abilitazione alle seguenti professioni regolamentate:
<ul style="list-style-type: none"> • ingegnere industriale (previo superamento dell'esame di abilitazione alla professione di ingegnere)

Il rettore dichiara che nella stesura dei regolamenti didattici dei corsi di studio il presente corso ed i suoi eventuali curricula differiranno di almeno 30 crediti dagli altri corsi e curriculum della medesima classe, ai sensi del DM 16/3/2007, art. 1 c.2.

Attività caratterizzanti

ambito: Ingegneria meccanica		CFU	
intervallo di crediti da assegnarsi complessivamente all'ambito		45	72
Gruppo	Settore	min	max
C11	ING-IND/08 Macchine a fluido ING-IND/10 Fisica tecnica industriale ING-IND/12 Misure meccaniche e termiche	6	18
C12	ING-IND/13 Meccanica applicata alle macchine ING-IND/14 Progettazione meccanica e costruzione di macchine	21	50
C13	ING-IND/15 Disegno e metodi dell'ingegneria industriale ING-IND/16 Tecnologie e sistemi di lavorazione ING-IND/17 Impianti industriali meccanici	6	24

Minimo di crediti riservati dall'ateneo minimo da D.M. 45:	45	
---	----	--

Totale Attività Caratterizzanti	45 - 72
--	---------

Attività affini

ambito: Attività formative affini o integrative	CFU	
intervallo di crediti da assegnarsi complessivamente all'attività (minimo da D.M. 12)	21	42

Totale Attività Affini	21 - 42
-------------------------------	---------

Altre attività

ambito disciplinare	CFU min	CFU max	
A scelta dello studente	9	15	
Per la prova finale	15	30	
Ulteriori attività formative (art. 10, comma 5, lettera d)	Ulteriori conoscenze linguistiche	0	6
	Abilità informatiche e telematiche	0	0
	Tirocini formativi e di orientamento	0	6
	Altre conoscenze utili per l'inserimento nel mondo del lavoro	0	3
Minimo di crediti riservati dall'ateneo alle Attività art. 10, comma 5 lett. d		3	
Per stages e tirocini presso imprese, enti pubblici o privati, ordini professionali		0	0

Totale Altre Attività	27 - 60
------------------------------	---------

Riepilogo CFU

CFU totali per il conseguimento del titolo	120
Range CFU totali del corso	93 - 174

Note attività affini (o Motivazioni dell'inserimento nelle attività affini di settori previsti dalla classe)

Note relative alle altre attività

Per quanto concerne la prova finale, il numero massimo di CFU da assegnare alla stessa sarà utilizzato solo nelle carriere degli studenti ammessi al programma per il conseguimento del doppio titolo. In questi casi, in applicazione della relativa convenzione sottoscritta con l'ateneo partner, è prevista una prova finale alla quale sono attribuiti fino a 30 CFU.

Note relative alle attività caratterizzanti

L'ampiezza degli intervalli di CFU è motivata dalla creazione di curricula che declinano i contenuti caratterizzanti secondo degli obiettivi formativi specifici. L'intervallo di CFU previsto per il primo gruppo di attività caratterizzanti è commisurato alla realizzazione di un percorso orientato ai sistemi meccatronici dotati di elevato livello di autonomia e capacità di percezione a livello multifisico dell'ambiente circostante. Per il secondo gruppo, l'intervallo di CFU è finalizzato alla realizzazione di un percorso orientato alla sintesi e progettazione dei sistemi meccanici moderni. Per il terzo gruppo, l'intervallo di CFU è finalizzato alla realizzazione di un percorso orientato ai contenuti di imprenditorialità e metodologie di innovazione tecnologica dei sistemi meccatronici avanzati. Il numero massimi di CFU sarà utilizzato solo nelle carriere degli studenti ammessi al programma per il conseguimento di doppia laurea.

RAD chiuso il 27/11/2024