

|  |  |
| --- | --- |
| **Insegnamento** | Meccanica e automatica |
| **Livello e corso di studio** | Laurea Triennale in Ingegneria Industriale |
| **Settore scientifico disciplinare (SSD)** | IIND-02/A (ING-IND/13) |
| **Anno di corso** | 2 |
| **Anno di accademico** | 2025-2026 |
| **Numero totale di crediti** | 6 |
| **Propedeuticità** | Fisica Generale I, Analisi II |
| **Docente** | Danilo Guarino  Corso di studio: Ingegneria  Nickname: danilo.guarino  Email: danilo.guarino@unicusano.it  Orario di ricevimento: Consultare il calendario alla pagina seguente del nostro sito verificando gli orari di Videoconferenza <http://www.unicusano.it/calendario-lezioni-in-presenza/calendario-area-ingegneristica> |
| **Presentazione** | Il corso di meccanica e automatica ha lo scopo di far acquisire allo studente una buona conoscenza della meccanica e dell'automazione industriale. Il corso propone i concetti basilari della cinematica, declinandoli nello studio dei meccanismi, e della dinamica. Descrive inoltre i processi di automazione ed i sistemi robotici coinvolti in tali processi. Inoltre, obbiettivo formativo del corso è fornire lo studente di una conoscenza sul funzionamento di dispositivi sia meccanici, quali sistemi articolati piani e giunti di trasmissione, sia robotici, quali manipolatori planari a catena aperta.  Le Etivity associate al corso sviluppano le competenze necessarie a formulare i problemi della meccanica, dell’automazione e della robotica industriale. |
| **Obiettivi formativi disciplinari** | Il corso di meccanica e automatica ha i seguenti obiettivi formativi:   1. Rivedere le basi della Meccanica classica 2. Illustrare l’analisi cinematica di meccanismi piani 3. Illustrare i concetti e i fondamenti dell’automazione 4. Illustrare i concetti dei sistemi a controreazione 5. Illustrare i concetti dei sistemi robotici |
| **Prerequisiti** | La frequenza al corso richiede il superamento delle propedeuticità di **Analisi II** e **Fisica Generale I,** inoltre si richiede la **conoscenza** dei concetti fondamentali della **meccanica** di base e dell’analisi matematica. Al riguardo, si consiglia di rivedere tali nozioni, propedeutiche per l’apprendimento e l’approfondimento delle leggi della meccanica, (cinematica e dinamica) del punto e del corpo rigido. |
| **Risultati di apprendimento attesi** | **Conoscenza e capacità di comprensione**  Lo studente al termine del Corso avrà conoscenza delle leggi della cinematica e della dinamica di sistemi meccanici, ed avrà acquisito la capacità di formulare matematicamente la cinematica e la dinamica degli stessi. Avrà inoltre la conoscenza dei sistemi di automazione industriale, del computer integrated manufactoring, delle architetture hardware per il controllo e delle fasi di sviluppo di un sistema di automazione. Lo studente acquisirà la conoscenza del funzionamento dei principali organi di macchine, quali sistemi articolati piani e giunti di trasmissione, dei principali sistemi di attuazione, quali servomotori elettrici ed idraulici, e dei principali sistemi di trasduzione, quali encoder ed accelerometri.  **Applicazione delle conoscenze**  Lo studente sarà in grado di utilizzare la conoscenza della cinematica e della dinamica di sistemi meccanici per l’analisi degli stessi e per la scelta di massima di componenti; sarà inoltre in grado di utilizzare la conoscenza dei processi di automazione industriale e dei sistemi coinvolti in tali processi per analizzare tali processi e sistemi e per la scelta di massima di componenti.  **Capacità di trarre conclusioni**  Lo studente sarà in grado di individuare i modelli matematici più appropriati per descrivere i singoli blocchi funzionali di un sistema meccanico e di un sistema di automazione industriale; sarà in grado di interpretare le specifiche fornite dalle case costruttrici dei dispositivi meccanici e meccatronici, e di scegliere da cataloghi quelli più appropriati all’applicazione od al processo produttivo.  **Abilità comunicative**  Lo studente sarà in grado di descrivere e sostenere conversazioni su problemi di cinematica e dinamica dei sistemi meccanici e su problemi riguardanti i sistemi di automazione industriale; sarà in grado di individuare e descrivere correttamente le grandezze fisiche e componenti rilevanti, adoperando una terminologia adeguata.  **Capacità di apprendere**  Lo studente al termine del Corso avrà conoscenza delle nozioni fondamentali necessarie per l’analisi di sistemi meccanici e dei processi di automazione industriale. Tutto ciò gli consentirà di proseguire gli studi ingegneristici con maggiore maturità e gli fornirà le basi per poter apprendere quanto verrà proposto nei corsi specialistici di meccanica, con particolare riferimento agli argomenti di “meccanica fredda”, di automazione e robotica industriale. |
| **Organizzazione dell’insegnamento** | Il corso è sviluppato attraverso le **lezioni preregistrate audio-video** che compongono, insieme a slide e dispense, i materiali di studio disponibili in piattaforma.  Sono poi proposti dei **test di autovalutazione**, di tipo asincrono, che corredano le lezioni preregistrate e consentono agli studenti di accertare sia la comprensione, sia il grado di conoscenza acquisita dei contenuti di ognuna delle lezioni.  La **didattica interattiva** è svolta nel forum della “Classe Virtuale” e comprende **3 Etivity** che applicano le conoscenze acquisite nelle lezioni di teoria alla soluzione di problemi tipici della meccanica applicata alle macchine, dell’automazione e della robotica industriale.  In particolare, il Corso di Meccanica e Automatica prevede 6 Crediti formativi. Il carico totale di studio per questo insegnamento è compreso tra 150 e 175 ore così suddivise in:  **Circa 136** ore per la visualizzazione e lo studio del materiale videoregistrato (22 Ore videoregistrate di Teoria e 10 ore di esercitazioni);  **Circa 27 ore di Didattica Interattiva** per l’elaborazione e la consegna di 3 Etivity  **Circa 5 ore di Didattica Interattiva** per l’esecuzione dei test di autovalutazione e per la partecipazione al forum “Classe Virtuale”  Si consiglia di distribuire lo studio della materia uniformemente in un periodo di 9-10 settimane dedicando tra le 15 alle 20 ore di studio a settimana |
| **Contenuti del corso** | **Modulo 1 – Richiami di Cinematica** (5 lezioni di teoria videoregistrate e 11 lezioni di esercitazione per un impegno di 37,5 ore - settimana 1-2)  Verranno affrontati i seguenti argomenti: corpi puntiformi e corpi estesi, posizione, velocità e accelerazione. Sistemi di coordinate: coordinate cartesiane, coordinate locali, coordinate polari, coordinate polari con notazione complessa. Gradi di libertà del moto rigido piano, formula fondamentale della cinematica, teorema di Rivals, centro di istantanea rotazione. Vincoli nel moto rigido piano, definizioni, superfici coniugate, accoppiamenti di forma (coppie cinematiche), accoppiamenti di forza, esempi di coppie. Moti piani relativi: applicazione dei concetti allo studio della cinematica del quadrilatero articolato ed a sistemi con glifo rotante ed oscillante.  **Modulo 2 – Meccanismi piani** (2 lezioni di teoria videoregistrate e 11 lezioni di esercitazione per un impegno di 30,5 ore – settimana 3-4).  Verranno affrontati i seguenti argomenti: cinematica dei sistemi articolati piani - Definizioni di catena cinematica e meccanismo, coppie cinematiche, calcolo dei gradi di libertà di un meccanismo, formula di Grubler, caratteristiche dei meccanismi. Esempi ed applicazioni: quadrilatero articolato, manovellismo di spinta, glifo oscillante, guida di Fairbairn, macchina a vapore di Boulton e Watt.  Esercitazioni: Manovellismo deviato, quadrilatero articolato, guida di Fairbairn.  **Etivity 1** – Scrittura delle equazioni di chiusura per cinematismi piani e soluzione del problema delle configurazioni; Scrittura delle equazioni di chiusura per cinematismi piani e soluzione del problema delle velocità e delle accelerazioni (30 ore di carico di studio - settimana 3 e 4).  **Modulo 3 – Fondamenti di automatica** (3 lezioni di teoria videoregistrate per un impegno di 18 ore - settimana 5)  Verranno affrontati i seguenti argomenti: definizione e proprietà generali della trasformata di Laplace; trasformata di Laplace di alcune funzioni notevoli; prodotto di convoluzione tra funzioni; caratteristiche e proprietà dell’impulso di Dirac; anti-trasformata di Laplace.  Esercitazioni: Trasformata di Laplace  **Modulo 4 – Sistemi a controreazione** (2 lezioni di teoria videoregistrate per un impegno di 18 ore - settimana 6)  Verranno affrontati i seguenti argomenti: funzione di trasferimento; sistema ad anello aperto; guadagno ad anello aperto; sistema ad anello chiuso (controreazione); guadagno ad anello chiuso.  Esercitazioni: Funzioni di trasferimento; guadagno ad anello aperto e chiuso.  **Etivity 2** – Analisi di funzioni di trasferimento attraverso l’utilizzo della trasformata di Laplace. (15 ore di carico di studio - settimana 6).  **Modulo 5 – Sistemi robotici** (4 lezioni di teoria videoregistrate per un impegno di 21,5 ore - settimana 7)  Verranno affrontati i seguenti argomenti: struttura e caratteristiche di un sistema robotico; manipolatori seriali e paralleli, descrizione e struttura cinematica dei manipolatori cartesiani, cilindrici, sferici, SCARA, antropomorfi e dei polsi, manipolatori paralleli piani e piattaforma di Stewart.Convenzione di Denavit-Hartenberg.  Esercitazioni: manipolatori seriali, determinazione dei parametri di Denavit-Hartenberg.  **Etivity 3** – Analisi di manipolatori robotici attraverso l’utilizzo della convenzione Denavit-Hartenberg (15 ore di carico di studio - settimana 7).  **Modulo 6 – Automazione** (4 lezioni di teoria videoregistrate per un impegno di 10,5 ore - settimana 8).  Verranno affrontati i seguenti argomenti: automazione industriale - cenni storici, industria 4.0; computer integrated manufacturing: modello e architettura; automazione dei processi produttivi, dell’impianto di produzione e delle attività di supporto; architetture hardware per il controllo: sistemi di controllo embedded, con architettura a bus, su personal computer; fasi di sviluppo di un sistema di automazione industriale.  Esercitazioni su compiti d’esame (3 lezioni di esercitazione per un impegno di 15 ore – settimana 8). |
| **Materiali di studio** | MATERIALI DIDATTICI A CURA DEL DOCENTE  Il materiale didattico presente in piattaforma è suddiviso in 6 moduli. Essi ricoprono interamente il programma e ciascuno di essi contiene dispense, slide e video-lezioni in cui il docente commenta le slide. Tale materiale contiene tutti gli elementi necessari per affrontare lo studio della materia.  Testi consigliati:   * Ettore Pennestrì, Augusto Di Benedetto Introduzione alla cinematica dei meccanismi (Vol. 1, Vol. 2, Vol. 3); * Ettore Pennestrì, Nicola P. Belfiore, Augusto Di Benedetto Fondamenti di meccanica applicata alle macchine; * C.FerraresieT.Raparelli. Meccanica Applicata. Terza edizione. Torino: CLUT,2007; * A.Isidori. Sistemi di controllo. Seconda edizione (Volume 1), 1992; * B. Siciliano, L. Sciavicco, L. Villani, G.Oriolo, Robotica. Modellistica, pianificazione econtrollo. Mcgraw-Hill, 2008; * C. Bonivento, L. Gentili, A. Paoli, Sistemi di automazione industriale, Mcgraw-Hill, 2011 |
| **Modalità di valutazione** | L’esame consiste nello svolgimento di una **prova scritta** tendente ad accertare le capacità di analisi e rielaborazione dei concetti acquisiti e di una serie di attività (**Etivity**) svolte durante il corso.  La valutazione delle Etivity da 0 a 3 punti è effettuata, in itinere, durante il corso. **Attenzione: la consegna dell’ultima etivity deve avvenire almeno una settimana prima dello svolgimento dell’esame.** Il punteggio delle etivity si sommerà all’esito della prova d’esame (classica prova con punteggio espresso in trentesimi). L’esame di profitto può essere effettuato in forma scritta sia presso la sede di Roma sia presso i poli didattici previa prenotazione da parte dello studente.  La prova scritta prevede:   * la soluzione di uno o due esercizi di cinematica (metodo delle equazioni di chiusura e diagrammi polari) OPPURE domane teoriche su questi argomenti; * la soluzione di uno o due esercizi riguardanti: la trasformata di Laplace, i sistemi a controreazione, il guadagno ad anello aperto e chiuso, i manipolatori robotici OPPURE domane teoriche su questi argomenti; * la soluzione di uno o due esercizi riguardanti i manipolatori robotici OPPURE domane teoriche su questi argomenti; * una serie di domande a risposta multipla o aperta OPPURE quesiti numerici riguardanti gli argomenti di teoria e le applicazioni.   Ogni esercizio di cinematica, di automazione e di robotica industriale viene valutato da un minimo di 0 ad un massimo di 10 punti, e richiede una rielaborazione dei concetti di teoria per applicarli ad un semplice caso concreto.  Per quanto riguarda le domande di teoria, ogni domanda a risposta multipla viene valutata 0.5 punti oppure 1 punto, in base al livello di difficoltà; le domande a risposta aperta vengono valutate da 0 a 2,5 punti, sempre in base al livello di difficoltà.  NB: i punteggi possono subire una piccola ridistribuzione in base alla difficoltà dei quesiti d’esame.  I risultati di apprendimento attesi circa le conoscenze acquisite nel corso e la capacità di applicarle sono valutate dalla prova scritta, mentre le abilità comunicative, la capacità di trarre conclusioni e la capacità di autoapprendimento sono valutate in itinere attraverso le Etivity. |
| **Criteri per l’assegnazione dell’elaborato finale** | L’assegnazione dell’**elaborato finale** avverrà sulla base di un colloquio con il docente in cui lo studente manifesterà i propri specifici **interessi** in relazione a qualche argomento che intende approfondire; non esistono **preclusioni** alla richiesta di assegnazione della tesi e non è prevista una **media particolare** per poterla richiedere. |