



Insegnamento	Dinamica del Veicolo
Livello e corso di studio	Laurea Magistrale in Ingegneria Meccanica (LM33)
Settore scientifico disciplinare (SSD)	ING-IND/13 - MECCANICA APPLICATA ALLE MACCHINE
Anno di corso	2
Numero totale di crediti	9
Propedeuticità	Per sostenere la prova di <i>Dinamica del Veicolo</i> non è prevista alcuna propedeuticità.
Docente	<i>Maicol Laurenza</i> Facoltà: Ingegneria Nickname: maicol.laurenza Email: maicol.laurenza@unicusano.it (per comunicazioni interne ed amministrative) Orario di ricevimento: Si consulti 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 introduce le conoscenze fondamentali utilizzate nella dinamica dei veicoli. I contenuti possono essere impiegati per analizzare sicurezza, guidabilità e ottimizzazione dei veicoli stradali. Tale materia è presente nel curriculum di ingegneria da oltre cento anni: il suo studio e la sua applicazione per veicoli classici ha le radici nel lavoro di grandi scienziati degli ultimi quattro secoli e di ingegneri creativi che hanno stabilito metodologie per molteplici soluzioni. In genere per autoveicolo si intende un veicolo a propulsione meccanica che può muoversi liberamente sulla superficie terrestre lungo molteplici traiettorie. Un moderno veicolo è solitamente supportato su ruote con pneumatici e presenta un sistema autonomo di accumulo di energia che è contestualmente fornita alla propulsione. La diffusione degli autoveicoli nella storia è diventata così grande che la civiltà moderna deve ad essa molte delle sue caratteristiche: il loro ruolo nel fornire mobilità di persone e trasporto di merci li ha resi una necessità essenziale nella vita quotidiana. Negli ultimi decenni lo sviluppo della dinamica del veicolo si è spostata verso la modellazione, l'analisi e l'ottimizzazione della dinamica multi-body. La capacità in rapida crescita di posizionamento e rilevamento affiancata da una programmazione intelligente ed accurata, sono gli altri importanti sviluppi nella dinamica dei veicoli. In questo scenario, il corso intende quindi fornire le basi di conoscenza della doverosa fusione della dinamica con la teoria dell'ottimizzazione.
Obiettivi formativi	Il corso è strutturato per fornire le conoscenze di base necessarie ad intraprendere lo studio e l'analisi del comportamento su strada dei veicoli, con particolare attenzione alla sicurezza attiva, alla percezione del guidatore (comfort) e alle prestazioni. Ulteriore obiettivo del corso è fornire le informazioni di base necessarie per il dimensionamento dei sottosistemi componenti i veicoli quali ad esempio il sistema frenante, il sistema sterzante e le sospensioni. Infine, il corso prevede una introduzione alla teoria del controllo, applicata principalmente al miglioramento del comfort e della guidabilità.
Prerequisiti	Conoscenza dei fondamenti dell'analisi matematica, della Fisica e della Meccanica. Si consiglia di rivedere tali nozioni, propedeutiche per l'apprendimento e l'approfondimento della <i>Dinamica del Veicolo</i> ; a tal fine, si possono utilizzare i testi consultati per la preparazione agli esami di base dell'area matematica (<i>Analisi 1 e 2</i>), fisica (<i>Fisica 1</i>), e Meccanica Applicata alle Macchine.
Risultati di apprendimento attesi	Seguono i risultati d'apprendimento attesi: <u>Conoscenza e capacità di comprensione (knowledge and understanding)</u> - comprensione delle grandezze fisiche usate per lo studio del comportamento stradale di un veicolo; - comprensione delle tecniche analitiche utilizzate per l'analisi dei veicoli stradali; - conoscenza delle metodologie di analisi e di progetto delle tipologie più diffuse di veicoli e di pneumatici;



	<ul style="list-style-type: none">- comprensione delle modalità di contatto ruota/strada;- comprensione dei sistemi attivi di assistenza alla guida.- comprensione degli algoritmi di controllo in uso sui veicoli. <p><u>Conoscenze e capacità di comprensione applicate (applying knowledge and understanding)</u></p> <ul style="list-style-type: none">- capacità di stimare e di calcolare le caratteristiche dinamiche di un veicolo e di dimensionare i principali sottosistemi;- capacità di analisi e di sintesi di un veicolo in diverse condizioni di moto; <p><u>Autonomia di giudizio (making judgements)</u></p> <ul style="list-style-type: none">- capacità di valutare le caratteristiche dinamiche di un veicolo e le relative prestazioni;- capacità di interpretare i diagrammi sperimentali relativi ad alcuni aspetti dei veicoli terrestri come ad esempio il comfort, le prestazioni, la tenuta di strada. <p><u>Abilità comunicative (communication skills)</u></p> <ul style="list-style-type: none">- sviluppo di un linguaggio scientifico corretto e comprensibile che permetta di esprimere in modo chiaro e privo di ambiguità le conoscenze tecniche acquisite nell'ambito della teoria della dinamica del veicolo. <p><u>Capacità di apprendere (learning skills)</u></p> <ul style="list-style-type: none">- capacità di applicare le conoscenze acquisite per la risoluzione di problemi non familiari che abbiano come oggetto lo studio del moto dei veicoli, delle interazioni che gli stessi scambiano con l'ambiente esterno.
Organizzazione dell'insegnamento	<p>Il corso è sviluppato attraverso le lezioni preregistrate audio-video che compongono, insieme a slide e dispense, i materiali di studio disponibili in piattaforma.</p> <p>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.</p> <p>La didattica interattiva è svolta nel forum della "classe virtuale" e comprende 4 Etivity.</p> <p>In particolare, il Corso di <i>Dinamica del Veicolo</i> prevede 9 Crediti formativi. Il carico totale di studio per questo modulo di insegnamento è compreso tra 220 e 250 ore così suddivise in:</p> <ul style="list-style-type: none">• circa 170 ore per la visualizzazione e lo studio del materiale videoregistrato;• circa 50 ore di Didattica Interattiva per l'elaborazione e la consegna di 4 Etivity;• circa 3 ore di Didattica Interattiva per l'esecuzione dei test di autovalutazione. <p>Si consiglia di distribuire lo studio della materia uniformemente in un periodo di 12 settimane dedicando tra le 15 e le 20 ore di studio a settimana.</p>
Contenuti del corso	<p>Modulo 1 - Modello di Coulomb e suoi limiti 1 lezione di teoria videoregistrate per un impegno di 7 ore</p> <p>Modulo 2 - Cinematica del rotolamento Studio della cinematica del rotolamento in relazione ai vari sistemi di riferimento. Scorrimento pratico e scorrimento teorico. 1 lezione di teoria videoregistrate per un impegno di 7 ore</p> <p>Modulo 3 - Modello a spazzola per lo studio del contatto ruota strada. Coefficiente di aderenza. 1 lezioni di teoria videoregistrate per un impegno di 10.5 ore</p> <p>Modulo 4 - Aderenza generalizzata 1 lezioni di teoria videoregistrate per un impegno di 17.5 ore</p>



Modello matematico semi-empirico di Pacejka o «magic formula». Forza laterale e Momento di autoallineamento. Spinta di campanatura. Diagramma di Gough. Carpet Plot. Rigidezza di deriva e di campanatura. Interazione tra forze longitudinali e trasversali.

Etivity 1 - Modello di Pacejka per forze longitudinali e laterali (20 ore di carico di studio).

Modulo 5 - Strato limite. Forze aerodinamiche. Sistemi di riferimento.

1 lezioni di teoria videoregistrate per un impegno di 7 ore

Modulo 6 - Frenatura.

Decelerazione costante, contributo dei freni, delle azioni aerodinamiche, dell'attrito di rotolamento e della pendenza della strada. Trasferimento del carico. Calcolo della decelerazione massima. Ripartizione della frenatura. Analisi della variazione del coefficiente di aderenza. Efficienza della frenatura. Correttori della frenatura. Sistemi attivi.

1 lezioni di teoria videoregistrate per un impegno di 14 ore

Modulo 7 - Prestazioni del veicolo.

Caratteristiche meccaniche dei MCI. Dinamica longitudinale: modello a 1 gdl e a 3 gdl .

Calcolo delle prestazioni di un veicolo relative a massima pendenza superabile e massima velocità di accelerazione. Cenni ai criteri di dimensionamento del cambio di velocità.

1 lezioni di teoria videoregistrate per un impegno di 10.5 ore

Modulo 8 - Dinamica laterale: Sterzata.

Sterzata cinematica. Modello a bicicletta. Slittamento e ribaltamento. Sterzata dinamica. Angoli di deriva. Trasferimento di carico. Derivate di stabilità. Comportamento direzionale a regime. Rigidezza di deriva, punto neutro e margine statico. Influenza delle forze longitudinali. Convergenza dei pneumatici. Risposta a sollecitazioni esterne.

1 lezioni di teoria videoregistrate per un impegno di 17.5 ore

Etivity 2 - Studio del rollio di un veicolo (15 ore di carico di studio).

Modulo 9 - Stabilità direzionale.

Equazioni dinamiche del moto.

1 lezioni di teoria videoregistrate per un impegno di 10.5 ore

Etivity 3 - Trasferimento di carico laterale (15 ore di carico di studio).

Modulo 10 - Dinamica verticale

Angoli caratteristici del pneumatico. Analisi cinematica delle sospensioni. Schemi di sospensioni. Comfort e guidabilità. Modello a 1 gdl. Modello a 2 gdl.

1 lezioni di teoria videoregistrate per un impegno di 14 ore

Esercitazioni su compiti d'esame (3 lezioni di esercitazione per un impegno di 15 ore – settimana 10).

Modulo 11 – Controllo del veicolo

2 lezioni di teoria videoregistrate per un impegno di 15 ore

Cruise control. PID. Controllo ottimo. LQR. Controllo delle sospensioni.



	Etivity 4 - Controllo semi-attivo delle sospensioni (10 ore di carico di studio).
Materiali di studio	<p>MATERIALI DIDATTICI A CURA DEL DOCENTE</p> <p>Il materiale didattico presente in piattaforma è suddiviso in 11 moduli. Essi ricoprono interamente il programma e ciascuno di essi contiene dispense, slide e videolezioni in cui il docente commenta le slide. Tale materiale contiene tutti gli elementi necessari per affrontare lo studio della materia.</p> <p>In via facoltativa lo studente può integrare i seguenti testi consigliati, che possono essere trovati anche nella biblioteca di ateneo:</p> <ul style="list-style-type: none">· M. Guiggiani, "Dinamica del veicolo", CittàStudi Edizioni· G. Genta, "Meccanica dell'autoveicolo", Levrotto & Bella· Jazar, Reza N., "Vehicle Dynamics, Theory and Application", Springer· R. Vitelli, M. Petternella, "Fondamenti di Automatica", Edizioni Efesto· G. Legnani, I. Fassi, "Robotica Industriale", CittàStudi Edizioni· F. Troltsch, "Optimal Control of Partial Differential Equations", American Mathematical Society· Palm, William J., "Matlab : un'introduzione per gli ingegneri", McGraw-Hill
Modalità di verifica dell'apprendimento	<p>I risultati di apprendimento attesi circa le conoscenze della materia e la capacità di applicarle sono valutate da una prova scritta, mentre le abilità comunicative, la capacità di trarre conclusioni e la capacità di autoapprendimento sono valutate in itinere attraverso le Etivity (attività svolte durante il corso e nelle classi virtuali). La valutazione delle Etivity, da 0 a 3 punti (media aritmetica dei punteggi ottenuti per ciascuna Etivity, valutate singolarmente), è effettuata contestualmente a quella della prova d'esame, valutata per i restanti 26/30. Nella valutazione del voto finale si terrà conto delle Etivity se e solo se il voto della prova scritta risulterà superiore a 16/26. La consegna delle Etivity deve avvenire entro e non oltre 3 giorni dalla data della prova scritta.</p> <p>La modalità d'esame prevede la possibilità di svolgere prove scritte parziali (esoneri); nello specifico lo studente può scegliere di effettuare fino ad un massimo di 2 parti indipendenti secondo il seguente schema:</p> <ul style="list-style-type: none">✓ Parte 1 - Dinamica Longitudinale (moduli da 1 a 7)✓ Parte 2 - Dinamica Laterale (moduli da 8 a 9), Dinamica Verticale (modulo 10) e Controllo del veicolo (modulo 11) <p>Lo studente dovrà indicare, secondo le modalità previste nel testo dell'esame, se preferisce svolgere l'intero esame, o una prova parziale relativa ad una delle parti sopra-indicate. Nel caso in cui lo studente scegliesse di svolgere solamente una parte dell'esame, le restanti parti saranno trascurate in fase di correzione. Una scelta multipla o nessuna scelta comporterà automaticamente la correzione dell'intero esame. Nel caso in cui lo studente scegliesse di svolgere solamente una parte dell'esame, se questa risulterà sufficiente allora riceverà un giudizio positivo. Successivamente, tale giudizio poi sarà integrato ai successivi giudizi positivi (relativi ad un appello seguente) sulle restanti parte del programma. Al superamento delle prove parziali, verrà verbalizzato un voto finale, che terrà conto delle attività svolte in itinere (Etivity) e della valutazione ottenuta nelle prove parziali. In caso di rifiuto di tale voto, i giudizi positivi precedentemente ottenuti verranno annullati. Il giudizio riportato nelle prove parziali rimarrà valido per i successivi 4 mesi. In caso di mancato superamento e/o sostenimento delle successive prove entro tale periodo, il giudizio riportato nelle precedenti prove sarà annullato.</p> <p>Per lo svolgimento della prova scritta non è consentito l'utilizzo di formulari e/o di appunti, né cartacei né digitali. Eventuali schemi e/o tabelle necessarie per la risoluzione degli esercizi sono fornite dal docente all'interno del testo d'esame. È possibile utilizzare una calcolatrice scientifica non programmabile per la risoluzione degli esercizi numerici.</p>



CUNIVERSITÀ CUSANO

	<p>N.B. Gli studenti che scelgono la materia Dinamica del Veicolo come 'Esame a scelta' (9 CFU), per disposizione istituzionale, sono comunque tenuti a studiare l'intero programma ai fini della prova finale e a svolgere le Etivity previste.</p>
Criteria per l'assegnazione dell'elaborato finale	<p>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.</p>