

PROGRAMMA Preventivo DEL CORSO DI
Vibroacustica del Veicolo - Simulazione
Anno Accademico 2019-20

Proff. Francesco **POMPOLI** /Emiliano **MUCCHI**

Il corso fornisce strumenti avanzati di indagine numerica e sperimentale per affrontare le problematiche vibratorie in ambito industriale con particolare riferimento al settore automotive.

Parte 1: Vibrazioni (Prof. Emiliano Mucchi)

1.1)Metodi numerici per l'analisi delle vibrazioni in sistemi meccanici e nel veicolo

-Formulazione dell'equazione del moto mediante il principio di Hamilton.

-Il metodo di Rayleigh-Ritz: energia potenziale e cinetica, caratteristiche della funzione di soluzione; accuratezza della soluzione. Esercizio: vibrazioni flessionali di una trave a mensola (prime due frequenze naturali).

-Vibrazioni flessionali libere della trave mediante il metodo ad elementi finiti: metodologia di valutazione delle matrici massa e rigidezza, funzione di forma, assemblaggio. Applicazione del metodo per la valutazione delle frequenze naturali di una trave incastrata. Fattori che influenzano l'accuratezza del FEM, tecniche di riduzione del numero di gradi di libertà, matrice massa "lumped" e "consistent".

-Correlazione numerico sperimentale: MAC, FRAC, analisi di sensitività e model updating.

-Software per il calcolo ad elementi finiti: NX, Nastran e Siemens Simcenter 3D. Lettura del file BDF mediante i comandi GRID, MAT1, EIGRL, SOL, CTETRA, SPC1, tipologie di analisi dinamiche. Esercitazioni in laboratorio riguardo ad analisi FEM modale e forzata di portiera veicolo, veicolo e correlazione numerico-sperimentale

1.2)Controllo delle vibrazioni

-Introduzione al controllo delle vibrazioni e relativi metodi: controllo attivo e passivo delle vibrazioni, normografo.

-Isolamento delle vibrazioni: introduzione ai due problemi di isolamento, esempio del sedile di un'auto, vibration adsorber.

-Selezione di un antivibrante e sua caratterizzazione.

1.3)ESERCITAZIONI NUMERICHE

TUTTE LE ESERCITAZIONI SVOLTE SONO PARTE INTEGRANTE DEL PROGRAMMA D'ESAME; i testi e le tracce di soluzione si trovano nei fascicoli disponibili sul web. Esercitazioni da svolgere in forma scritta:

1. Vibrazioni flessionali di una trave a mensola (prime due frequenze naturali) mediante il metodo di Rayleigh-Ritz.
2. Modello ad elementi finiti di una Trave con Matlab
3. Trave incastrata FEM con confronto frequenze calcolate per via analitica
4. Analisi FEM dinamica chassis Twingo

Parte 2: Acustica (Prof. Francesco Pompoli)

2.1) Modellazione numerica della propagazione del suono nei materiali porosi:

Tipologie di modelli per mezzi porosi, Modelli teorici per materiali porosi a struttura rigida, Modelli empirici, Modelli fenomenologici, Modello di Johnson-Champoux-Allard, Cenni su altri modelli per applicazioni particolari, Cenni su modelli microstrutturali, Modello di Biot per materiali a struttura elastica. Tecniche di inversione dei modelli teorici per la determinazione dei parametri fisici dei materiali, Tecniche di inversione analitiche, Tecniche di inversione indirette o di minimizzazione.

2.2)Metodi di Simulazione Numerica in Acustica

- **FEM:** Classificazione di problemi in Vibro-Acustica, Formulazione differenziale di un problema acustico e condizioni al contorno, Metodo FEM applicato all'acustica, Modelli FEM per analisi acustiche non accoppiate, accoppiate e agli autovalori. Implementazione numerica di un modello FEM (Elementi, Mesh, Funzioni di forma e convergenza).
- **BEM:** Formulazione integrale di una equazione differenziale, Condizioni al contorno di radiazione di un problema acustico, Funzione e identità di Green, Formulazioni diretta e indiretta per i problemi integrali, BEM diretto e indiretto.
- **Analisi a medio-alte frequenze:** Modellazione SEA e ray-tracing.

2.3)ESERCITAZIONI NUMERICHE

TUTTE LE ESERCITAZIONI SVOLTE SONO PARTE INTEGRANTE DEL PROGRAMMA D'ESAME; saranno effettuate una serie di esercitazioni guidate su problemi tipici di acustica; uno di questi problemi verrà approfondito autonomamente dallo studente e presentato all'esame tramite una presentazione in powerpoint.

TESTI CONSIGLIATI

- Rao, *Mechanical Vibrations*, 5th ed., New York, Addison-Wesley.
- Dispense del corso disponibili nel sito web

TESTI DI APPROFONDIMENTO

- Noise and Vibration Analysis: Signal Analysis and Experimental Procedures, Anders Brandt, ISBN: 9780470746448.
- Random Vibration and Shock Testing, Wayne Tustin.
- Vibration monitoring, testing, and instrumentation, Clarence W. de Silva.
- Vibration damping of structural elements, C. T. Sun, Y. P. Lu
- Passive vibration isolation, Eugene I. Rivin
- Vibration damping, control, and design, Clarence W. de Silva
- Vibration: fundamentals and practice, Clarence W. de Silva
- Modal analysis, Jimin He and Zhi-Fang Fu
- Jean Allard, Noureddine Atalla, Propagation of Sound in Porous Media: Modelling Sound Absorbing Materials, John Wiley & Sons, 2009.
- S.Marburg, B. Nolte, Computational Acoustics of Noise Propagation in Fluids, Springer, 2008.

ESAME

La verifica dell'apprendimento prevede una prova orale.

La prova orale, finalizzata a verificare la comprensione e l'applicazione dei contenuti del corso, si compone di due parti: una esposizione orale di 10 minuti relativamente ad una tecnica numerica fra quelle spiegate durante il corso, da tenersi in aula; una interrogazione relativamente ai temi trattati nel corso. La verifica si intende superata se il punteggio delle due parti risulta almeno sufficiente. Il voto finale risulta dalla media aritmetica dei voti ottenuti.