

---

# Meccanica delle vibrazioni A

## Finalità

Il corso fornisce agli studenti le nozioni necessarie allo studio teorico dei sistemi a parametri concentrati ad uno ed a molti gradi di libertà e le basi per lo studio sperimentale delle vibrazioni di sistemi meccanici.

## Programma

1. Vibrazioni libere e forzate di sistemi ad un grado di libertà. Eccitazione della base.
2. Sistemi lineari, integrale di convoluzione e risposta impulsiva. Trasformate integrali (Fourier e Laplace). Funzione di trasferimento. Serie di Fourier. Risposta di un sistema smorzato ad un grado di libertà ad eccitazione generica.
3. Trasformata discreta di Fourier. Teorema di Shannon. Introduzione alla FFT. Aliasing, leakage e finestre temporali.
4. Densità spettrale di energia. Autospettro ed autocorrelazione. Cross-spettro e cross-correlazione. Medie. Funzione di Risposta in Frequenza (H1, H2 ed HV). Coerenza. Cepstrum. Cenni su problemi nonlineari: sistemi hardening e sistemi softening.
5. Diagnostica delle macchine mediante misura di vibrazione. Applicazione alle macchine rotanti: problemi di sbilanciamento, disallineamento, eccentricità, giochi, risonanze. Danneggiamento nei riduttori e nei cuscinetti.
6. Vibrazioni di sistemi a parametri concentrati a molti gradi di libertà. Scrittura delle equazioni del moto in forma matriciale. Vibrazioni libere di sistemi conservativi; riduzione del problema agli autovalori in forma standard. Matrici definite e semidefinite. Proprietà delle frequenze e dei modi naturali. Normalizzazione, ortogonalità, teorema di espansione. Trasformazioni lineari di coordinate e coordinate modali; soluzione del problema forzato. Smorzamento proporzionale e smorzamento modale. Smorzamento non proporzionale: metodo della matrice di transizione. Modi complessi. Applicazioni tecniche ed esercitazioni.
7. Esperienze di laboratorio su misure di vibrazione. Acquisizione di segnali nel dominio del tempo, autospettro, FRF, coerenza. Strumentazione: accelerometri, trasduttori di forza, martello strumentato, eccitatore elettrodinamico, amplificatori di potenza, amplificatori di carica, front-end, software. Allestimento del set-up sperimentale.

## Attività d'esercitazione

Esercitazioni pratiche di laboratorio finalizzate all'uso della strumentazione per misure di vibrazione.

## Modalità d'esame

L'esame consta di una prova scritta su argomenti del programma cui si affiancano relazioni (consigliate) sulle esperienze di laboratorio e su eventuali argomenti specifici proposti dal docente.

## Testi consigliati

L. MEIROVITCH, 1986, Elements of Vibration Analysis, 2nd edition, McGraw Hill.

P. SAS (editore), 1992, Course on Modal Analysis, Theory and Practice, Vol. 1 e 2, Katholieke Universiteit Leuven.

R. GARZIERA 1998, Introduzione alla diagnostica dei sistemi meccanici, dispensa del corso.