



PROGRAMMA

Introduzione

Obiettivi dell'analisi strutturale dinamica e differenze con l'analisi strutturale statica.

Classificazione dei carichi: statici/dinamici, deterministici/probabilistici, di durata limitata/illimitata, periodici/non periodici.

Classificazione dei sistemi meccanici: lineari/non lineari, discreti/continui. Gradi di libertà statici e dinamici.

Sistemi meccanici a un grado di libertà

Esempi di strutture modellabili come sistemi meccanici a un grado di libertà.

Equazione del moto come equazione di equilibrio dinamico: Principio di d'Alembert. Principio di sovrapposizione degli effetti. Soluzione generale dell'equazione del moto: risposta transitoria e risposta a regime. Carichi dinamici equivalenti alle eccitazioni provenienti dal moto del supporto. Carichi statici.

Oscillazioni libere non smorzate e smorzate: casi di smorzamento critico, sub-critico e super-critico; determinazione sperimentale del rapporto di smorzamento. Considerazioni energetiche.

Carichi armonici. Carichi periodici di tipo generale: soluzione tramite la serie di Fourier.

Carichi di durata limitata: risposta nelle fasi I (applicazione del carico) e II (oscillazioni libere). Carichi impulsivi: risposta approssimata.

Carichi di tipo generale: soluzione tramite l'integrale di Duhamel; implementazione numerica dell'integrale di Duhamel.

Metodi numerici di soluzione passo-passo: metodi della forza lineare, delle differenze finite centrali, dell'accelerazione costante, dell'accelerazione lineare e di Newmark.

Sistemi meccanici a più gradi di libertà

Esempi di strutture modellabili come sistemi meccanici a più gradi di libertà.

Telai multipiano con deformata di tipo "a taglio": scrittura delle equazioni di equilibrio dinamico mediante la definizione di un sistema meccanico equivalente costituito da masse concentrate collegate da molle e smorzatori.

Equazioni di equilibrio dinamico in notazione matriciale. Matrice di massa, di smorzamento, di rigidezza e di flessibilità: definizione, proprietà e significato fisico. Cambio di coordinate.

Scrittura delle equazioni di equilibrio dinamico per via diretta e tramite il metodo energetico. Vettore dei carichi coniugato al vettore degli spostamenti nel lavoro virtuale. Cenni al Teorema dei lavori virtuali ed al metodo di Lagrange per la scrittura delle equazioni di equilibrio dinamico.

Oscillazioni libere di un sistema a più gradi di libertà: problema di autovalori e autovettori generalizzato; pulsazioni, frequenze e periodi naturali; forme modali. Determinazione delle costanti di integrazione in funzione delle condizioni iniziali.

Ortogonalità e normalità delle forme modali rispetto alle matrici di massa e di rigidezza. Disaccoppiamento delle equazioni del moto: coordinate normali, metodo della sovrapposizione modale. Ipotesi di Rayleigh sulla matrice di smorzamento. Determinazione della matrice di smorzamento in funzione dei rapporti di smorzamento modali.

Sistemi meccanici a infiniti gradi di libertà (continui)

Esempi di strutture modellabili come sistemi meccanici a infiniti gradi di libertà (continui). Analogie e differenze con i sistemi discreti.

Fili tesi. Equazione differenziale del filo teso inestensibile. Oscillazioni libere: pulsazioni naturali e forme modali, ortogonalità delle forme modali rispetto alla massa distribuita, determinazione delle costanti di integrazione in funzione delle condizioni iniziali.



Travi inflesse. Equazione differenziale della trave tenso/presso-inflessa. Oscillazioni libere: pulsazioni naturali e forme modali, ortogonalità delle forme modali rispetto alla massa distribuita ed alla rigidezza flessionale, determinazione delle costanti di integrazione in funzione delle condizioni iniziali. Carico dinamico distribuito: determinazione della risposta dinamica col metodo della sovrapposizione modale. Effetti del carico assiale.

Discretizzazione di sistemi meccanici continui. Analisi strutturale dinamica col metodo degli elementi finiti: aspetti generali, funzioni di forma, sistemi di riferimento globale e locale, matrice di rigidezza dell'elemento, matrice di trasferimento. Travature reticolari: matrice di rigidezza per l'elemento asta reticolare piana, definizione dei carichi e delle masse nodali equivalenti ai carichi e alle masse distribuiti (equivalenza statica ed equivalenza energetica). Travature inflesse: gradi di libertà rotazionali, matrice di rigidezza per l'elemento trave inflessa piana, metodo di condensazione statica.

Pisa, 17 dicembre 2012.

Il Docente
Prof. Ing. Paolo S. VALVO