UNIVERSITÀ DI PISA

AEROELASTICITA' APPLICATA

VITTORIO CIPOLLA

Anno accademico	2018/19
CdS	INGEGNERIA AEROSPAZIALE
Codice	457II
CFU	6

Moduli	Settore/i	Tipo	Ore	Docente/i
AEROELASTICITA' APPLICATA	ING-IND/06	LEZIONI	60	VITTORIO CIPOLLA

Programma (contenuti dell'insegnamento)

Introduzione:

- Cenni storici sui fenomeni aeroelastici, definizione di aeroelasticità e spiegazione del triangolo di Collar, panoramica sui fenomeni aeroelastici statici e dinamici.
- Descrizione qualitativa dei fenomeni di ridistribuzione dei carichi, divergenza torsionale, effetti su efficacia dei comandi, inversione dei comandi, flutter, buffeting, risposta dinamica, stabilità dei velivoli.
- Nozioni su coefficienti di influenza: definizione, proprietà, metodi di calcolo per a strutture alari
- Richiami di dinamica: modello di oscillatore semplice e modello continuo di trave soggetta a flessione e torsione.

Modello di sezione alare tipica:

- Introduzione, problema della divergenza torsionale, efficacia e inversione dell'alettone

Modello di ala diritta ad elevato allungamento:

- Introduzione
- Problema della divergenza torsionale
  - Soluzioni analitiche dalla teoria della striscia, Soluzioni algebriche con la teoria della striscia, Soluzioni algebriche con la teoria della linea portante, Soluzioni dalla teoria della striscia con correzione del CL?
  - Esempio di calcolo della velocità di divergenza con varie teorie aerodinamiche, Esempi di soluzioni con metodi energetici, Sistema ala-fusoliera in condizioni di volo
- Effetti aeroelastici sulla distribuzione simmetrica di portanza: introduzione, soluzioni in forma chiusa, soluzioni in forma matriciale
- Effetti aeroelastici sulla distribuzione antisimmetrica di portanza: introduzione, soluzioni in forma chiusa, soluzioni in forma matriciale, soluzioni approssimate in forma integrale
- Effetti aeroelastici sulla distribuzione dei carichi: metodi energetici

Modello di ala a freccia:

- Introduzione qualitativa sull'aeroelasticità statica delle ali a freccia
- Definizione del modello flesso-torsionale, equazioni di equilibrio flesso-torsionali differenziali e integrali nei diversi sistemi di riferimento
- Divergenza: soluzioni analitiche, soluzioni matriciali, metodi energetici
- Effetti aeroelastici sulla distribuzione simmetrica di portanza: introduzione, soluzioni in forma chiusa, soluzioni matriciali, esempio di calcolo per un'ala a freccia
- Effetti aeroelastici sulla distribuzione antisimmetrica di portanza: introduzione, soluzioni matriciali, esempio di calcolo per un'ala a freccia
- Esempi di ali vincolate elasticamente alla fusoliera: problema della divergenza e dell'efficacia dell'alettone
- Effetti aeroelastici sulla meccanica del volo: Efficacia dei piani di coda ed elevatore, Effetti sulla stabilità statica longitudinale
- Effetti aeroelastici sulla meccanica del volo: Esempi su modello di velivolo completo

Il Flutter:

- Introduzione all'approccio dello studio del problema di flutter flesso-torsionale. Caratteristiche della condizione di flutter come velocità critica e frequenza. Classificazione delle forze aerodinamiche come masse aggiunte, smorzamenti e rigidezze. Spiegazione del fenomeno di flutter flesso-torsionale di un'ala.

- Modello bidimensionale a 2 gradi di libertà:
    - Impostazione dello studio della dinamica del modello di sezione alare rigida supportata elasticamente da molle di torsione e flessione. Definizione delle equazioni del flutter e del problema agli autovalori associato. Esempi di andamenti della velocità critica di flutter con i principali parametri adimensionali.
    - Definizione delle forze aerodinamiche per il caso quasi-stazionario e per il caso non stazionario.
    - Risoluzione del determinante di flutter tramite metodo di Theodorsen.
    - Introduzione dello smorzamento strutturale.
    - Definizione del problema della dinamica del sistema con forzanti armoniche e strategia per la determinazione della risposta dinamica del sistema. Analisi qualitativa della risposta in ampiezza al variare della frequenza della forzante e della velocità di volo. Esempi di andamenti di frequenze naturali e smorzamento con la velocità e identificazione della condizione di flutter.
    - Studio del problema di flutter attraverso la ricerca delle radici del determinante di flutter al variare della frequenza ridotta.
    - Metodo "U-g": definizione ed esempi
    - Determinazione sperimentale del fattore di smorzamento strutturale g.
    - Effetti della comprimibilità: introduzione della dipendenza delle forze aerodinamiche dal n. di Mach, possibili strategie di soluzione del problema di flutter (densità assegnata, k e M assegnati). Dipendenza della velocità d flutter da densità, velocità del suono e n. di Mach.
- Analisi del flutter con metodo dei modi assunti: introduzione e definizioni, esempi per ala incastrata alla radice, ala con moto rigido di rollio, flutter flesso-torsionale di coda, ala provvista di superficie mobile.
- Analisi del flutter con metodi numerici: introduzione, metodo "p", metodo "k", metodo "p-k" e metodo diretto.

Esercitazioni con codice NASTRAN:

- Modellazione e definizione dei problemi aeroelastici
- Impostazione e analisi di fenomeni di aeroelastici statici: ridistribuzione dei carichi e divergenza
- Impostazione e analisi di fenomeni di aeroelastici dinamici: flutter

Bibliografia e materiale didattico

- Dispense del docente disponibili presso la portineria del DICI, Sede di Aerospaziale (Via G. Caruso 8, Pisa)
- Bisplinghoff, Ashley, Halfman, "Aeroelasticity", Dover Edition (1983)

Modalità d'esame

Esame Orale

Ultimo aggiornamento 13/06/2019 17:46