



# UNIVERSITÀ DI PISA

---

## AEROELASTICITA' APPLICATA

**MARIO ROSARIO CHIARELLI**

Anno accademico 2023/24  
CdS INGEGNERIA AEROSPAZIALE  
Codice 457II  
CFU 6

Moduli	Settore/i	Tipo	Ore	Docente/i
AEROELASTICITA' APPLICATA	ING-IND/06	LEZIONI	60	MARIO ROSARIO CHIARELLI

### Obiettivi di apprendimento

#### *Conoscenze*

Conoscenze di base dei problemi legati alla interazione tra le strutture di impiego aerospaziale e i campi di forze di tipo fluidodinamico (interazioni sia statiche che dinamiche)

#### *Modalità di verifica delle conoscenze*

La valutazione si basa principalmente sulla verifica delle conoscenze di base di aeroelasticità tramite la discussione su contenuti teorici del corso e la discussione su esempi applicativi

#### *Capacità*

competenze di base per la formulazione matematica (modellazione di) di problemi aeroelastici

#### *Modalità di verifica delle capacità*

esame orale che comprende la impostazione e soluzione (in alcuni casi preliminare) di problemi aeroelastici semplificati

#### *Comportamenti*

si suggerisce agli studenti di seguire con assiduità le lezioni anche in vista dello svolgimento delle esercitazioni in laboratorio informatico (uso del codice NASTRAN)

#### *Modalità di verifica dei comportamenti*

l'esperienza del docente permette di individuare gli studenti che hanno dimostrato poco impegno durante le lezioni e di definire un quadro preliminare per la valutazione della preparazione di ciascun studente

#### *Prerequisiti (conoscenze iniziali)*

Elementi di strutture aerospaziali  
Elementi di dinamica strutturale  
Elementi di aerodinamica

#### *Corequisiti*

Conoscenze di base per l'uso di software di programmazione (es. MATLAB) e software di disegno assistito (CAD)

#### *Prerequisiti per studi successivi*

Conoscenze sulla analisi dei carichi indotti da fenomeni aeroelastici, nozioni tecniche sulla progettazione preliminare e sulle tecniche di verifica di strutture soggette a carichi aerodinamici di natura statica e dinamica



## UNIVERSITÀ DI PISA

### Indicazioni metodologiche

Lezioni teoriche ed esercitazioni pratiche in laboratorio informatico (uso di codici di calcolo dedicati: NASTRAN)

#### Programma (contenuti dell'insegnamento)

Sezione alare (2D model).

Divergenza torsionale, efficacia e inversione del comando di alettone

Ala diritta di elevato allungamento (3D model).

Divergenza torsionale (soluzioni analitiche ed algebriche basate sulla teoria della striscia, soluzioni algebriche basate sul metodo della linea portante)

Esempi di soluzioni con metodi energetici, Sistema ala-fusoliera in condizioni di volo.

Effetti aeroelastici sulla redistribuzione dei carichi: distribuzione di portanza simmetrica e antisimmetrica (cenni).

Ala a freccia di elevato allungamento (3D model).

Definizione del modello flesso-torsionale.

Divergenza: soluzioni analitiche, soluzioni matriciali, metodi energetici.

Effetti aeroelastici sulla redistribuzione dei carichi: distribuzione di portanza simmetrica e antisimmetrica (cenni).

Esempi e analisi semplificate di ali vincolate elasticamente alla fusoliera.

Effetti aeroelastici sulla meccanica del volo di un velivolo.

Flutter.

Richiami di dinamica strutturale.

Introduzione allo studio del problema di flutter flesso-torsionale.

Modello bidimensionale a 2 gradi di libertà (plunging and pitching). Definizione delle equazioni del flutter e del problema agli autovalori associato.

Risoluzione del determinante di flutter tramite metodo di Theodorsen.

Metodo "U-g": definizione ed esempi.

Modelli tridimensionali: analisi del flutter con metodo dei modi assunti: ala incastrata alla radice, ala con moto rigido di rollio, flutter flesso-torsionale di coda, ala provvista di superficie mobile.

Soluzione delle equazioni del flutter con metodi numerici: metodo "p-k" e metodo diretto.

Esercitazioni in laboratorio informatico.

Modellazione e definizione dei problemi aeroelastici.

Impostazione e analisi di fenomeni di aeroelastici statici: redistribuzione dei carichi e divergenza.

Impostazione e analisi di fenomeni di aeroelastici dinamici: flutter.

#### Bibliografia e materiale didattico

Slides delle lezioni disponibili su elearning

#### Indicazioni per non frequentanti

la mancata frequenza delle lezioni può causare difficoltà nello sviluppo della preparazione stessa e nella comprensione dei contenuti teorici del corso

Le lezioni saranno comunque video-registrate sulla pagina specifica del corso presente su teams

Gli studenti che intendano usufruire di questo servizio devono comunque contattare il docente ed essere inseriti tra i membri del team

#### Modalità d'esame

Esame orale.

Durante l'esame, oltre alla verifica della conoscenza delle nozioni teoriche

Impostazione di problemi di aeroelasticità statica e dinamica (soluzione con modelli semianalitici)

#### Stage e tirocini

Per gli studenti del corso non sono previsti a programma stage o tirocini formativi ma il docente del corso più volte è stato tutor di tirocini aziendali associati allo svolgimento della tesi di laurea magistrale

Ultimo aggiornamento 06/11/2023 11:44