UNIVERSITÀ DI PISA

# DINAMICA DEL VOLO II

## GIOVANNI MENGALI

| | |
|---|---|
| Anno accademico | 2023/24 |
| CdS | INGEGNERIA AEROSPAZIALE |
| Codice | 1032I |
| CFU | 6 |

| Moduli | Settore/i | Tipo | Ore | Docente/i |
|---|---|---|---|---|
| DINAMICA DEL VOLO II | ING-IND/03 | LEZIONI | 60 | GIOVANNI MENGALI |

### Obiettivi di apprendimento

*Conoscenze*
Il corso intende fornire allo studente le nozioni essenziali relative al comportamento dinamico del velivolo rigido, ad ala fissa, attraverso l'esame delle risposte ai comandi del pilota ed ai disturbi atmosferici. Dette risposte vengono studiate per via analitica e numerica, correlandone le caratteristiche con i parametri architetturali del velivolo e con le condizioni di volo. Un obiettivo chiave è quello di familiarizzare lo studente con i problemi legati alle qualità di volo ed alle interazioni-uomo macchina, nonché allo sviluppo di modelli che descrivono il pilota unamo. Il corso è il naturale completamento di Dinamica del Volo I. L'obiettivo fondamentale è il consolidamento delle conoscenze sugli strumenti fondamentali teorici e numerici per l'analisi della dinamica dei sistemi lineari e la sintesi dei sistemi di controllo di tipo SAS e AUTOPILOTA.

*Modalità di verifica delle conoscenze*
Esame finale orale.
L'esame consiste in un colloquio della durata di circa un'ora. Una prima domanda riguarda la discussione di un progetto assegnato durante il corso riguardante la sintesi di un sistema di controllo del volo sviluppato in ambiente Matlab/Simulink. Una seconda domanda riguarda un problema di controllo automatico applicato al modello linearizzato del velivolo.

*Capacità*
Capacità di impiego degli strumenti software disponibili nell'ambiente Matlab e Simulink per:
- simulazione numerica della risposta dinamica di sistemi lineari e non lineari
- analisi di sistemi lineari e sintesi di sistemi di controllo automatici

*Modalità di verifica delle capacità*
Prova pratica per la verifica della capacità di utilizzare gli strumenti software disponibili in ambiente Matlab e Simulink. La prova tipicamente consiste nel progetto di un sistema di controllo applicato al modello linearizzato della dinamica del velivolo rigido.

*Comportamenti*
Lo studente dovrà dimostrare di essere in grado di discutere i contenuti del corso utilizzando una terminologia appropriata e di affrontare problemi di dinamica e controllo del volo con maturità e rigore metodologico.
Lo studente dovrà dimostrare di conoscere gli strumenti software utilizzati nell'ambito del corso e di comprenderne le potenzialità, i limiti e gli ambiti di applicazione.

*Modalità di verifica dei comportamenti*
Discussione durante l'esame orale.

### Prerequisiti (conoscenze iniziali)
Per frequentare il corso è necessario avere sostenuto l'esame di Dinamica del Volo I

### Indicazioni metodologiche
Il corso si tiene in lingua italiana.
Il corso è costituito da 60 ore di:
- Lezioni teoriche (60%)

- Esercitazioni pratiche nel laboratorio informatico (40%)
La frequenza delle lezioni e delle esercitazioni è altamente consigliata.

## Programma (contenuti dell'insegnamento)

IN SINTESI
Gli argomenti includono: valutazione delle qualità di volo; metodi classici per il progetto di sistemi di controllo automatico del volo per la realizzazione di funzioni di tipo autopilota e aumento di stabilità. Definizione dei modelli di comportamento del pilota umano.

Il corso prevede l'uso di strumenti software per la simulazione numerica di sistemi dinamici e per l'analisi e la sintesi di sistemi di controllo automatici. Tali strumenti sono insegnati nel laboratorio informatico.
PROGRAMMA DETTAGLIATO

Qualita' di volo (5 ore)
Introduzione alle qualità di volo e note storiche: requisiti sui poli ed importanza degli zeri. Requisiti regolamentari: norme MIL F 8785C, serie MIL 1779 e classificazione dei requisiti.
Il controllo automatico del velivolo (25 ore)
Sistemi di controllo automatico di tipo SAS e autopilota. Indici delle prestazioni e criteri di chiusura. Sensori ed attuatori e loro modellizzazione. Retroazione sull'equilibratore delle seguenti variabili: angolo e velocità di beccheggio, errore di velocità, angolo di incidenza, accelerazione normale, quota. Esame delle conseguenti modificazioni del comportamento dinamico del velivolo.
Controllo dell'angolo di assetto, della quota, della velocità e della pendenza della traiettoria.
Retroazione sull'alettone delle seguenti variabili: angolo e velocità angolare di rollio, angolo di derapata. Retroazione sul comando di timone di direzione delle seguenti variabili: angolo di rotta, velocità angolare di imbardata, angolo di derapata, accelerazione laterale. Esame delle conseguenti modificazioni del comportamento dinamico del velivolo. Controllo dell'angolo di rollio. Coordinatore di virata.
Pilota umano (5 ore)
Caratteristiche di controllo del pilota umano. Modello di crossover. Implicazioni del modello di pilota umano sulle qualità di volo.
Esercitazioni in aula informatica
Progetto di sistemi di controllo automatico di tipo SAS e autopilota applicati alla dinamica linearizzata del velivolo rigido (25 ore)

## Bibliografia e materiale didattico

Il materiale di studio è fornito dall'insegnante sotto forma di dispense e copie di lucidi utilizzati durante le lezioni.
Il testo di approfondimento raccomandato è:
- D. Mc Ruer, I. Ashkenas, D.Graham "Aircraft Dynamics and Automatic Control" Princeton University Press 1973.
Possibili letture di approfondimento sono:
- J.H.Blakelock "Automatic Control of Aircraft and Missiles" J.Wiley & S., 1991
- B. L. Stevens, F. L. Lewis "Aircraft Control and Simulation" Wiley, 1992
- G. Mengali "Elementi di Dinamica del Volo con Matlab" Ed. ETS, Pisa 2003
- M.V. Cook "Flight Dynamics Principles" Elsevier Ltd 2007

## Indicazioni per non frequentanti

Gli studenti che non frequentano possono scaricare il materiale di studio dal sito web del corso:
http://elearn.ing.unipi.it
Home ? Anno Accademico 2023/2024
? Corsi di Laurea Specialistica/Magistrale
? Ingegneria Aerospaziale
? Dinamica del Volo II 2023/2024
Link diretto:
https://elearn.ing.unipi.it/course/view.php?id=3162
(è richiesta la registrazione preventiva)

## Modalità d'esame

L'esame consiste in una discussione del progetto assegnato durante il corso ed in un colloquio della durata di circa un'ora.
(vedere più sopra "Modalità di verifica delle conoscenze" e "Modalità di verifica delle capacità")

*Ultimo aggiornamento 21/09/2023 17:46*