

Sistemi di Controllo del Volo (FCS)

Automazione del Controllo Longitudinale F-16

Ing. Leonardo Leggeri

29 giugno 2026

1 Descrizione del Progetto

Il presente progetto descrive lo sviluppo di una suite software dedicata all'automazione del controllo longitudinale di un velivolo **F-16 Fighting Falcon**. L'obiettivo primario dell'architettura è la gestione della stabilità e della risposta dinamica lungo l'asse di beccheggio (pitch), garantendo precisione millimetrica nelle fasi di assetto variabile.

Il cuore dell'algoritmo risiede nell'elaborazione dei modelli in spazio di stato (State-Space), in cui il comportamento dinamico del velivolo viene linearizzato attorno a un punto di equilibrio operativo e gestito attraverso matrici dinamiche.

2 Implementazione Attuale: Controllo Longitudinale

Il software attuale opera filtrando ed elaborando i parametri estratti dalle matrici di sistema specifiche per la dinamica longitudinale. L'architettura prevede tecniche di controllo ottimo e predittivo (come LQR e MPC) per garantire robustezza e prontezza della risposta.

Il modello del sistema fa riferimento alle seguenti matrici:

- **Matrice di Stato (A_{long})**: Definisce come le variabili di stato (come velocità lungo l'asse X, velocità lungo l'asse Z, angolo d'attacco e velocità di beccheggio) interagiscono tra loro.
- **Matrice di Input (B_{long})**: Definisce l'autorità dei comandi attuativi, principalmente gli equilibratori (stabilizzatori orizzontali) e la spinta, sul sistema. Questa viene suddivisa in B_{ctrl} per le variabili di manipolazione e B_{wind} per la gestione delle perturbazioni esterne e del vento.

L'automazione garantisce che il velivolo mantenga i parametri desiderati anche in regimi di volo complessi, correggendo istantaneamente le perturbazioni esterne e rispettando i vincoli fisici degli attuatori (limiti di saturazione e rateo).

3 Estensioni Future: Controllo Latero-Direzionale

La struttura modulare degli script (implementati in ambiente MATLAB/Simulink) è stata progettata per essere altamente scalabile. È infatti possibile estendere l'efficacia del controllo anche alla dinamica latero-direzionale (rollio e imbardata).

L'estensione prevede una transizione metodologica chiara:

1. **Sostituzione delle Matrici**: Integrazione delle matrici A_{lat} e B_{lat} , che descrivono le interazioni tra l'angolo di derapata (sideslip), il tasso di rollio e il tasso di imbardata.

2. **Filtraggio Specifico:** Gli algoritmi verranno ricalibrati per isolare le diverse costanti di tempo tipiche dei modi latero-direzionali, quali il modo di rollio, il modo spirale e il *Dutch Roll*.
3. **Controllo Multivariabile:** L'autorità di comando verrà estesa ad alettoni e timone direzionale, mantenendo la stessa logica di automazione robusta già implementata per il beccheggio.

Avviso Legale e Copyright

Copyright © 2026 Ing. Leggeri Leonardo. Tutti i diritti riservati.

ATTENZIONE: Il presente software, i relativi modelli descritti in questo documento e il codice sorgente collegato sono di proprietà esclusiva dell'Ing. Leggeri Leonardo.

È severamente vietata la copia, la distribuzione, la trasmissione, la modifica, la vendita, la rivendita o la cessione a terzi, a qualsiasi titolo, di questo codice e del progetto in esso contenuto, senza l'esplicito e preventivo consenso scritto dell'autore.

AVVISO PENALE: L'appropriazione indebita, la distribuzione non autorizzata o la vendita a terzi di questo software senza autorizzazione costituiscono una violazione diretta del diritto d'autore e del segreto industriale. Tali azioni costituiscono reato e l'autore si riserva il diritto di agire in tutte le sedi opportune (civili e penali) per il risarcimento dei danni subiti, come previsto dalla legge in materia di proprietà intellettuale e diritto d'autore.