

# Progetti di Controlli Automatici - T

## Tipologia II: Controllo della posizione verticale di un Bell-Boeing V-22 Osprey

Il velivolo in considerazione può funzionare sia come aereo sia come elicottero. Si considera un modello approssimato della dinamica verticale



Figure 1: Bell-Boeing V-22 Osprey

del Boeing, per la quale si vuole progettare un controllore che permetta di mantenere fissata una certa posizione verticale desiderata.

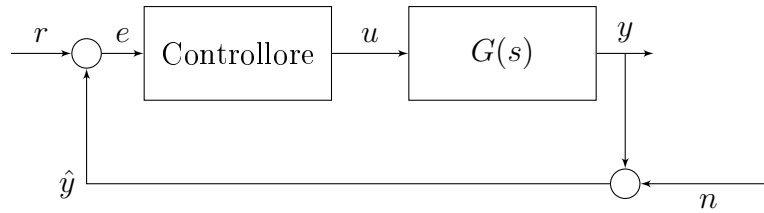
Un modello approssimato, linearizzato e già validato della dinamica di interesse del velivolo ha portato alla seguente funzione di trasferimento:

$$G(s) = \frac{\mu}{(\tau_{p1}s + 1)(\tau_{p2}s + 1)(s^2 + 2\delta\omega s + \omega^2)} \quad (1)$$

in cui l'ingresso  $u$  rappresenta la velocità di rotazione dei motori (la quale determina la spinta che l'aereo riceve verso l'alto) e l'uscita  $y$  è la posizione verticale del velivolo.

Qui i poli complessi coniugati rappresentano una dinamica secondaria dovuta, ad esempio, alla flessibilità della struttura che è sottoposte a un grande sforzo tra il peso dell'aereo e la spinta dei motori.

Lo schema di controllo considerato è il seguente:



Il controllore deve rispettare alcune specifiche implementative quali avere errore a regime limitato superiormente da  $\epsilon$  in risposta a un riferimento a gradino. Inoltre deve essere garantito un margine di fase  $\geq M_f$ . Si richiede poi che la massima sovraelongazione sia del  $S\%$  garantendo però un tempo di assestamento al  $T\%$  inferiore a  $T_a$ .

La misura dell'uscita (posizione verticale) fatta tramite GPS è sporcata da un rumore di misura che deve essere attenuato di almeno  $B_n$  volte. Il rumore in questione è il disturbo  $n(t)$  nel diagramma a blocchi che ha contenuto frequenziale a partire dalla frequenza  $\omega_n [\frac{rad}{s}]$  ed ampiezza  $A_n$ .

(Opzionale) Come punto aggiuntivo si richiede di spingere al massimo le performance del sistema riducendo quanto più possibile il tempo di assestamento al  $T\%$  e fornire un paragone tra le velocità (azioni di controllo generate dal regolatore) richieste ai motori in questione.

Riassunto delle specifiche:

- Garantire errore a regime limitato superiormente da  $\epsilon$  con riferimento a gradino.
- Garantire un margine di fase della funzione di trasferimento complessiva  $\geq M_f$ .
- Garantire un tempo di assestamento a regime dell'uscita ( $y$ ): tempo di assestamento al  $T\%$  inferiore a  $T_a$ .

- Garantire massima sovraelongazione sia del  $S_{\%}$ .
- Abbattere il disturbo sull'uscita  $n$  di almeno  $B_n$  volte.
- Opzionale: Ridurre il più possibile il tempo di assestamento facendo un paragone sulle azioni di controllo generate.

$G$	a	b	c
$\mu$	50	30	150
$\tau_{p1}$	15	20	10
$\tau_{p2}$	30	40	35
$\delta$	0.8	0.8	0.8
$\omega$	0.5	0.5	0.5
$M_f$	40	40	40
$S_{\%}$	5	5	5
$T_a$	15	10	15
$T_{\%}$	1 %	5 %	1 %
$\omega_n$	100	100	100
$A_n$	0.015	0.02	0.03
$B_n$	20	20	20
$\epsilon$	3 %	3 %	3 %

Table 1: Parametri per la tipologia 2