

Sia dato un velivolo bimotore, propulso a elica, in volo alla quota del mare, caratterizzato dai dati riportati nelle tabelle seguenti.

Tabella 1 Dati globali del velivolo.

Massa totale, $m = W/g$	2700 kg
Coefficiente di resistenza a portanza nulla, C_{D_0}	0,032
Fattore di Oswald della polare, e_{tot}	0,79
Posizione adimensionale del baricentro rispetto al bordo d'attacco della corda media aerodinamica, X_{cg}/\bar{c}	0,260

Tabella 3 Dati caratteristici dell'ala. (Continua)

Apertura, b	13,90 m
Corda di radice, c_r	1,78 m
Rapporto di rastremazione, $\lambda = c_t/c_r$	0,55
Gradiente del coefficiente di portanza del profilo alare, $C_{l_{\alpha,w}}$ (dato 2D)	0,105 deg ⁻¹
Svergolamento geometrico d'estremità, ε_t	-1,50 deg
Angolo di portanza nulla dell'ala, $\alpha_{0L,w}$ (dato 3D)	-1,27 deg
Calettamento della corda di radice rispetto alla retta di riferimento della fusoliera, i_w	2,5 deg
Posizione adimensionale del centro aerodinamico dell'ala rispetto al bordo d'attacco della corda media aerodinamica, $X_{ac,w}/\bar{c}$ (dato 3D)	0,28

Tabella 4 Dati caratteristici dell'impennaggio orizzontale.
Forma in pianta rettangolare, profilo simmetrico.

Superficie di riferimento, S_H	4,60 m ²
Apertura, b_H	4,60 m
Distanza del centro aerodinamico dell'impennaggio dal centro aerodinamico dell'ala, $X_{ac,H} - X_{ac,w}$	4,90 m
Corda di radice, $c_{r,H}$	1,00 m
Gradiente del coefficiente di portanza del profilo alare, $C_{l_{\alpha,H}}$ (dato 2D)	0,11 deg ⁻¹
Fattore di Oswald, e_H (di resistenza indotta)	0,90
Rapporto delle pressioni dinamiche, $\eta_H = \bar{q}_H/\bar{q}_\infty$	0,95
Calettamento dell'impennaggio orizzontale, i_H	-2,0 deg
Fattore di efficacia dell'elevatore, τ_e	0,38
Gradiente del coefficiente di momento di cerniera, $C_{H_{\alpha,e}}$	-0,0076 deg ⁻¹
Gradiente del coefficiente di momento di cerniera, $C_{H_{\delta_e,e}}$	-0,0140 deg ⁻¹
Corda di riferimento dell'equilibratore, \bar{c}_e	0,30 m

Tabella 2 Dati della fusoliera.

Coefficiente di momento di beccheggio a portanza nulla, $C_{M_{0,f}}$	-0,061
Gradiente del coefficiente di momento di beccheggio, $C_{M_{\alpha,f}}$	0,0065 deg ⁻¹
Gradiente del coefficiente di momento di imbardata, $C_{N_{\beta,f}}$	-0,00142 deg ⁻¹

Tabella 3 (Continua dalla precedente)

Dati caratteristici dell'ala.

Coefficiente di momento di beccheggio intorno al centro aerodinamico alare, $C_{M_{ac,w}}$ (dato 3D)	-0,074
Fattore di Oswald, e_w (di resistenza indotta)	0,87
Posizioni adimensionali in apertura delle sezioni estreme degli alettoni, (η_{inner} ; η_{outer})	0,70; 0,95
Fattore di efficacia dell'alettone, τ_a	0,40
Angolo di freccia del bordo d'attacco, Λ_{le}	12,0 deg
Angolo di diedro, Γ	6,0 deg

Tabella 5 Dati caratteristici dell'impennaggio verticale.

Superficie di riferimento, S_V	3,70 m ²
Distanza del centro aerodinamico dell'impennaggio dal baricentro del velivolo, l_V	5,75 m
Distanza verticale media tra il centro aerodinamico dell'impennaggio verticale e la direzione della velocità, h_V	1,35 m
Gradiente del coefficiente di portanza dell'impennaggio, $C_{L_{\alpha,v}}$ (dato 3D)	3,04 rad ⁻¹
Rapporto delle pressioni dinamiche, $\eta_V = \bar{q}_V/\bar{q}_\infty$	1,00
Fattore di efficacia del timone, τ_r	0,48
Gradiente dell'angolo di <i>sidewash</i> , $d\sigma/d\beta$	0,12

Tabella 6 Dati del sistema propulsivo. Si veda la figura 1. (velivolo *bimotore* a elica, propulsori alari).

Diametro dell'elica, D_p	2,2 m
Gradiente dell'angolo di <i>upwash</i> in corrispondenza delle eliche, $d\varepsilon_u/d\alpha_B$	0,420
Gradiente del coefficiente di forza normale dell'elica, $dC_{N_p}/d\alpha_p$	0,0032 deg ⁻¹
Distanza longitudinale del punto di applicazione della spinta dal baricentro, X_T	1,30 m
Distanza laterale del motore destro, Y_T	3,20 m
Distanza verticale del punto di applicazione della spinta dal baricentro, Z_T	0,030 m

QUESITI

8 pt

(1) L'asse stabilità x_s è l'asse baricentrico coincidente con la proiezione del vettore velocità nel piano di simmetria del velivolo. Si consideri il momento di rollio \mathcal{L} intorno all'asse stabilità. Dire quale derivata aerodinamica di \mathcal{L} dipende dall'angolo d'attacco di volo e giustificarne i motivi, con l'aiuto di opportuni disegni.

Domanda di TEORIA

QUESITI

A

8 pt

(2) Velivolo in condizione di volo orizzontale, equilibrato, ad ali livellate, ad una velocità $V = 220 \text{ km/h}$. Ciascun motore eroga una potenza all'albero $\Pi_a = 90,0 \text{ kW}$ (*Shaft Horse Power, SHP*). Ciascuna elica funziona alla velocità angolare $\Omega_p = 2800 \text{ giri/min}$ e produce, oltre ad un'aliquota di spinta, anche una forza N_p appartenente al piano del disco e diretta verso l'alto (figura 1). Tale forza si esprime adimensionalmente come $C_{N_p} = N_p / (q_\infty S_p)$, con S_p l'area del disco dell'elica. Nella tabella 6 è dato il gradiente $dC_{N_p} / d\alpha_p$, dove α_p è l'angolo d'attacco della corrente in corrispondenza del disco dell'elica.

Si risponda ai seguenti punti: **(a)** per l'assegnato calettamento del piano orizzontale i_H , calcolare l'angolo d'attacco di volo (rispetto alla retta di riferimento della fusoliera) e la corrispondente deflessione dell'equilibratore a comandi bloccati; **(b)** determinare il carico di equilibrio L_H , in modulo e segno, agente sul piano orizzontale di coda a comandi bloccati, valutandone l'entità in percentuale rispetto alla portanza totale; **(c)** determinare il momento di cerniera di comando $\mathcal{H}_{e,C}$, cioè la coppia richiesta a "bloccare" l'equilibratore.

5 pt

(3) Determinare la posizione dei punti neutri a comandi bloccati e liberi del velivolo assegnato. Tener conto dell'effetto della forza normale N_p esercitata dalle eliche.

7 pt

(4) Alla velocità di volo di 220 km/h , considerando una deflessione degli alettoni $\delta_a = 10^\circ$ ed un angolo di derapata $\beta = 5^\circ$, determinare la velocità angolare di rollio stabilizzato p espressa in deg/s .

NOTE

- ▷ Laddove è richiesto applicare l'equazione di equilibrio alla traslazione lungo la normale alla traiettoria, si approssimi per semplicità la portanza totale con quella generata dalla sola ala.
- ▷ Una deflessione positiva degli alettoni si ha quando l'alettone destro si abbassa.

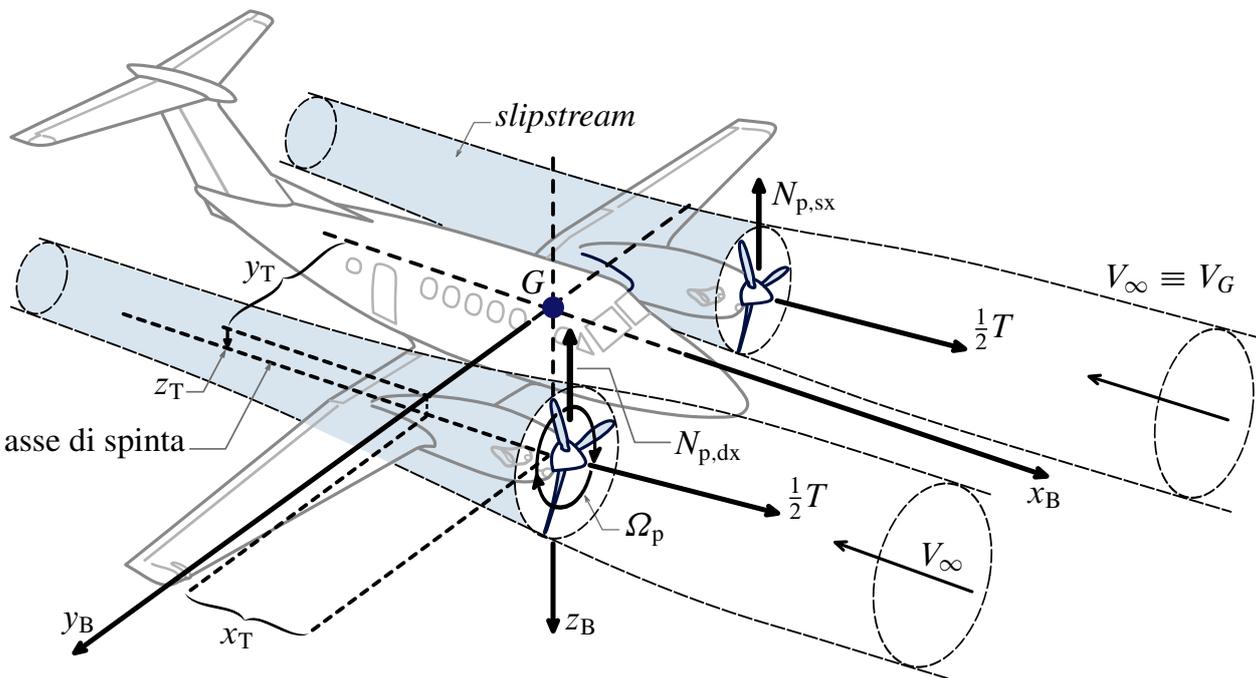


Figura 1 Velivolo bimotore. Nomenclatura delle grandezze che caratterizzano i due moto-propulsori.