

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, $m = W/g$	2200 kg
Coefficiente di resistenza a portanza nulla, C_{D_0}	0,030
Fattore di Oswald della polare, e_{tot}	0,80
Posizione adimensionale del baricentro rispetto al bordo d'attacco della corda media aerodinamica, X_{cg}/\bar{c}	0,30

Tabella 3 Dati caratteristici dell'ala. (Continua)

Apertura, b	13,00 m
Corda di radice, c_r	1,60 m
Rapporto di rastremazione, $\lambda = c_t/c_r$	0,50
Gradiente del coefficiente di portanza del profilo alare, $C_{l_{\alpha,W}}$ (dato 2D)	0,105 deg ⁻¹
Svergolamento geometrico d'estremità, ε_t	-2,00 deg
Angolo di portanza nulla dell'ala, $\alpha_{0L,W}$ (dato 3D)	-0,56 deg
Calettamento della corda di radice rispetto alla retta di riferimento della fusoliera, i_w	2,0 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	2,88 m ²
Apertura, b_H	3,60 m
Distanza del centro aerodinamico dell'impennaggio dal centro aerodinamico dell'ala, $X_{ac,H} - X_{ac,W}$	5,00 m
Corda di radice, $c_{r,H}$	0,80 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	-3,0 deg
Fattore di efficacia dell'elevatore, τ_e	0,43
Gradiente del coefficiente di momento di cerniera, $C_{\mathcal{H}_{\alpha,e}}$	-0,0070 deg ⁻¹
Gradiente del coefficiente di momento di cerniera, $C_{\mathcal{H}_{\delta_e,e}}$	-0,0130 deg ⁻¹
Corda di riferimento dell'equilibratore, \bar{c}_e	0,24 m

Tabella 2 Dati della fusoliera.

Coefficiente di momento di beccheggio a portanza nulla, $C_{\mathcal{M}_{0,f}}$	-0,060
Gradiente del coefficiente di momento di beccheggio, $C_{\mathcal{M}_{\alpha,f}}$	0,0045 deg ⁻¹
Gradiente del coefficiente di momento di imbardata, $C_{\mathcal{N}_{\beta,f}}$	-0,00480 deg ⁻¹

Tabella 3 (Continua dalla precedente)
Dati caratteristici dell'ala.

Coefficiente di momento di beccheggio intorno al centro aerodinamico alare, $C_{\mathcal{M}_{ac,W}}$ (dato 3D)	-0,073
Fattore di Oswald, e_W (di resistenza indotta)	0,90
Posizioni adimensionali in apertura delle sezioni estreme degli alettoni, (η_{inner} ; η_{outer})	0,70; 1,00
Fattore di efficacia dell'alettone, τ_a	0,38
Angolo di freccia del bordo d'attacco, Λ_{le}	10,0 deg
Angolo di diedro, Γ	5,0 deg

Tabella 5 Dati caratteristici dell'impennaggio verticale.

Superficie di riferimento, S_V	3,00 m ²
Distanza del centro aerodinamico dell'impennaggio dal baricentro del velivolo, l_V	5,00 m
Distanza verticale media tra il centro aerodinamico dell'impennaggio verticale e la direzione della velocità, h_V	1,50 m
Gradiente del coefficiente di portanza dell'impennaggio, $C_{L_{\alpha,V}}$ (dato 3D)	3,32 rad ⁻¹
Rapporto delle pressioni dinamiche, $\eta_V = \bar{q}_V/\bar{q}_\infty$	1,00
Fattore di efficacia del timone, τ_r	0,50
Gradiente dell'angolo di <i>sidewash</i> , $d\sigma/d\beta$	0,13

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

Diametro dell'elica, D_p	2,0 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	3,00 m
Distanza verticale del punto di applicazione della spinta dal baricentro, Z_T	0,030 m

QUESITI

(1) Ricavare e discutere la formula di calcolo di $C_{\mathcal{M}_{ac,W}}$, coefficiente di momento di beccheggio dell'ala intorno al proprio centro aerodinamico. Spiegare perché questo coefficiente andrebbe a modificarsi per effetto della deflessione dei flap.

Domanda di TEORIA

QUESITI

B

7 pt

(2) Velivolo in condizione di volo orizzontale, equilibrato, ad ali livellate, ad una velocità $V = 200 \text{ km/h}$. Ciascuna elica 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;

7 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. Calcolare inoltre l'angolo d'attacco, la velocità, e la potenza necessaria all'equilibrio a comandi liberi.

7 pt

(4) In condizioni di decollo — considerare un incremento di C_{D_0} di 0,015 — il velivolo procede alla velocità di volo $V^* = 150 \text{ km/h}$. Si consideri una raffica proveniente dalla destra del pilota con velocità $V_{\text{gust}} = 20 \text{ km/h}$ e la piantata del motore sinistro. Calcolare la deflessione del timone e degli alettoni per volare con le ali livellate.

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.

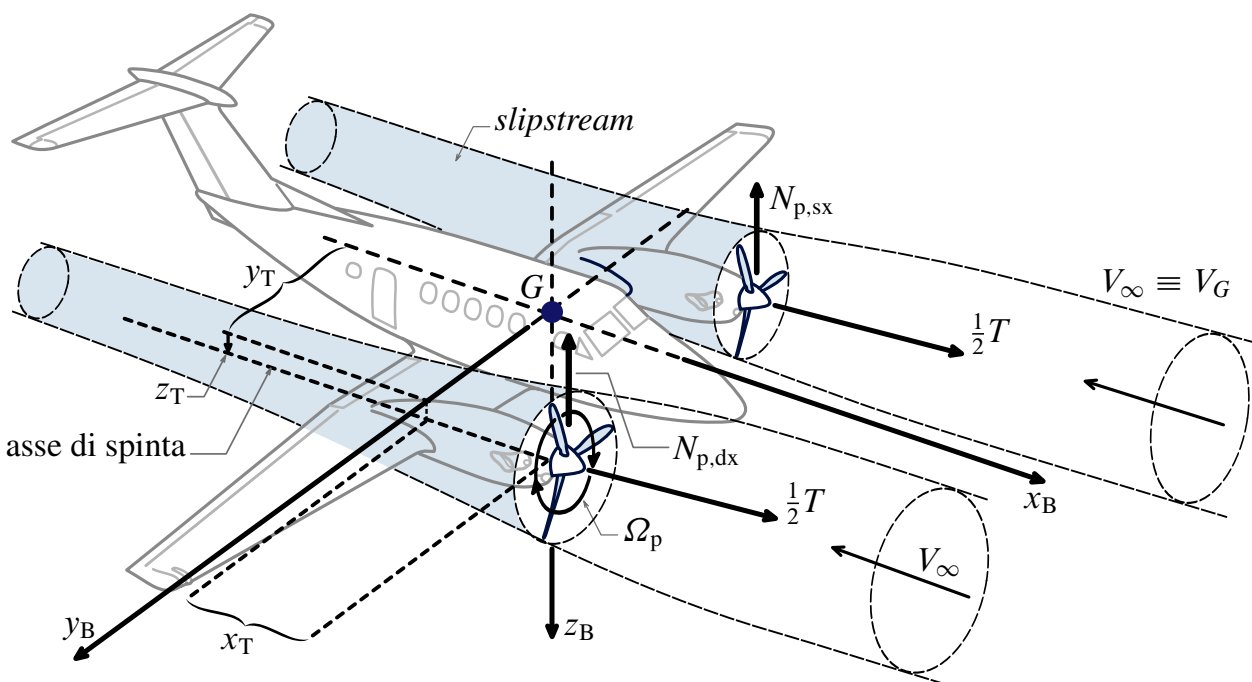


Figura 1 Velivolo bimotore. Nomenclatura delle grandezze che caratterizzano i due moto-propulsori.