

ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI INGEGNERE  
PRIMA SESSIONE 2016 – SEZIONE B  
SETTORE INDUSTRIALE  
Prova Pratica di Progettazione  
TEMA N. 14: AEROSPAZIALE

Un velivolo in condizione di volo orizzontale, equilibrato, ad ali livellate, ad una velocità  $V = 200$  km/h. Ciascun motore eroga una potenza all'albero  $\Pi_a = 65$  kW (Shaft Horse Power, SHP). Ciascuna elica funziona alla velocità angolare  $\Omega = 2800$  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. Tale forza si esprime adimensionalmente come  $N_p/(q \cdot \alpha_p)$ , con  $\alpha_p$  l'area del disco dell'elica. Nella tabella è dato il gradiente  $dC_{np}/d\alpha_p$ , dove  $\alpha_p$  è l'angolo d'attacco della corrente in corrispondenza del disco dell'elica.

Si risponda ai seguenti punti: (a) calcolare l'angolo d'attacco di volo (rispetto alla retta di riferimento della fusoliera), per l'assegnato calettamento del piano orizzontale  $i_h$ , e la corrispondente deflessione dell'equilibratore a comandi bloccati;

(b) calcolare il rendimento  $\eta_p$  delle eliche;

(c) 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;

(d) calcolare il coefficiente di momento di cerniera dell'equilibratore a comandi bloccati  $C_{He}$  in condizioni di equilibrio, interpretandone il segno alla luce della sua definizione;

(e) in base ai dati della tabella, disegnare il grafico del  $C_{He}$  in funzione  $\alpha_h$  (espresso in deg) per un  $\delta\epsilon$  relativo alla condizione di equilibrio considerata e per un  $\delta\epsilon = -5^\circ$ ;

(f) determinare il momento di cerniera di comando  $H_{e,C}$ , cioè la coppia richiesta a "bloccare" l'equilibratore.

**TABELLA DEI DATI**

Massa totale, $m = W/g$	2500 kg	Coefficiente di momento di beccheggio intorno al centro aerodinamico alare, $C_{M_{ac,w}}$ (dato 3D)	-0,073
Coefficiente di resistenza a portanza nulla, $C_{D_0}$	0,030	Fattore di Oswald, $e_w$ (di resistenza indotta)	0,87
Fattore di Oswald della polare, $e_{tot}$	0,79	Posizioni adimensionali in apertura delle sezioni estreme degli alettoni, ( $\eta_{inner}$ ; $\eta_{outer}$ )	0,70; 0,95
Posizione adimensionale del baricentro rispetto al bordo d'attacco della corda media aerodinamica, $X_{cg}/\bar{c}$	0,280	Fattore di efficacia dell'alettone, $\tau_a$	0,40
Apertura, $b$	13,80 m	Angolo di freccia del bordo d'attacco, $\Lambda_{le}$	12,0 deg
Corda di radice, $c_r$	1,78 m	Angolo di diedro, $\Gamma$	5,0 deg
Rapporto di rastremazione, $\lambda = c_t/c_r$	0,55	Superficie di riferimento, $S_V$	3,70 m <sup>2</sup>
Gradiente del coefficiente di portanza del profilo alare, $C_{l_{\alpha,w}}$ (dato 2D)	0,105 deg <sup>-1</sup>	Distanza del centro aerodinamico dell'impennaggio dal baricentro del velivolo, $l_V$	5,75 m
Svergolamento geometrico d'estremità, $\epsilon_t$	-1,50 deg	Distanza verticale media tra il centro aerodinamico dell'impennaggio verticale e la direzione della velocità, $h_V$	1,35 m
Angolo di portanza nulla dell'ala, $\alpha_{0L,w}$ (dato 3D)	-1,05 deg	Gradiente del coefficiente di portanza dell'impennaggio, $C_{L_{\alpha,v}}$ (dato 3D)	3,04 rad <sup>-1</sup>
Calettamento della corda di radice rispetto alla retta di riferimento della fusoliera, $i_w$	2,5 deg	Rapporto delle pressioni dinamiche, $\eta_V = \bar{q}_V/\bar{q}_\infty$	1,00
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	Fattore di efficacia del timone, $\tau_r$	0,48
		Gradiente dell'angolo di <i>sidewash</i> , $d\sigma/d\beta$	0,12

ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI INGEGNERE  
 PRIMA SESSIONE 2016 – SEZIONE B  
 SETTORE INDUSTRIALE  
 Prova Pratica di Progettazione  
 TEMA N. 14: AEROSPAZIALE

Superficie di riferimento, $S_H$	4,60 m <sup>2</sup>	Diametro dell'elica, $D_p$	2,2 m
Apertura, $b_H$	4,60 m	Gradiente dell'angolo di <i>upwash</i> in corrispondenza delle eliche, $d\varepsilon_u/d\alpha_B$	0,420
Distanza del centro aerodinamico dell'impennaggio dal centro aerodinamico dell'ala, $X_{ac,H} - X_{ac,W}$	4,90 m	Gradiente del coefficiente di forza normale dell'elica, $dC_{N_p}/d\alpha_p$	0,0032 deg <sup>-1</sup>
Corda di radice, $c_{r,H}$	1,00 m	Distanza longitudinale del punto di applicazione della spinta dal baricentro, $X_T$	1,30 m
Gradiente del coefficiente di portanza del profilo alare, $C_{l_{\alpha,H}}$ (dato 2D)	0,11 deg <sup>-1</sup>	Distanza laterale del motore destro, $Y_T$	3,20 m
Fattore di Oswald, $e_H$ (di resistenza indotta)	0,90	Distanza verticale del punto di applicazione della spinta dal baricentro, $Z_T$	0,030 m
Rapporto delle pressioni dinamiche, $\eta_H = q_H/q_\infty$	0,95		
Calettamento dell'impennaggio orizzontale, $i_H$	-2,0 deg		
Fattore di efficacia dell'elevatore, $\tau_e$	0,38		
Gradiente del coefficiente di momento di cerniera, $C_{M_{\alpha,e}}$	-0,0076 deg <sup>-1</sup>		
Gradiente del coefficiente di momento di cerniera, $C_{M_{\delta_e,e}}$	-0,0140 deg <sup>-1</sup>		
Corda di riferimento dell'equilibratore, $\bar{c}_e$	0,30 m		
Coefficiente di momento di beccheggio a portanza nulla, $C_{M_{0,f}}$	-0,059		
Gradiente del coefficiente di momento di beccheggio, $C_{M_{\alpha,f}}$	0,0062 deg <sup>-1</sup>		
Gradiente del coefficiente di momento di imbardata, $C_{N_{\beta,f}}$	-0,00122 deg <sup>-1</sup>		