

MECCANICA DEL VOLO - MODULO PRESTAZIONI

Esame scritto del 20 Dicembre 2011 – Tempo a disposizione 3 ore

PARTE 1 (tempo indicativo 60 minuti)

- 1-1 Parlare del punto E della polare parabolica ed specificare la sua importanza fisica individuandolo sulle curve di spinta necessaria e potenza necessaria al volo orizzontale (polari tecniche) al variare della quota. Dimostrare che nel punto E si ha $CD=X \cdot CDo$.
- 1-2 Discutere il volo librato (disegnare la curva odografa anche al variare della quota) e ricavare le equazioni che lo governano andando a mettere in evidenza a quali assetti un aliante deve volare per avere il minimo rateo di discesa e per percorrere la massima distanza. Come si potrebbe ricavare il tempo massimo di volo di un aliante a partire da una certa quota ?
- 1-3 Come fa un sistema propulsivo generico a produrre spinta ? Cosa si intende per efficienza generica di un sistema propulsivo (Efficienza di Froude) ? Da chi dipende (ricavare la formula e fornire indicazioni sui valori per motori a getto (sia turbogetto puro che turbofan) e per un motore accoppiato ad un elica). Citare il *jet velocity coefficient*.
- 1-4 Ricavare l'espressione dell'autonomia di distanza di un velivolo propulso a getto nel caso di programma di volo a quota ed assetto costante (formula Breguet). Partire dalla definizione di consumo specifico. Discutere dell'assetto di massima autonomia per i velivoli a getto e dell'effetto della quota. Il programma di volo trattato, è quello realmente usato dai velivoli da trasporto ?

PARTE 2 (tempo orient. 2 ore) **ELICA 12 PUNTI (3 per a b c d); JET 8 PUNTI**

Dato un velivolo bimotore **turboelica** da trasporto regionale caratterizzato dai seguenti dati :

$W=20000$ Kg $S=60$ m² $b=28$ m $CDo=0.025$ $e=0.80$ CL_{MAX} (pulito) = 1.50

W_f (peso combustibile) = 3000 Kg

$\Pi_{a0} = 2$ motori da 2700 hp η_p (rendimento elica) = 0.80 $SFC=0.6$ lb/(hp h)

(Motore turboelica, stimare il K_v dal grafico).

Per alcuni calcoli bisogna considerare un particolare punto caratteristico della polare.

- Valutare i punti caratteristici DELLA POLARE (CL , CD , E) e velocità, spinta e potenza necessarie in tali punti alla quota di crociera di 5000 m (Fare una tabellina riepilogativa)
- Valutare la velocità massima col metodo iterativo alla quota di 5000 m (stimare K_v del motore t_{prop} dal grafico).
- Valutare il massimo rateo di salita del velivolo al livello del mare e stimare (assumendo variazione lineare del massimo RC con la quota) il tempo che il velivolo impiega ad arrivare alla quota di crociera (5000 m).
- Valutare la massima autonomia di distanza del velivolo (assetto e quota costante) e specificare la velocità (TAS) che il velivolo deve avere ad inizio e fine tratta e la velocità che dovrà vedere il pilota ($CAS=EAS$) sull'anemometro per massimizzare la tratta, sempre ad inizio e fine crociera.

Dato un velivolo a getto **BIMOTORE** tipo Boeing 737 caratterizzato dai seguenti dati

$W=60000$ Kg $S=100$ m² $b=30$ m $CDo=0.018$ $e=0.80$ CL_{MAX} (pulito) = 1.40 $CL_{MAX_TO}=2.0$

W_f (peso combustibile) = 10000 Kg $M_{DD} = 0.83$ (Mach di divergenza della resistenza)

T_o = (spinta massima al decollo di ogni motore turbofan) 10000 Kgf

(assumere quindi $T_{o_TOT} = 20\ 000$ kgf) (cioè 20 tonnellate)

$SFCJ=0.7$ lb/(lb h)

- Valutare la velocità massima (massimo grado ammissione) del velivolo prima senza effetti della comprimibilità e poi tenendo conto del Mach di Divergenza della resistenza specificato **alla quota di 10000 m**. Riportare velocità in Km/h e nodi (Kts) ed anche il valore del numero di Mach.
- Calcolare la corsa di decollo(corsa al suolo + involo) a livello del mare (S/L). Per la valutazione della corsa al suolo si faccia l'approssimazione di considerare la spinta (valutata dal grafico assegnato) e tutte le altre forze agenti costanti con la velocità, ma valutate in corrispondenza di una particolare velocità media di riferimento (metodo 2 riportato negli appunti). Tale velocità è una frazione della velocità di lift-off .

Si assumano i seguenti dati :

V_{LO} (Lift Off) = 1.1 V_{S_TO} $V_2=1.2$ V_{S_TO} V_2 : Velocità di passaggio sull'ostacolo

ΔCDo (carrelli + flap) = 0.020 K_{ES} (riduzione resistenza indotta per effetto suolo) = 0.90

μ = coeff attrito volvente = 0.030 CL_G (CL di rullaggio) = 0.70

Assumere, per la corsa di involo, una velocità media tra lift-off ed involo (=1.15 V_{S_TO}) ed un CL pari a 0.90 del CL_{MAX_TO} per la stima del fattore di carico n e del raggio R della traiettoria di involo.

Per la corsa al suolo partire dalla relazione :

$$S_G = \int_0^{V_{LO}} dS \quad \text{e legare l'accelerazione a tutte le forze agenti.}$$

Assumere accelerazione costante (metodo 2 degli appunti) assunta pari ad un valore stimato medio.

Ai fini della stima del valore della spinta dei motori turbo fan alla velocità di riferimento (frazione della V_{LO}) usare il grafico dato (SPINTA TURBOFAN IN DECOLLO).