

## MECCANICA DEL VOLO - MODULO PRESTAZIONI

Esame scritto del 8 febbraio 2012 – Tempo a disposizione 3 ore

### PARTE 1 (tempo indicativo 60 minuti)

- 1-1 Parlare dell'area parassita equivalente  $f$  di un velivolo. Come si può rappresentare? Perché è importante? Perché è una vera misura della resistenza offerta dal velivolo? (mentre il CDo non lo è a rigore?). Come è possibile fare una stima in fase di progetto preliminare (per via statistica) del valore di  $f$  (e di CDo) per un dato velivolo?
- 1-2 Ricavare l'espressione analitica della velocità massima di equilibrio (massima ammissione) in volo livellato per un velivolo propulso a getto (partire dalla condizione  $T=D$ ) assumendo spinta del motore costante con la velocità e pari a  $T$ . Mettere in evidenza la dipendenza di tale velocità dai parametri di progetto del velivolo.
- 1-3 Parlare del funzionamento di un motore a getto (ciclo Bryton). Fare un disegno schematico dei vari componenti del motore. Che cosa differenzia un turbogetto da un turbofan? Che ordine di grandezza ha il consumo specifico di un motore turbogetto puro? E quello di un turbofan ad alto rapporto di by-pass (HBPR)?
- 1-4 Affrontare il problema del calcolo della massima autonomia di distanza (formula Breguet) per un velivolo propulso ad elica partendo dalla definizione di consumo specifico. Cos'è il fattore di autonomia? Perché racchiude 3 rendimenti?

### PARTE 2 (tempo orient. 2 ore) ELICA (3 per a-b-c 4-d) 13 pt;

Dato un velivolo **bimotore ad elica** tipo Beechcraft KingAir con i seguenti dati:

$W=4400$  Kg     $S=27$  m<sup>2</sup>     $b=15$  m     $W_f$  (peso combustibile) = 700 Kg

$CD_o=0.028$      $e=0.80$      $CL_{MAX}$  (pulito) = 1.60

$W_f$  (peso combustibile) = 700 Kg

$\Pi_{ao} = 2 \times 550$  hp = 1100 hp (Motori turboelica, usare il Kv)

$\eta_P$  (rendimento elica) = 0.8     $SFC=0.5$  lb/(hp h)



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

- Valutare i punti caratteristici DELLA POLARE ( $CL$ ,  $CD$ ,  $E$ ) e velocità [Km/h], spinta [Kgf] e potenza necessarie [kW] 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**.
- Valutare il massimo rateo di salita in [m/s] e [ft/min] a livello del mare **in condizioni di un motore inoperativo** (OEI) e calcolare la massima quota (quota tangenza pratica,  $RC_{MAX}=0.5$  m/s) raggiungibile in tali condizioni. Essendo le velocità di interesse basse, trascurare il Kv in questa prestazione.
- Impostare il problema e calcolare la massima autonomia di distanza (Range) del velivolo e la velocità (CAS) che il pilota dovrà tenere ad inizio e fine crociera. Se il pilota imposta una crociera inizialmente ad una velocità (CAS) di 300 km/hr, tenendo bloccato l'assetto, quale sarà l'autonomia di distanza?

Dato un velivolo **a getto** Business Jet tipo Cessna Citation:

$W=10200$  Kg     $S=29$  m<sup>2</sup>     $b=16.5$  m

$CD_o=0.020$      $e=0.80$      $CL_{MAX}$  (pulito) = 1.50     $CL_{MAX\_TO}=2.1$

$W_f$  (peso combustibile) = 2000 Kg

$T_o$  = (spinta max al decollo di ogni motore turbofan) 2000 Kgf

=> (assumere quindi  $T_{o\_TOT}=4000$  kgf)

$SFC=0.5$  lb/(lb h)



- Il velivolo deve essere usato per monitoraggio. Valutare la massima autonomia oraria del velivolo alla quota di 10000 m. Che numero di Mach (velocità TAS) e che velocità in [kts] (CAS) dovrà impostare il pilota per avere tale autonomia nell'ipotesi di mantenere quota costante? Che velocità dovrà tenere alla fine della missione?
- 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) = **1.10**  $V_{S\_TO}$

$V_2=1.2$   $V_{S\_TO}$      $V_2$ : Velocità di passaggio sull'ostacolo

$\Delta CDo$  (carrelli + flap) = **0.020**

$K_{ES}$  (riduzione resistenza indotta per effetto suolo) = **0.70**

$\mu$  = coeff attrito volvente = **0.030**

$CL_G$  (CL di rullaggio) = **0.70**

Assumere, per la corsa di involo fino al superamento **ostacolo a 15 m**, una velocità media tra la  $V_{LO}$  e la  $V_2$  ed un  $CL$  pari a **0.90** del  $CL_{MAX\_TO}$  per la stima del raggio  $R$  della traiettoria di involo.

Per la corsa al suolo partire dalla relazione:

$$S_G = \int_0^{V_{LO}} dS$$

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 turbofan alla velocità di riferimento (frazione della  $V_{LO}$ ) usare il grafico dato (SPINTA TURBOFAN IN DECOLLO).