

## MECCANICA DEL VOLO - MODULO PRESTAZIONI

### Esame scritto del 14 Giugno 2012 – Tempo a disposizione 3 ore

#### PARTE 1 (tempo indicativo 1 ora)

- 1-1** Parlare della quota-pressione. Perché la pressione barometrica esterna è una informazione utile per il pilota di un velivolo ? Fare un semplice schema di come vengono misurate velocità e quota su un velivolo a partire da alcune pressioni.
- 1-2** Parlare del punto P e ricavare le espressioni dei parametri aerodinamici in tale punto. Riportare il punto su grafici generici di polare e polari tecniche (curve resistenza e potenza necessaria) a due quote. Se la velocità in volo livellato di un dato velivolo nel punto E ad una quota è di 100 Km/hr, quale sarà il valore di V alla stessa quota nel punto P ?
- 1-3** Parlare del motore a getto (turbogetto puro), descrivere sommariamente i suoi componenti ed il principio di funzionamento (ciclo Brayton) attraverso il quale produce spinta. Perché l'efficienza è minore (maggiore consumo specifico) di quella di un motore turboprop ?
- 1-4** Parlare del volo in virata. Ricavare le espressioni del raggio di virata e della velocità angolare di virata (rateo di virata) in funzione dei parametri del velivolo. Precisare la formula per il calcolo del minimo raggio. Accennare al diagramma di manovra che riporta il massimo fattore di carico strutturale.

#### PARTE 2 (tempo orient. 2 ore) ELICA (12 pt):

Dato un velivolo **ad elica** turboelica regionale da 30 posti tipo Dornier 328 :

$$W=14000 \text{ Kg} \quad S=40 \text{ m}^2 \quad b=21 \text{ m}$$

$$C_{D0}=0.028 \quad e=0.80 \quad C_{L_{MAX}}(\text{pulito}) = 1.60$$

$$W_f(\text{peso combustibile}) = 2000 \text{ Kg}$$

$$\Pi_{a0} = 2 \times 2200 \text{ hp} = 4400 \text{ hp} \quad (\text{Motore turboelica, usare il Kv})$$

$$\eta_P = (\text{rendimento elica}) = 0.8 \quad \text{SFC} = 0.5 \text{ lb}/(\text{hp h})$$

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

- Valutare i punti caratteristici DELLA POLARE ( $C_L$ ,  $C_D$ ,  $E$ ) e velocità [Km/h], spinta [Kgf] e potenza necessarie [kW] in tali punti a S/L ed alla quota di crociera di **6000 m** (Fare una tabellina riepilogativa)
- Valutare la velocità massima (TAS) in [Km/hr] con il metodo iterativo alla quota di crociera di 6000 m. Calcolare anche la EAS ed il numero di Mach corrispondenti.
- Calcolare la massima autonomia di distanza del velivolo (usare formula di Breguet) e la velocità (TAS e EAS) che il pilota deve tenere (in Km/hr) alla quota di 6000m ad inizio e fine missione. Calcolare l'autonomia del velivolo in caso in cui si proceda con una crociera ad un assetto fissato corrispondente ad una velocità iniziale TAS pari alla Velocità massima (TAS) ricavata al punto precedente, sempre alla quota di 6000 m.
- Calcolare le velocità [km/hr] ed i ratei di discesa [m/s] nei punti caratteristici utili al calcolo della curva odografo del volo librato alla quota di 6000 m e 2000 m. Riportare su di un grafico le curve. Quale distanza massima riesce a percorrere in volo librato il velivolo a partire da una quota di 6000 m ? Se il peso viene aumentato a 20000 Kg, come cambia tale distanza ?



Dato un velivolo **A GETTO** quadrimotore tipo A340 (**8 pt**):

$$W=270 \text{ 000 Kg} \quad (270 \text{ tonn}) \quad S=360 \text{ m}^2 \quad b=60 \text{ m}$$

$$C_{D0}=0.020 \quad e=0.80 \quad C_{L_{MAX}}(\text{pulito}) = 1.50 \quad C_{L_{MAX\_TO}}=2.1 \quad M_{DD}=0.84$$

$$W_f(\text{peso combustibile}) = 80000 \text{ Kg} \quad (80 \text{ tonn})$$

$$T_o = (\text{spinta max al decollo di ogni motore turboprop}) \quad 16000 \text{ Kgf}$$

$$\Rightarrow (\text{assumere quindi } T_{o\_TOT} = \mathbf{64000 \text{ kgf}}, \text{ cioè } 64 \text{ tonn.}) \quad \text{SFC} = 0.5 \text{ lb}/(\text{lb h})$$

- Calcolare la velocità (o Mach) massima del velivolo alla quota di 10000 m considerando il Mach di divergenza assegnato. Calcolare il Mach, la velocità TAS in [Kts], e la EAS.
- 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 ulteriori dati :

$$V_{LO} \text{ (Lift Off)} = \mathbf{1.10} V_{S\_TO}$$

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

$$\Delta C_{D0}(\text{carrelli} + \text{flap}) = \mathbf{0.020} \quad K_{ES}(\text{riduzione resistenza indotta per effetto suolo}) = \mathbf{0.80}$$

$$\mu = \text{coeff attrito volvente} = \mathbf{0.030} \quad C_{L_G}(\text{CL di rullaggio}) = \mathbf{0.70}$$

Assumere, per la corsa di involo fino al superamento **ostacolo a 35ft (10.6m)**, una velocità media tra la  $V_{LO}$  e la  $V_2$  ed un  $C_L$  pari a **0.90** del  $C_{L_{MAX\_TO}}$  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 turboprop alla velocità di riferimento (frazione della  $V_{LO}$ ) usare il grafico dato (SPINTA TURBOPROP IN DECOLLO).

