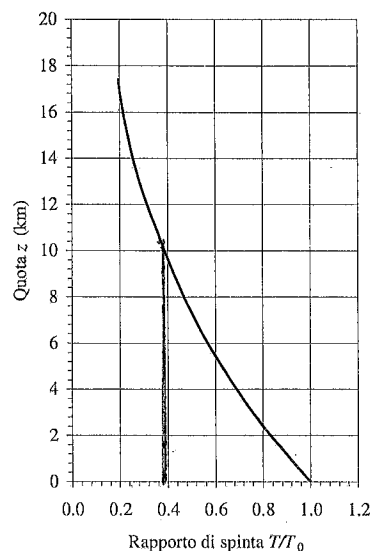
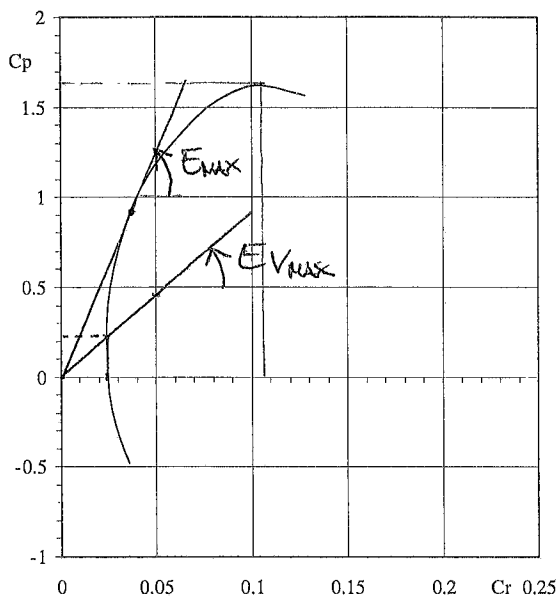




Di un velivolo propulso da due turbogetti sono noti la polare e il peso $Q = 90000$ N.



Si risolvano i seguenti problemi in successione.

- 1) Determinare l'assetto, sulla polare, di velocità massima in volo orizzontale rettilineo uniforme a quota zero, sapendo che per volare alla velocità minima di sostentamento il pilota deve regolare il propulsore al 60% della sua spinta massima.
- 2) Scegliere la superficie alare S in modo che la velocità minima di sostentamento a quota zero valga $V_{ms} = 55$ m/s.
- 3) Calcolare la velocità massima V_{max} in volo orizzontale rettilineo uniforme a quota zero.
- 4) Determinare la quota di tangenza, sulla base della diminuzione della spinta con la quota indicata in figura.

Dati : $Q = 90000 \text{ N}$
 velivolo propulso da due turbogetti

1) Assetto a velocità massima in VORU a $z = 0 \text{ m}$, sapendo che per volare alla velocità minima di sostentamento

$$T_{\text{ms}} = 60\% T_{\text{MAX}}$$

la velocità minima di sostentamento corrisponde alla velocità di stallo (in assenza di altre informazioni)

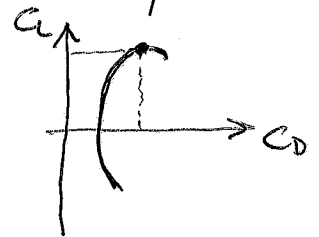
$$\text{In VORU} \quad \begin{cases} L = Q \\ D = T \end{cases}$$

Sappiamo che $E = \frac{L}{D} = \frac{Q}{T} \rightarrow T_{\text{ms}} = \frac{Q}{E_{\text{ms}}}$
 ↑
 Trazione alla velocità minima di sostentamento

L'assetto allo stallo lo ricaviamo dalla polare che viene fornita

$$C_{L_{\text{ms}}} = 1,625 \rightarrow E_{\text{ms}} = \frac{C_{L_{\text{ms}}}}{C_{D_{\text{ms}}}} = 15,33$$

$$C_{D_{\text{ms}}} = 0,106$$



Di conseguenza $T_{\text{ms}} = \frac{90000}{15,33} = 5870,84 \text{ N}$

Dalla traccia sappiamo che $T_{\text{ms}} = 60\% T_{\text{MAX}}$

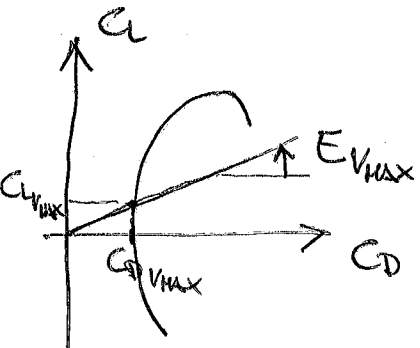
$$T_{\text{MAX}} = \frac{T_{\text{ms}}}{0,6} = 9784,74 \text{ N}$$

la condizione di velocità massima verrà raggiunta con la manetta completamente aperta:

$$E_{V_{\text{MAX}}} = \frac{Q}{T_{\text{MAX}}} = \frac{90000}{9784,74} = 9,2$$

Sappiamo che E è la pendenza di una generica retta uscente dall'origine nella polare.

Sfruttando questa interpretazione possiamo trovare l'assetto a velocità massima nella polare fornita:



$$C_{L_{V_{MAX}}} = 0,123$$

$$C_{D_{V_{MAX}}} = 0,026$$

2) Determinare S tale che $V_{ms} = 55 \text{ m/s}$ a $z = 0 \text{ m}$

Sappiamo che $L = \frac{1}{2} \rho_0 V^2 S C_L = Q$ in VORU

Alla velocità di minimo portamento:

$$\frac{1}{2} \rho_0 V_{ms}^2 S C_{L_{ms}} = Q \rightarrow S = \frac{2Q}{\rho_0 V_{ms}^2 C_{L_{ms}}} = 29,89 \text{ m}^2$$

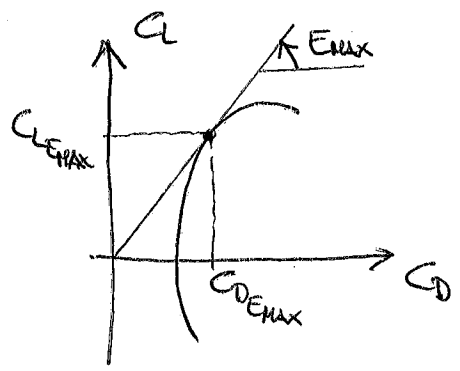
3) Determinare V_{max} in VORU a $z = 0 \text{ m}$

Alla velocità massima $L = \frac{1}{2} \rho V_{max}^2 S C_{L_{V_{MAX}}} = Q$

$$V_{max} = \sqrt{\frac{2}{\rho_0}} \sqrt{\frac{Q}{S}} \frac{1}{\sqrt{C_{L_{V_{MAX}}}}} = 146,14 \text{ m/s}$$

PUNTO AGGIUNTO!
NON È NEL TEMA
D'ESAME

4) Calcolare la velocità di efficienza massima $V_{E_{MAX}}$ a $z = 10000 \text{ m}$ e verificare che sia ottenibile con i propulsori assegnati



la retta di efficienza massima è la retta tangente alla polare.

L'assetto lo posso estrarre dal grafico

$$C_{L_{E_{MAX}}} = 0,95$$

$$C_{D_{E_{MAX}}} = 0,038$$

Dalle formule dell'ana tipo $\rho = 0,4117 \text{ kg/m}^3$ a $z = 10000 \text{ m}$

$$V_{E_{\max}} = \sqrt{\frac{2}{\rho}} \sqrt{\frac{Q}{S}} \frac{1}{\sqrt{C_{D_{E_{\max}}}}} = 124,09 \text{ m/s}$$

la trazione necessaria sarà uguale a $D_{E_{\max}}$

$$T_m = D_{E_{\max}} = \frac{1}{2} \rho V_{E_{\max}}^2 S C_{D_{E_{\max}}} = 3600 \text{ N}$$

la trazione disponibile a $z = 10000 \text{ m}$ la ricavo dal grafico che esprime la variazione del rapporto T/T_0 in funzione della quota

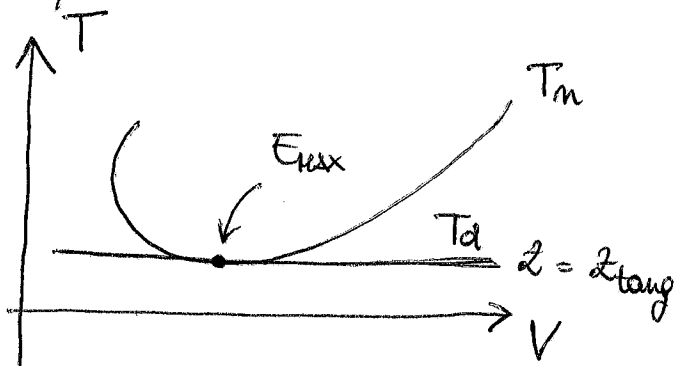
Dal grafico $T/T_0 = 0,38$

$$T_d = 0,38 T_0 = 0,38 \times 9784,74 \text{ N} = 3718,2 \text{ N}$$

$T_d > T_m$ Di conseguenza la condizione VORU è ottenibile a $V_{E_{\max}}$ con i propulsori assegnati.

5) Determinare la quota di tangenza

la quota di tangenza è quella quota per cui, per un turbogetto, la curva della trazione disponibile è tangente a quella della trazione necessaria



Im VORU

$$D = \frac{Q}{E}$$

$$D_{\min} = \frac{Q}{E_{\max}} = T_{m_{\min}}$$

D_{\min} è stata calcolata al punto precedente; corrisponde a $D_{E_{\max}}$

$$D_{\min} = T_{m_{\min}} = 3600 \text{ N}$$

Alla quota di tangenza $T_{el} = T_{m, \min} = 3600 \text{ N}$

Possiamo quindi calcolare il rapporto di spinta

$$\frac{T}{T_0} = \frac{3600}{9784,74} = 0,37$$

Entrando nel grafico con il valore di T/T_0 ottenuto, possiamo estrarre la quota di tangenza:

$$z_{\text{tan}} = 10,5 \text{ km}$$