

Capitolo 4 - MOTI CURVI

ESERCIZI (VIRATA)

Esercizio 1. Virata corretta a velocità costante.....

Dall'equazione di equilibrio della virata corretta $P \cos \theta = Q$ ricavo la velocità della virata
 $V_V = 184.67 \text{ m/s}$

Fattore di contingenza $n = \frac{1}{\cos \theta} = 1.74$

Raggio di virata $r = \frac{V^2}{g \cdot \operatorname{tg} \theta} = 2434 \text{ m}$

Coefficiente di portanza in virata $C_{pV} = n C_{pVROU} = 0.609$ $C_{rV} = 0.0299$

Velocità angolare di virata $\omega = \frac{V}{r} = 0.0759 \text{ rad/s}$

Potenza necessaria in virata $W_{nV} = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot V^3 \cdot C_{rV} \cdot S = 5391 \text{ kW}$

Potenza motore in virata $W_{mV} = 5391/0.85 = 6342 \text{ kW}$

Potenza necessaria in V.R.O.U. $W_{nVROU} = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot V^3 \cdot C_{rVROU} \cdot S = 4075 \text{ kW}$

Potenza motore in V.R.O.U. $W_{mVROU} = 4075/0.85 = 4794 \text{ kW}$

Esercizio 2. Virata corretta ad assetto costante

Conoscendo il fattore di contingenza, ricavo subito l'angolo di sbandamento $\theta = 36.8^\circ$

La velocità di virata è $V_V = V_{VROU} \cdot \sqrt{n} = 234.79 \text{ m/s}$

Calcolo il C_p che rimane costante $C_p = \frac{2 \cdot Q}{\rho \cdot S \cdot V_{VROU}^2} = 0.199$ $C_r = 0.0138$

Raggio della virata $r = \frac{V^2}{g \cdot \operatorname{tg} \theta} = 7512 \text{ m}$

Spinta necessaria in virata $T_{nV} = n T_{nVROU} = 34597 \text{ N}$

Esercizio 3. Virata corretta a velocità costante.....

Dalla formula del raggio di virata ricavo la velocità $V = \sqrt{r \cdot g \cdot \tan \theta} = 140 \text{ m/s}$

Calcolo il C_p e il C_r in VROU $C_{p_{VROU}} = \frac{2 \cdot Q}{\rho \cdot S \cdot V^2} = 0.403$ $C_{r_{VROU}} = 0.0286$

Calcolo il C_p e il C_r in virata $C_{p_V} = n \cdot C_{p_{VROU}} = 0.604$ $C_{r_V} = 0.0368$

La potenza necessaria in virata è $W_{n_V} = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot V^3 \cdot C_{r_V} \cdot S = 3387 \text{ kW}$

Assumendo come rendimento il valore 0.8

ricavo la potenza motore in virata $W_{mv} = 3387/0.8 = 4233 \text{ kW}$

La potenza necessaria in VROU è $W_{n_{VROU}} = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot V^3 \cdot C_{r_{VROU}} \cdot S = 2632 \text{ kW}$

Quindi la velocità ascensionale all'uscita della virata sarà $w = \frac{W_{n_V} - W_{n_{VROU}}}{Q} = 2.85 \text{ m/s}$

L'angolo di rampa in salita è $\beta = \arcsen \frac{w}{V} = 1.17^\circ$

Esercizio 4. Turboelica da ricognizione.....

Assumendo un rendimento = 0.85 ricavo la potenza disponibile in VROU

$W_{d_{VROU}} = 0.85 \cdot 1470 = 1249.5 \text{ kW}$

Ora ipotizzando una virata ad assetto costante posso ricavare la potenza disponibile in virata

$$W_{d_V} = n \cdot \sqrt{n} \cdot W_{d_{VROU}} = 3017.5 \text{ kW}$$

quindi la potenza motore in virata sarà $W_{m_V} = 3017.5/0.85 = 3550 \text{ kW}$

Esercizio 5. Virata piatta.....

Dalla formula del raggio di virata piatta, ricavo il coefficiente di devianza $C_d = \frac{2 \cdot Q}{\rho \cdot S \cdot g \cdot r} = 0.1035$

Posso quindi determinare il coefficiente angolare di devianza $C_d' = \frac{C_d}{\delta} = 0.49 \text{ 1/rad}$

Dal sistema tra $E = C_p/C_r$ e $C_r = C_{r0} + \frac{C_p^2}{e \cdot \pi \cdot \lambda}$ ricavo due valori di C_p e precisamente

$C_{p1} = 1.192$ da scartare in quanto molto vicino allo stallo ($C_{p_{max}} = 1.2$) e $C_{p2} = 0.339$

Per cui la velocità sarà $V = \sqrt{\frac{2 \cdot Q}{\rho \cdot S \cdot C_p}} = 149.87 \text{ m/s}$

Esercizio 6. Virata corretta a velocità costante.....

Conoscendo l'angolo di sbandamento, ricavo il fattore di contingenza $n = \frac{1}{\cos \theta} = 2.92$

Conoscendo il coefficiente di portanza in virata, ricavo il coefficiente di portanza in VROU

$C_{p_{VROU}} = 0.260$ $C_{r_{VROU}} = 0.0235$

Potenza necessaria in vrou $W_{n_{VROU}} = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot V^3 \cdot C_{r_{VROU}} \cdot S = 1571 \text{ kW}$

Potenza necessaria in virata $W_{n_V} = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot V^3 \cdot C_{r_V} \cdot S = 2868 \text{ kW}$

Velocità ascensionale $w = \frac{W_{n_V} - W_{n_{VROU}}}{Q} = 9.26 \text{ m/s}$

Angolo di rampa $\beta = \arcsen \frac{w}{V} = 4.28^\circ$

Esercizio 7. Turboreattore in Virata corretta con assetto costante.....

Spinta necessaria in VROU $T_{n_{VROU}} = \frac{Q}{E} = 3414 \text{ N}$

Spinta necessaria in virata $T_{n_V} = n \cdot T_{n_{VROU}} = 6589 \text{ N}$

Dall'equazione di equilibrio $P \cdot \sin \theta = F_c$ ricavo l'angolo di sbandamento

$$\theta = \arcsen \frac{2 \cdot Q}{\rho \cdot C_p \cdot S \cdot g \cdot r} = 58.8^\circ \quad n = 1.93$$

Velocità di virata $V_V = 150.49 \text{ m/s}$

Uscito dalla virata $T = 1/10 T_{n_V} = 658.9 \text{ N}$ quindi l'angolo di rampa in discesa risulta

$$\beta = \arcsen \frac{658,9 - 3414}{52000} = -1,93^\circ$$

E la velocità discensionale $w = 3,64 \text{ m/s}$

Esercizio 8. Turboelica in salita.....

Angolo di rampa $\beta = \arcsen \frac{w}{V} = 4^\circ$ conoscendo $C_p = 0,5$ ricavo $C_r = 0,0313$

Potenza necessaria in VROU $Wn_{VROU} = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot V^3 \cdot C_{r_{VROU}} \cdot S = 3225 \text{ kW}$

Calcolo ora il supero di potenza $\Delta W = w \cdot Q = 1995 \text{ kW}$

Potenza necessaria in salita $Wn_S = \Delta W + Wn_{VROU} = 5220 \text{ kW}$

Calcolo ora la velocità di virata $V_V = \sqrt[3]{\frac{2 \cdot Wn_S}{\rho \cdot S \cdot C_r}} = 159,81 \text{ m/s}$

Dall'equazione di equilibrio $P \cos \theta = Q$ ricavo l'angolo di sbandamento $\theta = 66,3^\circ$ e quindi $n = 2,48$

Raggio di virata $r = \frac{V^2}{g \cdot \tan \theta} = 1143 \text{ m}$

ESERCIZI (RICHIAMATA)

Esercizio 1. Turboreattore.....

Calcolo il coefficiente di portanza in richiamata $C_p = \frac{2 \cdot n \cdot Q}{\rho \cdot S \cdot V^2} = 0,710$ quindi $C_r = 0,0452$

Raggio della richiamata $r = \frac{V^2}{g \cdot (n-1)} = 983 \text{ m}$

Spinta necessaria $Tn = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot V^2 \cdot C_r \cdot S = 45391 \text{ N}$

VROU stesso Assetto :

velocità $V = \sqrt{\frac{2 \cdot Q}{\rho \cdot S \cdot C_p}} = 88,86 \text{ m/s}$ spinta necessaria $Tn = 8280 \text{ N}$

Esercizio 2. Turboreattore in discesa.....

Calcolo la velocità $V = \frac{w}{\sin\beta} = 158,19 \text{ m/s}$

Richiamata con $n = 5$

Dalla formula $P = n Q$ ricavo il C_p in richiamata $C_p = \frac{2 \cdot n \cdot Q}{\rho \cdot S \cdot V^2} = 0,938$ quindi $C_r = 0.0724$

Raggio della richiamata $r = \frac{V^2}{g \cdot (n-1)} = 638 \text{ m}$

Spinta necessaria $Tn = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot V^2 \cdot Cr \cdot S = 42435 \text{ N}$
