

# ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI INGEGNERE

PRIMA SESSIONE 2024 – SEZIONE B

SETTORE INDUSTRIALE

PROVA SCRITTA

---

## TEMA 1: AEROSPAZIALE

Si consideri un velivolo bimotore da trasporto passeggeri avente le seguenti caratteristiche:

- Lunghezza 37,57 m
- Apertura alare 34,10 m
- Diametro fusoliera 4,14 m
- Freccia alare 25°
- Superficie alare 122,6 m<sup>2</sup>
- Peso a vuoto 42600 kg
- Peso carico 73900 kg
- Peso max al decollo 73000 kg
- Passeggeri fino a 195
- Capacità combustibile 23859 litri
- Propulsione: 2 turboventole (Spinta Massima: 120 kN/motore)

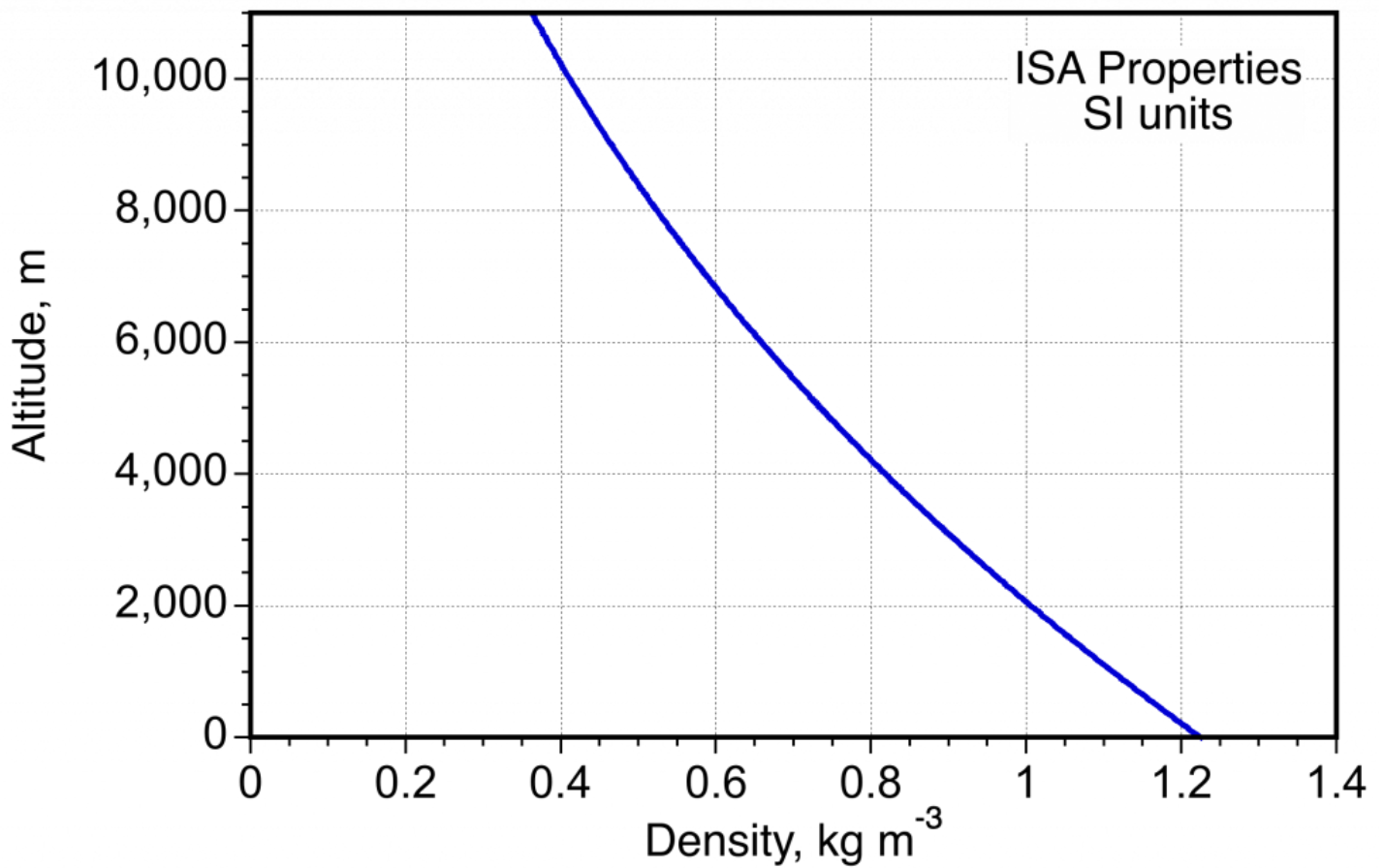
Trascurando in prima approssimazione gli effetti dovuti agli impennaggi e alla fusoliera, si assuma la seguente polare parabolica del velivolo:  $C_D = 0.024 + 0.0375 \cdot C_L^2$

### Quesiti:

1. L'aereo, partendo da una quota  $h$  pari a 10.000 *ft*, inizia una manovra di risalita con velocità uniforme. A quel livello di volo, con una massa complessiva  $m$  pari a 64 tonnellate, le prestazioni tipiche del velivolo indicano una TAS di 289 *nodi* ed un rateo di salita  $h_e$  (velocità verticale) pari a 2760 *ft/min*. Nell'ipotesi che l'angolo di salita  $\gamma$  dell'aereo (angolo di rampa) sia piccolo (ossia,  $\gamma \ll 1$ ), calcolare:
  - a) il suddetto angolo di salita  $\gamma$
  - b) la spinta necessaria  $T$ , erogata complessivamente dai due propulsori in queste condizioni di volo
2. Successivamente, il velivolo raggiunge la sua quota di crociera (11000 *metri*). In tali condizioni di volo (ovvero, volo orizzontale, stabile e rettilineo a velocità costante), determinare:
  - a) la velocità di volo corrispondente alle condizioni di massima efficienza aerodinamica
3. A causa di un'avaria, il pilota deve spegnere entrambi i motori e iniziare a planare partendo dall'altitudine indicata al punto precedente (11000 *metri*). In queste condizioni di volo, determinare:
  - a) la velocità minima di discesa  $\dot{h}_{edes}$  (minima velocità verticale) del velivolo e il corrispondente angolo di discesa  $\gamma_d$  all'inizio della manovra di planata (ossia partendo dalla quota di 11000 *metri*)

# APPENDICE 1

## INTERNATIONAL STANDARD ATMOSPHERE

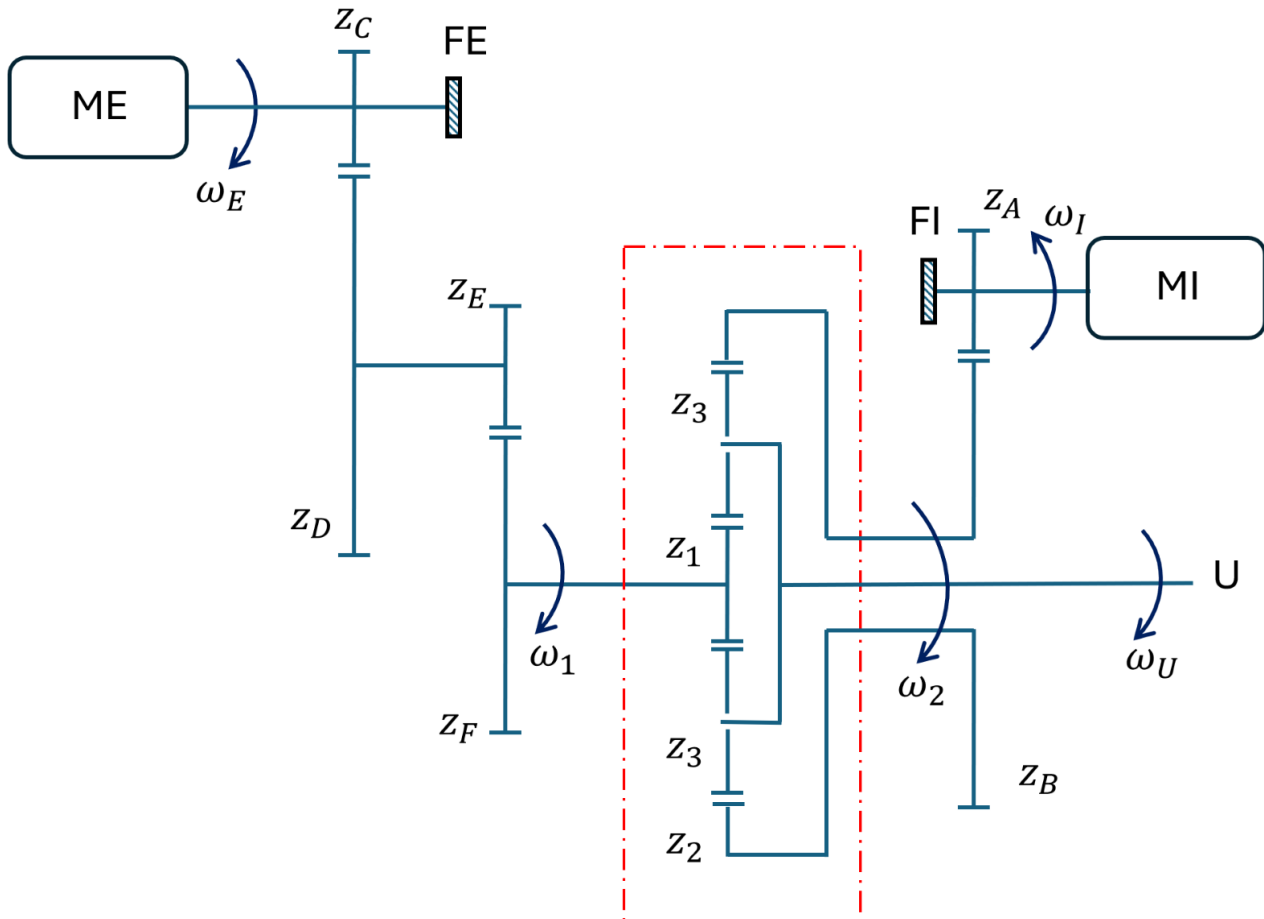


- $g = 9.81 \text{ m/s}^2$ .
- $R = 287 \text{ J/(kgK)}$ .
- $\alpha_T = 6.5 \cdot 10^{-3} \text{ K/m}$ .
- $\rho_0 = 1.225 \text{ kg/m}^3$ .
- $T_0 = 288.15 \text{ K}$ .
- $ISA : \rho = \rho_0 \left(1 - \frac{\alpha_T h}{T_0}\right)^{\frac{gR}{\alpha_T} - 1}$

## TEMA 2: MECCANICA

L'albero U di un organo meccanico è trascinato in condizioni normali dal motore idraulico MI, ed in condizioni di emergenza dal motore elettrico ME, mediante la trasmissione meccanica schematizzata in figura.

Quando funziona il motore idraulico MI, il motore elettrico ME è mantenuto fermo da un freno FE; viceversa, quando funziona il motore elettrico ME, il motore idraulico MI è mantenuto fermo da un freno FI. L'albero U è collegato al portatreno di un rotismo epicicloidale il cui solare 1 è collegato all'uscita di un riduttore ordinario a due stadi, trascinato dal motore elettrico, mentre la corona 2 è collegata all'uscita di un riduttore ordinario a uno stadio trascinato dal motore idraulico.



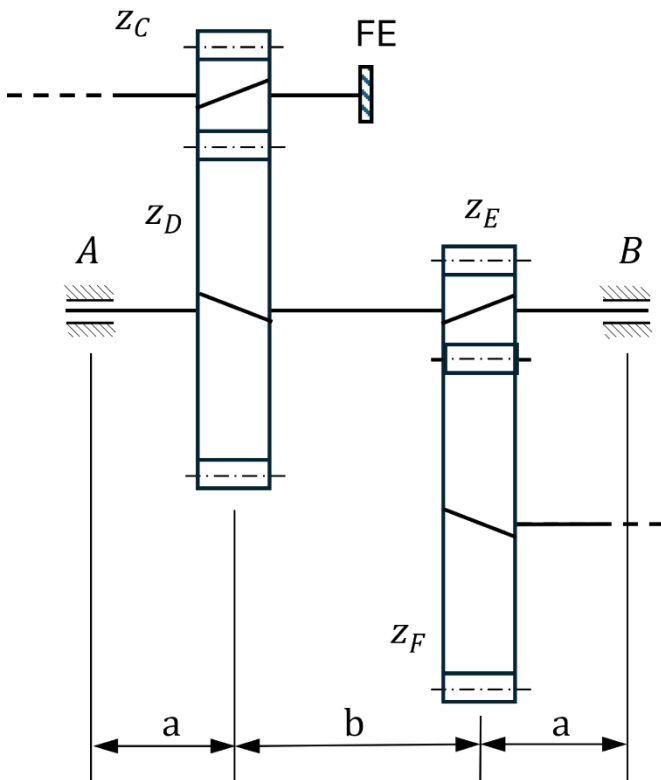
In condizioni di funzionamento normale l'albero U ruota alla velocità angolare 950 giri/min e trasmette una potenza  $W_U = 3,5$  kW; mentre in condizioni di emergenza l'albero U ruota alla velocità angolare di 300 giri/min e trasmette una potenza  $W'_U = 0,8$  kW.

Si conoscono:

i numeri di denti delle ruote dentate:  $z_1 = 15$ ,  $z_3 = 19$ ,  $z_A = 16$ ,  $z_B = 59$ ,  $z_C = 16$ ,  $z_D = 57$ ,  $z_E = 16$ ,  $z_F = 39$ ;

Considerando un rendimento unitario della trasmissione si calcolino:

1. In condizioni di funzionamento normale, la coppia e la velocità angolare del motore idraulico, e la coppia che deve essere sviluppata dal freno posto sull'asse del motore elettrico.
2. In condizioni di emergenza, la coppia e la velocità angolare del motore elettrico, e la coppia che deve essere sviluppata dal freno posto sull'asse del motore idraulico.



Si consideri il solo rotismo ordinario a due stadi, a cui è collegato il motore elettrico ME e riportato in dettaglio in figura. Il rotismo è costituito da ruote dentate cilindriche elicoidali.

Sono noti i seguenti dati

$\beta_b = 15^\circ$  angolo di inclinazione dell'elica delle ruote elicoidali sul cilindro di base (si consideri l'inclinazione dell'elica come rappresentata in figura);

$\alpha = 20^\circ$  angolo di pressione frontale delle ruote elicoidali;

$m = 3$  mm modulo della dentatura delle ruote elicoidali.

$a = 0,07$  m distanza fra il supporto A e il centro della ruota  $z_D$ , fra il supporto B e il centro della ruota  $z_E$

$b = 0,10$  m distanza fra centro della ruota  $z_D$  il centro della ruota  $z_E$

3. Considerando un proporzionamento modulare delle ruote dentate, verificare che sia rispettato il minimo numero di denti, al fine di evitare fenomeni di interferenza fra i denti.
4. Individuare (indicandola chiaramente sul disegno) la posizione del supporto reggispinta sull'albero AB e calcolare la forza assiale agente su tale supporto
5. Calcolare il modulo ed il verso delle forze radiali agenti sul supporto A e sul supporto B.