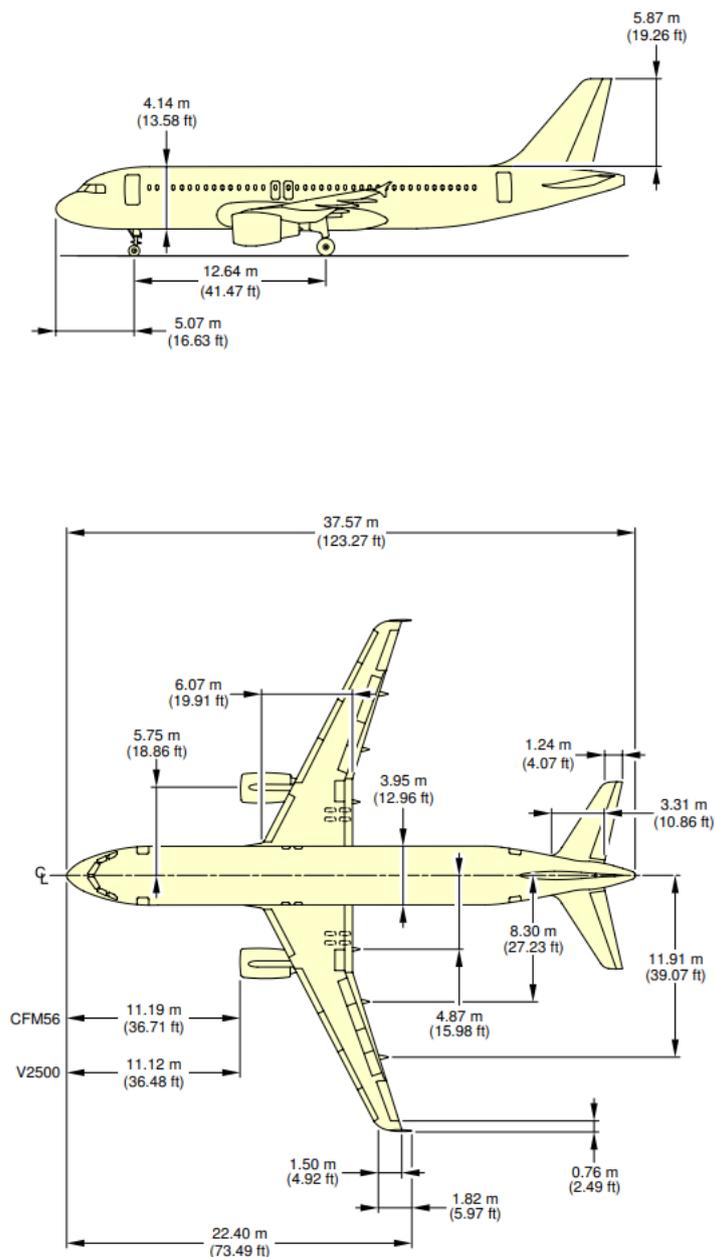
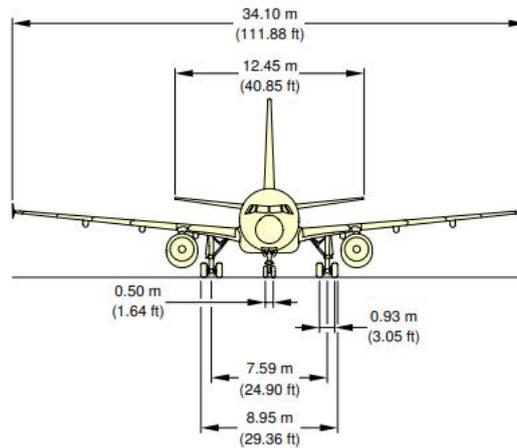


**ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI INGEGNERE**  
**SECONDA SESSIONE 2024 – SEZIONE B**  
**SETTORE INDUSTRIALE**  
**PROVA SCRITTA DEL 21 NOVEMBRE 2024**

**TEMA UNO**

Si consideri il velivolo bimotore da trasporto passeggeri illustrato in Figura 1:





**Figura 1 - Trittico quotato del velivolo considera**

Il suddetto velivolo ha le seguenti caratteristiche:

**Tabella 1**

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	426	kN
Peso carico	739	kN
Peso max al decollo	730	kN
Numero passeggeri	≤ 195	
Capacità combustibile	23859	litri
$C_{D0}$	0.02	
$C_{Lmax}$ (senza ipersostentatori)	1.4	

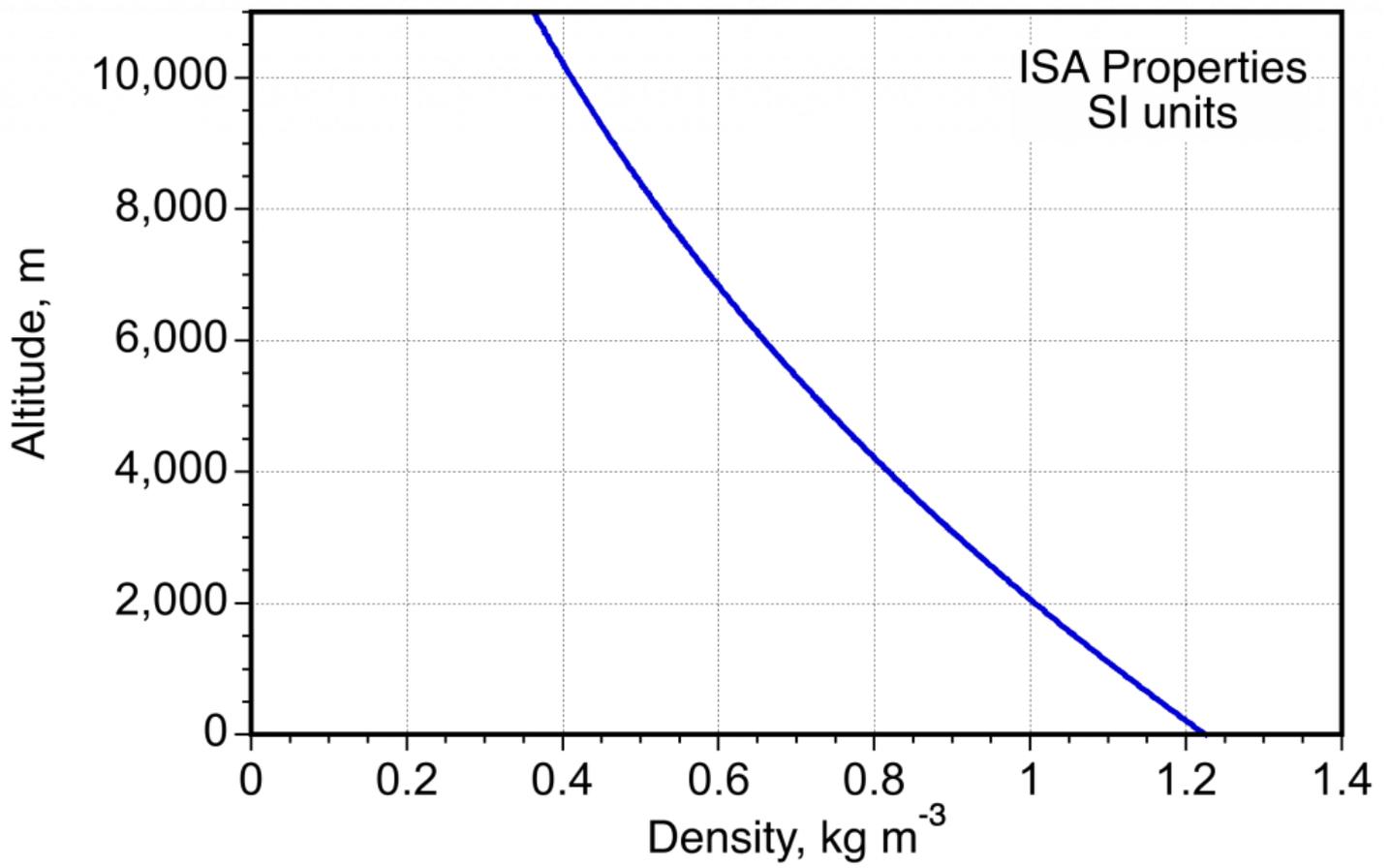
Il sistema propulsivo del velivolo è costituito da 2 turboventole CFM56 (Spinta Massima: 120 *kN/motore*). Inoltre, trascurando in prima approssimazione gli effetti dovuti agli impennaggi e alla fusoliera, si assuma che la polare del velivolo sia esprimibile mediante la seguente formulazione:

$$C_D = C_{D0} + C_{Di} \cdot C_L^2 = C_{D0} + \frac{C_L^2}{\pi \cdot A}$$

## Quesiti:

1. Considerando i dati precedentemente forniti, calcolare l'allungamento alare  $A$  del velivolo.
2. L'aereo, inizialmente in volo livellato ad una quota  $h$  pari a  $6562 \text{ ft}$ , inizia una manovra di risalita con velocità uniforme. Si assuma il peso del velivolo pari a quello massimo al decollo ( $W_{TO_{max}}$ ). Sapendo che esso vola ad una  $KTAS$  di  $289 \text{ kn}$  e ha un rateo di salita  $h_e$  (velocità verticale) pari a  $1968,5 \text{ ft/min}$ , 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  $T$  sviluppata complessivamente dai propulsori all'inizio della manovra di risalita
3. Al termine della manovra di risalita descritta al punto 2, l'aeromobile raggiunge la sua quota di crociera  $h_{cruise} = 32808 \text{ ft}$ . In queste condizioni di volo (volo orizzontale, stabile e rettilineo a velocità costante), assumendo che il peso del velivolo sia ancora pari a quello massimo al decollo  $W_{TO_{max}}$ , determinare:
  - a) la minima velocità di sostentamento dell'aeromobile in configurazione di crociera (no ipersostentatori)
  - b) la spinta  $T$  prodotta dai due propulsori per equilibrare la resistenza aerodinamica sviluppata
4. A causa di un'avaria all'impianto combustibile, il pilota deve spegnere entrambi i motori e iniziare a planare partendo dall'altitudine indicata al punto 3. In queste condizioni di volo, determinare:
  - a) la velocità minima di discesa  $\dot{h}_{e_{des}}$  (minima velocità verticale) del velivolo e il corrispondente angolo di discesa  $\gamma_d$  all'inizio della manovra di planata (ossia partendo dalla quota di crociera  $h_{cruise}$ )

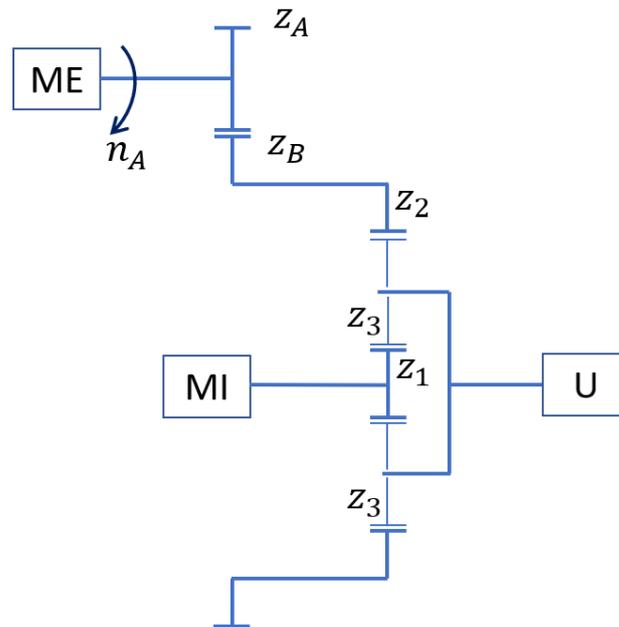
APPENDICE 1  
INTERNATIONAL STANDARD ATMOSPHERE



## TEMA DUE

Nella figura è schematizzato un sistema di trasmissione in cui il motore elettrico ME è collegato, tramite la coppia di ruote dentate a denti elicoidali A e B alla corona dentata di un rotismo epicicloidale.

Il rotismo epicicloidale, a denti diritti, è costituito dalla corona 2, dal solare 1 e da due ruote planetarie 3. Il portatreno è collegato con l'utilizzatore U, mentre il solare 1 è collegato al motore idraulico MI.



Si conoscono i seguenti dati relativamente alle ruote dentate:

numeri di denti ruote elicoidali:  $z_A = 17$ ,  $z_B = 145$

$\beta_b = 15^\circ$  angolo di inclinazione dell'elica delle ruote elicoidali sul cilindro di base;

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

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

numeri di denti ruote a denti diritti:  $z_1 = 14$ ,  $z_3 = 25$ ;

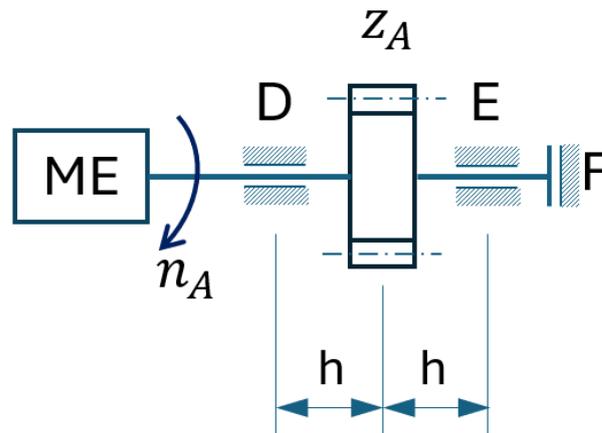
$m = 3$  mm modulo della dentatura delle ruote a denti diritti.

Sapendo che il motore elettrico ruota alla velocità angolare  $n_A = 3000$  giri/min, si determinino:

- 1) La velocità angolare dell'utilizzatore (in valore e segno, assumendo positivo il verso di rotazione del motore elettrico) quando il motore idraulico è fermo;
- 2) Quale deve essere, in modulo e segno, la velocità angolare del motore idraulico affinché la velocità angolare dell'utilizzatore aumenti del 25% rispetto al valore determinato nel punto 1);

- 3) Facendo riferimento alla condizione 1) (motore idraulico fermo) e considerando un rendimento unitario della trasmissione si valuti il valore di coppia che deve essere erogata dal motore elettrico ME, sapendo che la coppia resistente dell'utilizzatore è di 100 Nm;
- 4) Facendo riferimento alla condizione 1) (motore idraulico fermo) si calcoli la forza scambiata fra portatreno e la singola ruota satellitare 3.

Si consideri la ruota elicoidale  $z_A$  riportata in dettaglio in figura. I supporti D ed E sono supporti radiali, mentre con la lettera F viene individuato il supporto assiale. I cuscinetti D ed E sono posizionati ad una distanza  $h=0,10$  m dal centro della ruota  $z_A$ , come indicato in figura.



- 5) Calcolare, sempre nelle condizioni di motore idraulico fermo, il modulo ed il verso delle forze agenti sul supporto D e sul supporto E.
- 6) Individuare, indicandola chiaramente sul disegno, l'inclinazione dei denti elicoidali