

# POLITECNICO DI TORINO

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

### I SESSIONE - ANNO 1996

Ramo Aeronautica

Tema n. 1

Si supponga di dover eseguire il progetto preliminare di un velivolo da trasporto bireattore (twin turbofan) in grado di trasportare 174 passeggeri (90 Kg per passeggero) con un carico utile  $W_{PL}=15660$  Kg.

L'autonomia massima prevista, considerando di utilizzare tutto il combustibile imbarcato  $W_F$ , vale 11250 Km a  $M=0.8$  assumendo che la crociera inizi ad una quota  $z=10700$  m.

Si richiede di minimizzare il peso al decollo  $W_{TO}$  del velivolo in oggetto rispettando le seguenti indicazioni di progetto :

- quota di tangenza minima pari a 13500 m
- massimo peso all'atterraggio  $W_L=0.8 W_{TO}$
- velocità di avvicinamento in atterraggio  $V_L=1.2 V_{STALLO}<70$  m/s
- corsa di rullaggio  $x_r<1300$  m (al livello del mare)
- allungamento alare  $A<7.9$
- apertura alare  $b<48$  m (per limitare l'ingombro a terra)

Dati di progetto

- consumo specifico  $k=0.65$  Kg/Kg h
- rapporto di spinta riferito al peso dei motori  $T_{SL}/W_E=7$
- atmosfera in quiete
- $C_{D_0}=0.018$
- $e=0.9$
- all'atterraggio  $C_{L_{max}}<2.0$  con carrello e flap estratti
- al decollo  $C_{L_{max}}<1.45$  con carrello estratto e flap in posizione di decollo
- rapporto tra peso strutturale e peso massimo al decollo  $W_S/W_{TO}>0.46$
- numero di Mach critico  $M_{CR}=0.86$
- si assuma la seguente variazione lineare della spinta in funzione della quota  $T = T_{SL} \delta$  ove  $\delta = \rho/\rho_0$  e  $T_{SL}$  e' la spinta massima a quota zero
- $W_{TO}=W_S+W_E+W_F+W_{PL}$

1.a) Calcolare il peso minimo  $W_{TO}$  che soddisfi tutte le indicazioni di progetto. Verificare che tali indicazioni siano rispettate.

1.b) Descrivere le principali caratteristiche del velivolo :

- superficie alare  $S$
- apertura alare  $b$
- corda media geometrica  $c$
- spinta massima al decollo  $T_{SL}$

1.c) Calcolare i pesi parziali  $W_S$   $W_E$   $W_F$   $W_{PL}$

2) Lasciando il 10% di  $W_F$  per gli spostamenti a terra, il decollo e la salita alla quota di crociera, ed un altro 10% per la discesa, l'atterraggio e la riserva, calcolare

- l'autonomia e la durata della crociera a  $M=0.8$
- l'autonomia e la durata della crociera nelle condizioni di massima efficienza
- l'autonomia e la durata della crociera a  $M=M_{CR}$

3) Trovare il massimo rateo di salita al livello del mare

4.a) Stimare la quantità di combustibile richiesta per lo spostamento a terra, il decollo e la salita libera alla quota di crociera di 10700 m, assumendo 20 minuti di spostamenti a terra al 20% della spinta massima  $T_{SL}$

4.b) Calcolare il carico alare all'inizio del decollo e della crociera.

5.a) Calcolare il massimo rateo di virata al livello del mare, la corrispondente velocità ed il fattore di carico.

5.b) Calcolare il raggio minimo di virata. Verificare se tale condizione di virata è possibile per  $C_{L\ max} = 2.0$

Standard Atmosphere Property Ratios (SI Units)

Altitude	Pressure	Temperature	Density	Speed of Sound
$10^3$ m	$P/P_{SL}$	$\Theta/\Theta_{SL}$	$\rho/\rho_0$	$a^*/a_{SL}$
0	1.000	1.000	1.000	1.000
1	0.887	0.977	0.907	0.988
2	0.784	0.955	0.822	0.977
3	0.692	0.932	0.742	0.965
4	0.608	0.901	0.668	0.949
5	0.533	0.887	0.601	0.942
6	0.465	0.865	0.538	0.930
7	0.405	0.842	0.481	0.918
8	0.351	0.819	0.428	0.905
9	0.303	0.797	0.380	0.893
10	0.261	0.774	0.337	0.880
11	0.223	0.752	0.297	0.867
12	0.191	0.752	0.254	0.867
13	0.163	0.752	0.217	0.867
14	0.128	0.752	0.185	0.867
15	0.119	0.752	0.158	0.867
16	0.101	0.752	0.135	0.867
17	0.087	0.752	0.115	0.867
18	0.074	0.752	0.098	0.867
19	0.063	0.752	0.084	0.867
20	0.054	0.752	0.072	0.867

Sea-level values:

$P = 1.013 \times 10^5 \text{ N/m}^2$

$\Theta = 288 \text{ K} = 15 \text{ deg C}$

$k = 1.4$

$\rho = 1.226 \text{ kg/m}^3$

$a = 340 \text{ m/s}$

$R = 287 \text{ m}^2/\text{s}^2\text{-K}$