

MECCANICA DEL VOLO - MODULO PRESTAZIONI

Tempo a disposizione 2 ore e 45 minuti

PARTE 1 (tempo indicativo 30-45 minuti) 10 PUNTI

- 1-1** Illustrare le curve del rendimento di un'elica a passo fisso ed a passo variabile e spiegare il perché dell'andamento per un'elica a passo fisso. Cos'è il rapporto di avanzamento ?
- 1-2** Valutare le espressioni del CL, il CD e dell'efficienza E nel punto A (darne una definizione) della polare parabolica ed i loro rapporti con i valori nel punto E (max efficienza).
- 1-3** Ricavare l'equazione di Breguet per il calcolo dell'autonomia di distanza di un velivolo propulso a getto. C'è variazione con la quota ?
- 1-4** Impostare il problema teorico (anche attraverso i vettori di forze coinvolti) delle prestazioni di salita di un velivolo e ricavare le espressioni del rateo di salita e dell'angolo di salita. Riportare un esempio grafico di odografo del volo in salita e riportare sul grafico l'assetto di salita ripida e quello di salita rapida.

PARTE 2 (tempo orientativo 2 ore)

2A) ELICA (12 PUNTI, 3 punti ad esercizio)

Dato un velivolo turboelica da trasporto regionale **bimotore** caratterizzato dai seguenti dati :

$W=22000 \text{ Kg}$ $S=60 \text{ m}^2$ $b=27 \text{ m}$ $CD_0=0.027$ $e=0.80$ $CL_{MAX} \text{ (pulito)} = 1.50$

$W_f \text{ (peso combustibile)} = 3000 \text{ Kg}$

$\Pi_{ao} = 2 \text{ motori da } 3000 \text{ hp (quindi TOT } 2 \times 3000 = 6000 \text{ hp)}$ $\eta_p = \text{(rendimento elica)} = 0.80$ $SFC = 0.5 \text{ lb/(hp h)}$
(Motore alternativo, senza fattore K_v).

Per alcuni calcoli bisogna considerare un particolare punto caratteristico della polare.

- Valutare i punti caratteristici DELLA POLARE (CL, CD, E) e velocità, spinta e potenza necessarie in tali punti alla quota di crociera di 6000 m (Fare una tabellina riepilogativa)
- Valutare la velocità massima col metodo iterativo (attenzione a valutare il K_v dovuto all'effetto RAM del turboelica, vedi grafico) alla quota di 6000 m.
- Valutare il massimo rateo di salita del velivolo al livello del mare (valutare il K_v alla velocità corrispondente)
- Ricavare l'espressione e valutare la massima autonomia di distanza del velivolo e la velocità corrispondente a 6000 m di quota.

2B) JET ; 8 PUNTI, 3.5 per (e) e 4.5 per (f)

Dato un velivolo **a getto** BIMOTORE da 160 posti caratterizzato dai seguenti dati

$W=70000 \text{ Kg}$ $S=120 \text{ m}^2$ $b=34 \text{ m}$

$CD_0=0.020$ $e=0.80$ $CL_{MAX} \text{ (pulito)} = 1.40$ $CL_{MAX_TO}=2.0$

$W_f \text{ (peso combustibile)} = 16000 \text{ Kg}$

$T_o = \text{(spinta massima al decollo di ogni motore turbofan)} 11000 \text{ Kg}$

(assumere quindi $T_{o_TOT} = 22000 \text{ kgf}$) (cioè 22 tonnellate, quindi circa 1/3 del peso max al decollo)

$SFCJ = 0.5 \text{ lb/(lb h)}$

- Valutare il range e la velocità corrispondente (TAS, EAS e Mach) alla quota di 10000 m.
- Calcolare la corsa di decollo (corsa al suolo + involo) del velivolo considerando la spinta in corrispondenza di $0.7 V_{LO}$ (con $V_{LO} = 1.1 V_{S_TO}$) dal grafico e considerando tutte le forze agenti mediamente costanti e pari al loro valore in corrispondenza di $V = 0.70 \cdot V_{LO}$. (domanda da 4 punti)

Si assumano i seguenti dati :

$\Delta CD_0 \text{ (carrelli + flap)} = 0.018$ $K_{ES} \text{ (riduzione resistenza indotta per effetto suolo)} = 0.90$

$\mu = \text{coeff attrito volvente} = 0.030$ $CL_G \text{ (CL di rullaggio)} = 0.70$

Assumere, per la corsa di involo, una velocità media pari a $1.15 V_{S_TO}$ e un fattore di carico pari a 1.19.

Per la corsa al suolo partire dalla relazione :

$$S_G = \int_0^{V_{LO}} dS = \int_0^{V_{LO}} \frac{V dV}{a} \quad \text{e legare l'accelerazione a tutte le forze agenti}$$

Assumere l'integrando (accelerazione) costante (metodo 2 degli appunti) e pari al valore in corrispondenza di $V = 0.70 V_{LO}$. Ai fini della stima del valore della spinta dei motori turbo fan alla velocità di riferimento ($V = 0.70 V_{LO}$) usare il grafico dato (SPINTA TURBOFAN IN DECOLLO).

FORMULE E GRAFICI DA CONSULTARE

Tabella Aria tipo

Alt.	Temp.	Temp. Ratio	Press.	Press. Ratio	Density	Density Ratio	Coeff. of Viscosity	Speed of Sound
h (m)	T (°K)	θ	p (N/m ²)	δ	ρ (Kg/m ³)	σ	μ (N - sec/m ²) (x10 ⁻⁵)	V _a (m/sec)
Geopotential								
0	288.2	1.0000	101,325	1.0000	1.2250	1.0000	1.789	340.3
500	284.9	0.9888	95,460	0.9421	1.1673	0.9529	1.774	338.4
1,000	281.7	0.9775	89,874	0.8870	1.1116	0.9075	1.758	336.4
1,500	278.4	0.9662	84,555	0.8345	1.0581	0.8637	1.742	334.5
2,000	275.2	0.9549	79,495	0.7846	1.0065	0.8216	1.726	332.5
2,500	271.9	0.9436	74,682	0.7371	0.95686	0.7811	1.710	330.6
3,000	268.7	0.9324	70,108	0.6919	0.90912	0.7421	1.694	328.6
3,500	265.4	0.9211	65,764	0.6490	0.86323	0.7047	1.678	326.6
4,000	262.2	0.9098	61,640	0.6083	0.81913	0.6687	1.661	324.6
4,500	258.9	0.8985	57,728	0.5697	0.77677	0.6341	1.645	322.6
5,000	255.7	0.8872	54,019	0.5331	0.73612	0.6009	1.628	320.5
5,500	252.4	0.8760	50,506	0.4985	0.69711	0.5691	1.612	318.5
6,000	249.2	0.8647	47,181	0.4656	0.65970	0.5385	1.595	316.4
6,500	245.9	0.8534	44,034	0.4346	0.62384	0.5093	1.578	314.4
7,000	242.7	0.8421	41,060	0.4052	0.58950	0.4812	1.561	312.4
7,500	239.4	0.8309	38,251	0.3775	0.55662	0.4544	1.544	310.2
8,000	236.2	0.8196	35,599	0.3513	0.52517	0.4287	1.527	308.1
8,500	232.9	0.8083	33,099	0.3267	0.49509	0.4042	1.510	305.9
9,000	229.7	0.7970	30,742	0.3034	0.46635	0.3807	1.492	303.8
9,500	226.4	0.7857	28,523	0.2815	0.43890	0.3583	1.475	301.6
10,000	223.2	0.7745	26,436	0.2609	0.41271	0.3369	1.457	299.5
10,500	219.9	0.7632	24,474	0.2415	0.38773	0.3165	1.439	297.3
11,000	216.7	0.7519	22,632	0.2234	0.36392	0.2971	1.422	295.1
11,500	216.7	0.7519	20,916	0.2064	0.33633	0.2746	1.422	295.1
12,000	216.7	0.7519	19,330	0.1908	0.31083	0.2537	1.422	295.1

CONVERSIONE

Lunghezze

1 nm = 1852 m = 1.852 Km 1 Km = 0.540 nm
 1 inch = 2.54 cm 1 ft = 0.3048 m 1 m = 3.2808 ft

Velocita'

1 kts = (nm/hr) = 1.852 Km/hr
 1 ft/sec = 1.09728 Km/hr 1 ft/sec = 0.5925 Kts 1 Kts = 1.688 ft/sec
 1 ft/min = 0.009875 Kts

Pesi o forze

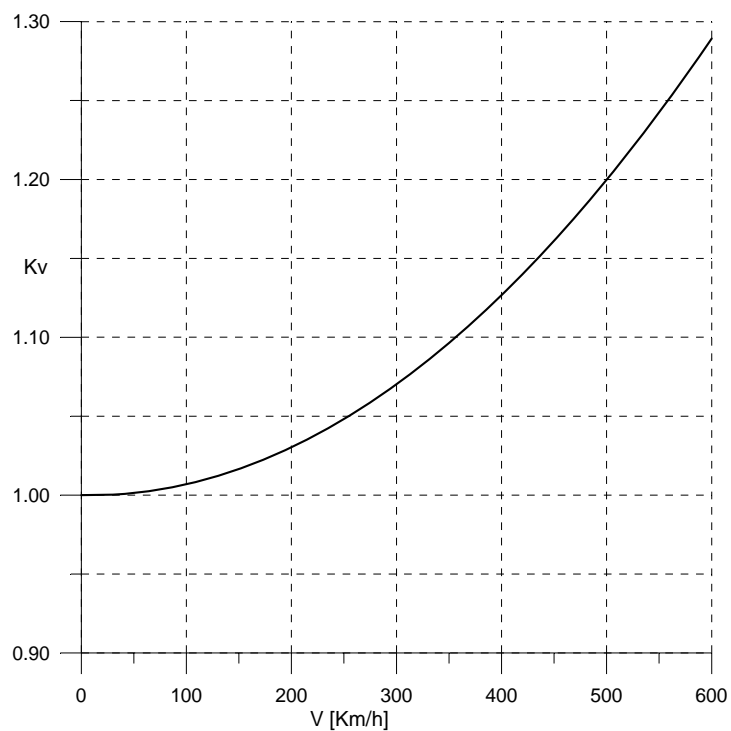
1 Kp = 9.81 N 1 lb = 0.45359 Kp 1 Kp = 2.2046 lbs

Pressione

1 psf = (lbs/ft²) = 4.8824 kp/m² 1 kg/m² = 0.20482 psf 1 psf = 47.88 N/m²
 1 Pa = 1 N/m² = 0.02088 psf

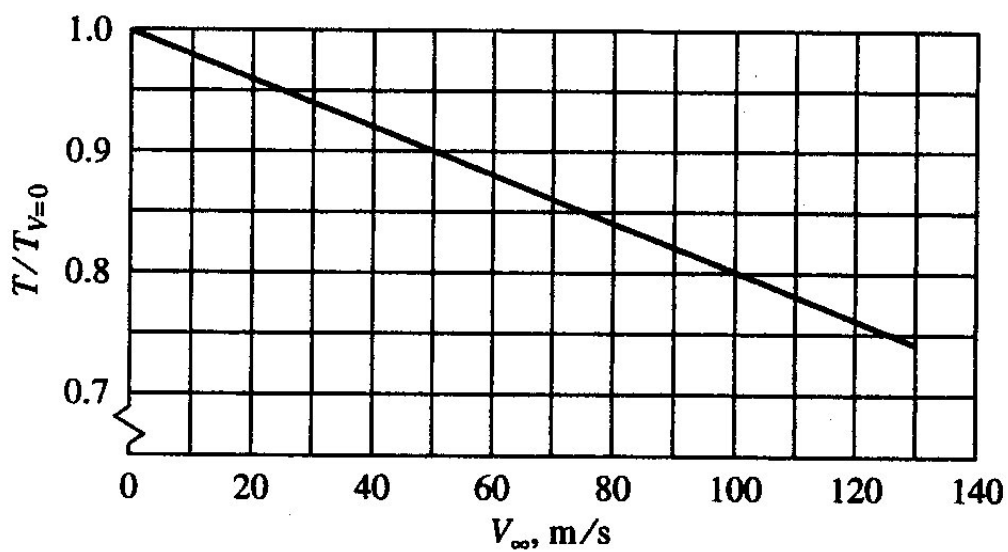
Potenze

1 Hp = 746 W = 0.746 KW 1 KW = 1.34 Hp



EFFETTO RAM MOTORE TURBOELICA

Leggere Valore Kv dal grafico



Fattore riduzione spinta TURBOFAN IN DECOLLO e SALITA (basse quote)
(per la salita moltiplicare per un ulteriore fattore riduttivo pari a 0.90)