

**Compito di Navigazione Aerea**

Prof. Zappalà Marco Gaetano

**Quesito B della Sessione 2001**

Un aeromobile decolla da una base A (Lat. = 42° 30' N, Long. = 12° 06' E, Elev. = 36m) alle UT = 12:15 effettuando la salita fino a FL180 con TC = 130°, GS (media) = 130 Kts, VS = 1100 ft/min, QNH<sub>ALT</sub> = 1021,7 hPa, SAT = ISA+09°C. Giunto al TOC, prosegue in fase di crociera verso il punto B (Lat. = 42° 30' N, Long. = 16° 37' E) con CAS = 190 Kts in presenza di un vento 080°/40 Kts.

Dopo 10 minuti al pilota viene chiesto di intercettare un aeromobile che, nello stesso istante, si trova, rispetto alla base A, su TB = 030° alla distanza di 130 NM e dirige con TC = 120° e GS = 150 KTS.

Il candidato determini: la TH necessaria per l'intercettazione, le coordinate e l'ora in cui essa avviene.

**Svolgimento**

**1- Risoluzione del problema di salita**

Ricordando che il FL180 coincide con la PA=18000 ft e che l'elevazione rappresenta il  $\Delta h$  tra il QFE e il QNH<sub>ALT</sub>, si calcola, per prima cosa, il  $\Delta P$  tra il QFE e il QNH<sub>ALT</sub>, sfruttando la proprietà che fino a 3000 ft di quota la pressione diminuisce, con buona approssimazione, di 1 hPa ogni 27 ft.

$$\Delta P_{QFE/QNH_{ALT}} = \Delta h(ft) / 27 = \left( \frac{36m}{0,3048 \frac{m}{ft}} \right) / 27 \frac{hPa}{ft} = 4,37 hPa$$

$$QFE = QNH_{ALT} - \Delta P_{QFE/QNH_{ALT}} = 1017,3 hPa$$

$$\Delta h_{QFE/QNH_{STD}} = \Delta P_{QFE/QNH_{STD}} \cdot 27 = (1017,3 - 1013,25) \cdot 27 = 109,35 ft$$

$$IA_{QFE} = PA + \Delta h_{QFE/QNH_{STD}} = 18109,35 ft$$

$$ISA = T_0 - a \cdot PA = 288,15 K - 0,0065 \frac{K}{m} \cdot \left( 18000 ft \cdot 0,3048 \frac{m}{ft} \right) = 252,5 K$$

$$SAT = 252,5 K + 9 K = 261,5 K$$

$$TA_{QFE} = IA_{QFE} \cdot \frac{SAT}{ISA} = 18755 ft$$

Ora si può calcolare sia il tempo che l'aeromobile impiegherà per completare la salita sia la distanza percorsa

$$FT_{toc} = \frac{TA_{QFE}}{VS} = \frac{18755 \text{ ft}}{1100 \frac{\text{ft}}{\text{min}}} = 17 \text{ min}$$

$$m_{A/TOC} = GS_A \cdot FT_{TOC} = 130 \frac{NM}{h} \cdot \frac{17 \text{ min}}{60 \frac{\text{min}}{h}} = 37 NM$$

## 2- Lossodromia per piccole distanze tra A-toc

$$\alpha = TC - 90^\circ = 40^\circ$$

$$\Delta\varphi_{A/toc} = m_{A/toc} \cdot \text{sen}\alpha = 23',8S$$

$$\Delta\mu_{A/toc} = m_{A/toc} \cdot \cos\alpha = 28,3NM$$

$$\varphi_{toc} = \varphi_A + \Delta\varphi_{A/toc} = 42^\circ 06' 12'' N$$

$$\varphi_m = \frac{\varphi_A + \varphi_{toc}}{2} = 42^\circ,3$$

$$\Delta\lambda_{A/toc} = \frac{\Delta\mu_{A/toc}}{\cos\varphi_m} = 38',3E$$

$$\lambda_{toc} = \lambda_A + \Delta\lambda_{A/toc} = 12^\circ 44' 18'' E$$

## 3- Lossodromia per piccole distanze tra toc-B

$$\Delta\varphi_{toc/B} = \varphi_B - \varphi_{toc} = 23' 48'' N \equiv 23,8NM$$

$$\Delta\lambda_{toc/B} = \lambda_B - \lambda_{toc} = 03^\circ 52' 42'' E \equiv 232,7NM$$

$$\varphi_m = \frac{\varphi_B + \varphi_{toc}}{2} = 42^\circ,3$$

$$\Delta\mu_{toc/B} = \Delta\lambda_{toc/B} \cdot \cos\varphi_m = 172,1NM$$

$$m_{toc/B} = \sqrt{\Delta\varphi_{toc/B}^2 + \Delta\mu_{toc/B}^2} = 173,7NM$$

$$TC = \text{arctg} \frac{\Delta\mu_{toc/B}}{\Delta\varphi_{toc/B}} = 82^\circ,1$$

## 4- Calcolo della Tas

Si ricavano dalle tabelle i valori di  $\rho$  alle quote limitrofe a quella di volo

$$\rho_{5500} = 0,697 \frac{kg}{m^3} \quad \rho_{6000} = 0,659 \frac{kg}{m^3} \quad \text{quindi, con una semplice proporzione, si calcola il valore di}$$

$$\rho \text{ alla quota reale di volo} \quad \rho_{5682} = 0,697 \frac{kg}{m^3} - \left( \frac{182m \cdot 0,038 \frac{kg}{m^3}}{500m} \right) = 0,683 \frac{kg}{m^3}$$

$$TA = PA \frac{SAT}{ISA} = 18642 \text{ ft} = 5682m$$

$$TAS = CAS \sqrt{\frac{\rho_0}{\rho_Z}} = 190 \cdot \sqrt{\frac{1,225}{0,683}} = 254,5 Kts$$

## 5- Risoluzione del triangolo del vento

I dati di partenza sono:  $TC=82^{\circ},1$   $W/V=080^{\circ}/40$  Kts  $TAS=254,5$  Kts. Siccome è il primo caso, si risolve solo con il teorema dei seni

$$\alpha = WDR - TC = (WD + 180^{\circ}) - TC = 177^{\circ},9$$

$$\text{sen}\alpha : TAS = \text{sen}WA : WV \Rightarrow WA = \arcsen \frac{WV \cdot \text{sen}\alpha}{TAS} = 0^{\circ},3$$

$$TH = TC - WA = 81^{\circ},8$$

$$\gamma = 180^{\circ} - (\alpha + WA) = 1^{\circ},8$$

$$\text{sen}\alpha : TAS = \text{sen}\gamma : GS \Rightarrow GS = TAS \cdot \frac{\text{sen}\gamma}{\text{sen}\alpha} = 218 \text{Kts}$$

Quindi si calcola la distanza che l'aereo ha percorso fino al momento in cui inizia

l'intercettazione  $m_{toc/C} = GS \cdot FT = 218 \frac{NM}{h} \cdot \frac{10 \text{min}}{60 \frac{\text{min}}{h}} = 36,3 \text{NM}$

## 6- Lossodromia per piccole distanze tra toc-C

$$\Delta\varphi_{toc/C} = m_{toc/C} \cdot \cos TC = 4',95N$$

$$\Delta\mu_{toc/C} = m_{toc/C} \cdot \text{sen}TC = 35,7 \text{NM}$$

$$\varphi_C = \varphi_{toc} + \Delta\varphi_{toc/C} = 42^{\circ}11'09" N$$

$$\varphi_m = \frac{\varphi_C + \varphi_{toc}}{2} = 42^{\circ},14$$

$$\Delta\lambda_{toc/C} = \frac{\Delta\mu_{toc/C}}{\cos \varphi_m} = 48',1E$$

$$\lambda_C = \lambda_{toc} + \Delta\lambda_{toc/C} = 13^{\circ}32'24" E$$

## 7- L'intercettazione

Si risolve con il metodo grafico: partendo dal punto A si traccia il Nord vero, poi, con i dati, si trova il punto di partenza dell'aereo da intercettare (punto D) e si traccia il punto toc, sfruttando la  $TC=130^{\circ}$  e la distanza  $m_{A/toc}=37 \text{NM}$ . Adesso dal punto toc si individua il punto C, cioè quello da cui parte l'aereo che deve intercettare. Poi si congiunge il punto C con il punto D e si traccia il vettore GS di D in scala oraria. Inoltre si traccia una parallela al lato CD passante per la punta del vettore GS di D. Infine si traccia il vettore vento in C e, col compasso di apertura pari alla TAS, si punta sulla punta del vento e si traccia un arco fino a toccare la parallela. Si congiunge il punto C con il punto di incontro tra la parallela e l'arco tracciato (il punto di incontro è quello dove si incontrano le due GS), quindi si misura la distanza DI, si calcola il FT di intercetto e l'ETI.

