Soluzione Tema d'Esame di Aerodinamica del 03 – 02 – 2003

ESERCIZIO 1

N = 10; C = 10; T = 288,15 K; ρ = 1,225 Kg/m^3

Per il calcolo della resistenza aerodinamica di una lastra piana in regime supersonico, dobbiamo innanzitutto calcolare il coefficiente di resistenza aerodinamica come

(1.1) $$c_d = \frac{4}{\beta}\left[c_{d,0} + \alpha^2\right]$$

dove il contributo dipendente dal profilo ($c_{d,0}$) è nullo in quanto si tratta si una lastra piana (ha spessore nullo e la sua linea media coincide con l'asse di integrazione quindi non da alcun contributo). Il fattore β va calcolato come

(1.2) $$\beta = \sqrt{M_\infty^2 - 1}$$

e infine calcoliamo la resistenza come

(1.3) $$D = \frac{1}{2}c_d \rho V_\infty^2 c = \frac{2}{\beta}\rho V_\infty^2 c\alpha^2$$

ottenendo un valore di resistenza pari a D = 4553,72 N/m

ESERCIZIO 2

N = 10; C = 10; T = 288,15 K; ρ = 1,225 Kg/m^3

L'ipotesi di cilindro di apertura infinita investito da una corrente uniforme equivale a considerare un cerchio nel piano bidimensionale. Scriviamo quindi il potenziale per un cerchio di raggio r_0 investito da una corrente uniforme come

(2.1) $$\varphi(x,y) = V_\infty x + V_\infty r_0^2 \frac{x}{x^2+y^2}$$

Derivando il potenziale in x e in y e otteniamo

(2.2) $$u(x,y) = \frac{\partial\varphi}{\partial x} = V_\infty + V_\infty r_0^2 \frac{y^2 - x^2}{x^2+y^2}$$
$$v(x,y) = \frac{\partial\varphi}{\partial y} = V_\infty r_0^2 \frac{-2xy}{x^2+y^2}$$

Ora basta valutarle nel punto P e poi scrivere il modulo della velocità come

(2.3) $$\left|V_p\right| = \sqrt{u_p^2 + v_p^2}$$

nel nostro caso otterremo una velocità pari a circa 51,6 m/s

Autore Nicola Morganti
Un ringraziamento speciale per la collaborazione allo svolgimento degli esercizi a Anselmo Recanati

Definiamo il coefficiente di pressione come

(2.4) $$c_{p,i} = \frac{\Delta p}{\frac{1}{2}\rho V_\infty^2} = \frac{V_\infty^2 - V_i^2}{V_\infty^2} = 1 - \frac{V_i^2}{V_\infty^2}$$

dove la formula finale la ricaviamo sfruttando il teorema di Bernoulli.
Ci basta quindi valutare le velocità nei punti A, B, C per calcolare i relativi coefficienti di pressione. Sostituendo i valori otteniamo quindi

	u	v	V_i^2	C_p
A(-R,0)	0	0	0	1
B(-R/√2, R/√2)	V_∞	V_∞	$2V_\infty^2$	-1
C(0,R)	$2V_\infty$	0	$4V_\infty^2$	-3

ESERCIZIO 3

N = 10; C = 10; T = 288,15 K; ρ = 1,225 Kg/m^3

Ricordiamo innanzitutto che in volo orizzontale rettilineo uniforme la portanza eguaglia il peso del velivolo. Nel caso di ala con apertura finita e distribuzione di portanza generica, sappiamo che il coefficiente di resistenza indotto si può esprimere come

(3.1) $$c_{D,i} = \frac{1}{\pi E} c_L^2 \left(1+\delta\right)$$

dove c_L è il coefficiente di portanza per un'ala di apertura finita e pari a

(3.2) $$c_L = \frac{2L}{\rho V_\infty^2 S}$$

e E è l'allungamento definito come

(3.3) $$E = \frac{S}{\bar{c}^2}$$

Sostituendo i valori possiamo calcolare la resistenza indotta come

(3.4) $$D = \frac{1}{2} c_{D,i} \rho V_\infty^2 S$$

ottenendo un valore pari a circa D = 14,94 N/m
Ipotizzando un'ala senza ipersostentazione sappiamo che il c_L è al massimo pari a 1,2. Calcoliamo quindi la velocità di volo minima in queste condizioni, ottenendo un valore di V pari a circa 26 m/s