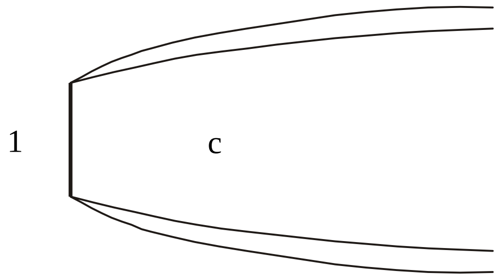
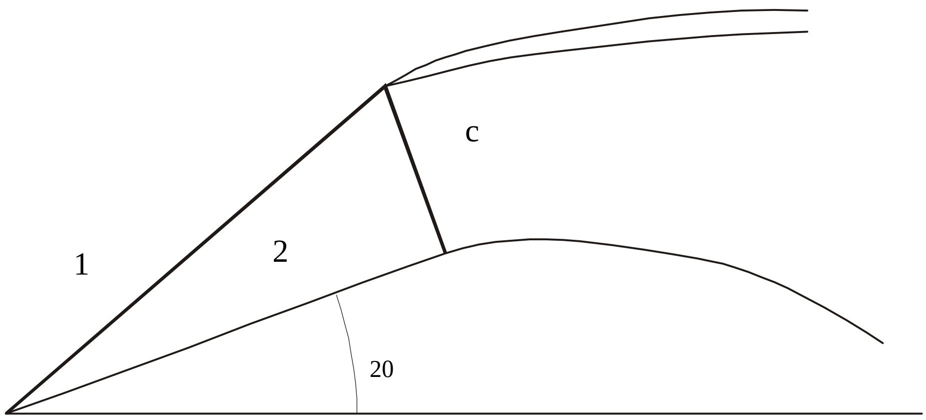
Per una corrente con M=3.5 confrontare le perdite di pressione di ristagno per una presa d'aria semplicemente divergente e tre prese d'aria esterne con deviazione totale della corrente di 20°, rispettivamente con 1 ,2 o 4 onde oblique, a cui segue un'onda normale.



Dalle tabelle (NSW) per M=3.5 trova:

$$\frac{p_{oc}}{p_{o1}} = 0.213$$



Dal diagramma ε, δ, M si trova:

$M_1 := 3.5$ $\qquad \delta_1 := 20\text{deg}$ $\qquad \varepsilon_1 := 34.6\text{deg}$

$M_{n1} := M_1 \cdot \sin(\varepsilon_1)$ $\qquad M_{n1} = 1.987$

Dalle tabelle (NSW):

$M_{n2} := 0.579$ $\qquad \dfrac{p_{o2}}{p_{o1}} = 0.727$

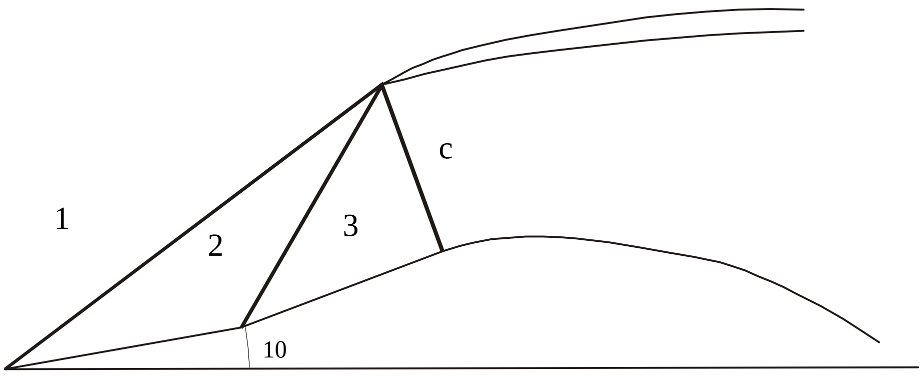
Da cui:

$$M_2 := \frac{M_{n2}}{\sin(\varepsilon_1 - \delta_1)} \qquad M_2 = 2.297$$

Dalle tabelle (NSW):

$$\frac{p_{oc}}{p_{o2}} = 0.584$$

$$rp = \frac{p_{oc}}{p_{o1}} = \frac{p_{oc}}{p_{o2}} \cdot \frac{p_{o2}}{p_{o1}} \qquad rp := 0.584 \cdot 0.727 \qquad rp = 0.425$$



Dal diagramma ε, δ, M si trova:

$$M_1 := 3.5 \qquad \delta_1 := 10\text{deg} \qquad \varepsilon_1 := 24.4\text{deg}$$

$$M_{n1} := M_1 \cdot \sin(\varepsilon_1) \qquad M_{n1} = 1.446$$

Dalle tabelle (NSW):

$$M_{n2} := 0.722 \qquad \frac{p_{o2}}{p_{o1}} = 0.946$$

Da cui:

$$M_2 := \frac{M_{n2}}{\sin(\varepsilon_1 - \delta_1)} \qquad M_2 = 2.903$$

Con lo stesso procedimento:

$$\delta_2 := 10\text{deg} \qquad \varepsilon_2 := 28.1\text{deg}$$

$$M_{n2} := M_2 \cdot \sin(\varepsilon_2) \qquad M_{n2} = 1.367$$

Dalle tabelle (NSW):

$$M_{n3} := 0.754 \qquad \frac{p_{o3}}{p_{o2}} = 0.966$$

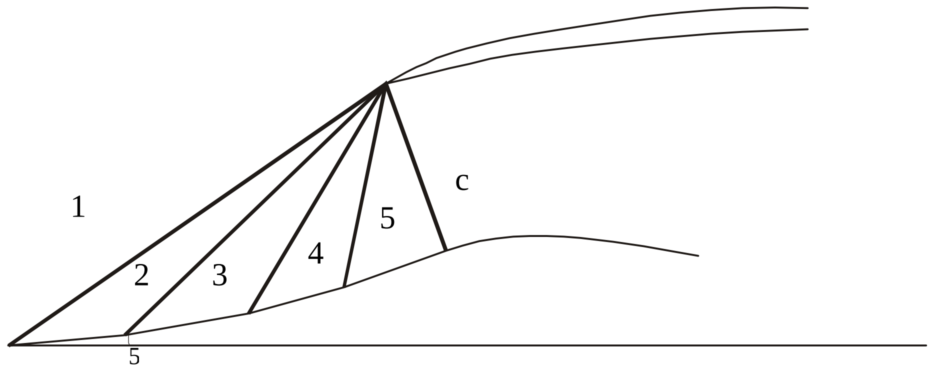
Da cui:

$$M_3 := \frac{M_{n3}}{\sin(\varepsilon_2 - \delta_2)} \qquad M_3 = 2.427$$

Dalle tabelle (NSW):

$$\frac{p_{oc}}{p_{o3}} = 0.529$$

$$rp = \frac{p_{oc}}{p_{o1}} = \frac{p_{oc}}{p_{o3}} \cdot \frac{p_{o3}}{p_{o2}} \cdot \frac{p_{o2}}{p_{o1}} \qquad rp := 0.529 \cdot 0.966 \cdot 0.946 \qquad rp = 0.483$$



Dal diagramma ε, δ, M si trova:

$$M_1 := 3.5 \qquad \delta_1 := 5\text{deg} \qquad \varepsilon_1 := 20.2\text{deg}$$

$$M_{n1} := M_1 \cdot \sin(\varepsilon_1) \qquad M_{n1} = 1.209$$

Dalle tabelle (NSW):

$$M_{n2} := 0.838 \qquad \frac{p_{o2}}{p_{o1}} = 0.992$$

Da cui:

$$M_2 := \frac{M_{n2}}{\sin(\varepsilon_1 - \delta_1)} \qquad M_2 = 3.196$$

Con lo stesso procedimento:

$\delta_2 := 5deg$ $\varepsilon_2 := 21.8deg$

$M_{n2} := M_2 \cdot \sin(\varepsilon_2)$ $M_{n2} = 1.187$

Dalle tabelle (NSW):

$M_{n3} := 0.849$ $\dfrac{p_{o3}}{p_{o2}} = 0.994$

Da cui:

$M_3 := \dfrac{M_{n3}}{\sin(\varepsilon_2 - \delta_2)}$ $M_3 = 2.937$

Con lo stesso procedimento:

$\delta_3 := 5deg$ $\varepsilon_3 := 23.6deg$

$M_{n3} := M_3 \cdot \sin(\varepsilon_3)$ $M_{n3} = 1.176$

Dalle tabelle (NSW):

$M_{n4} := 0.858$ $\dfrac{p_{o4}}{p_{o3}} = 0.995$

Da cui:

$M_4 := \dfrac{M_{n4}}{\sin(\varepsilon_3 - \delta_3)}$ $M_4 = 2.69$

Con lo stesso procedimento:

$\delta_4 := 5deg$ $\varepsilon_4 := 25.6deg$

$M_{n4} := M_4 \cdot \sin(\varepsilon_4)$ $M_{n4} = 1.162$

Dalle tabelle (NSW):

$M_{n5} := 0.867$ $\dfrac{p_{o4}}{p_{o3}} = 0.996$

Da cui:

$$M_5 := \frac{M_{n5}}{\sin\left(\varepsilon_4 - \delta_4\right)} \qquad M_5 = 2.464$$

Dalle tabelle (NSW):

$$\frac{p_{oc}}{p_{o3}} = 0.514$$

$$rp = \frac{p_{oc}}{p_{o1}} = \frac{p_{oc}}{p_{o5}} \cdot \frac{p_{o5}}{p_{o4}} \cdot \frac{p_{o4}}{p_{03}} \cdot \frac{p_{o3}}{p_{o2}} \cdot \frac{p_{o2}}{p_{o1}}$$

$$rp := 0.514 \cdot 0.996 \cdot 0.995 \cdot 0.994 \cdot 0.994 \cdot 0.992 \qquad rp = 0.499$$

Si deve progettare una presa d'aria convergente-divergente supersonica. I dati di progetto sono:

· $M := 1.5$, $T := 270K$, $p := 0.75atm$;

· La portata deve essere $m := 7.0\,\frac{kg}{s}$.

Determinare i parametri caratteristici dell'ugello ed il minimo valore di M necessario per portare l'ugello ad un funzionamento corretto.

$R := 287\,\frac{J}{kg\cdot K}$ $\quad\quad \psi := 0.81 \quad\quad \gamma := 1.4$

Dalle tabelle (ISO) si possono ricavare i rapporti:

$\frac{A}{A_c} = 1.176 \quad\quad \frac{p}{p_o} = 0.272 \quad\quad \frac{T}{T_o} = 0.690$

$p_o := \frac{p}{0.272} \quad\quad p_o = 2.794\times 10^5\,Pa \quad\quad T_o := \frac{T}{0.690} \quad\quad T_o = 391.304\,K$

$$m = \frac{p_o\cdot A_c\cdot \psi}{\sqrt{\gamma\cdot R\cdot T_o}}$$

Da cui:

$A_c := \frac{m}{p_o\cdot\psi}\cdot\sqrt{\gamma\cdot R\cdot T_o} \quad\quad A_c = 0.0123\,m^2$

$A := A_c\cdot 1.176 \quad\quad A = 0.0144\,m^2$

Per determinare il minimo valore del numero di Mach, M_o, necessario per portare l'ugello ad un funzionamento corretto si parte dal rapporto delle aree e, dalle tabelle (ISO), si ricava il numero di Mach subsonico:

$M_s := 0.610$

Con questo valore dalle tabelle (NSW) si trova

$M_o := 1.828$

E' interessante notare che allo stesso numero di Mach (M=1.5) una presa d'aria semplicemente divergente realizzerebbe una caduta di pressione di ristagno solo del 7%, infatti dalle tabelle (NSW) partendo da M=1.5 si trova:

$$\frac{p_{ovalle}}{p_{omonte}} = 0.93$$