TD 1 TM L3

Exercice 1

Une machine radiale à fluide incompressible (pompe centrifuge) tournant à la vitesse de 1500 tr/min.

Entrée de la roue : C1= 4 m/s dirigée suivant le rayon, R1= 0,1m,

A la sortie de la roue : R2 = 0,2 m, W2 = 8 m/s, B2 = 30°

1) Déterminer les paramètres cinétiques à l'entrée et à la sortie

2) Déterminer la hauteur théorique

Exercice 2

Une machine axiale à fluide incompressible (pompe hélice) est schématisée par les données suivantes :Rayon moyen R_{moy} = 0,4m, n= 300 tr/min, vitesse absolue à l'entrée C_1= 4m/s (vitesse parallèle à l'axe de rotation), C_2 = 8 m/s, α_2 = 30°

- Déterminer les paramètres cinétiques à l'entrée et à la sortie
- Déterminer la hauteur d'Euler

Exercice 3

On utilisant l'équation d'Euler, déterminer le couple sur l'arbre d'une turbomachine ayant les caractéristiques suivantes :

-vitesse absolue à l'entrée du rotor : 8,1 m/s

- angle d'entrée du fluide dans le rotor α1 = 0 par rapport à l'axe de rotation

-vitesse absolue du fluide à la sortie du rotor 10,8 m/s

- angle de sortie du fluide dans le rotor α2 = 0 par rapport à l'axe de rotation

-débit massique Q_m= 1,42 kg/s

-le rayon du rotor à l'entrée varie de 0,09 m à 0,21 m

- le rayon du rotor à la sortie varie de 0,18 m à 0,25 m

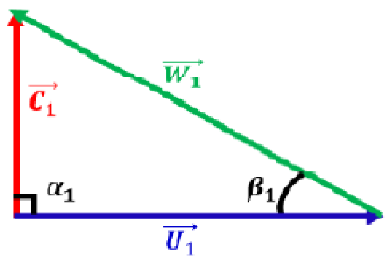
Exercice 4

Une pompe centrifuge à une roue de diamètre extérieur égale à 40cm l'épaisseur des aubes est de 5cm et tourne à 800 tr/min. La hauteur développée par cette pompe est de 16m, l'angle d'inclinaison des auges à la sortie β_2 =30°, déterminer le débit. g = 9 ,81

TD 1 TURBOMACHINES

Solution exercice 1

a- Paramètres à l'entrée :

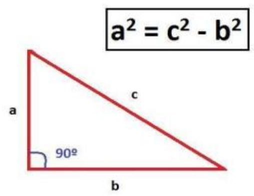


-Vitesse d'entrainement : $U_1 = \omega . R_1 = \frac{2\pi n}{60} \times R_1 = \frac{2 \times 3{,}14 \times 1500}{60} \times 0{,}1 = 15{,}7$ m/s

$$\omega_{(rad/s)} = \frac{2\pi}{60} \times N_{(tr/min)}$$

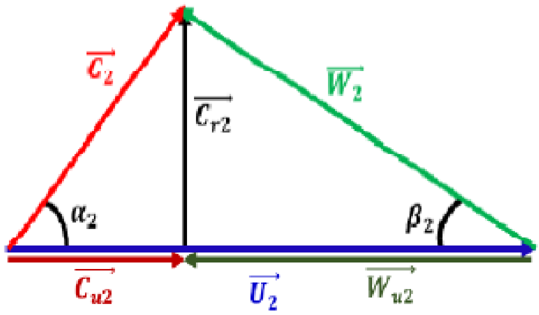
- Vitesse $C_{u1} = 0$ puisque $\alpha_1 = 90°$
- Nous pouvons calculer W_1 on utilisant l'équation suivante (triangle des vitesses)

$$W_1^2 = U_1^2 + C_1^2$$



$$W_1 = \sqrt{U_1^2 + C_1^2} = 16{,}2 \text{ m/s}$$

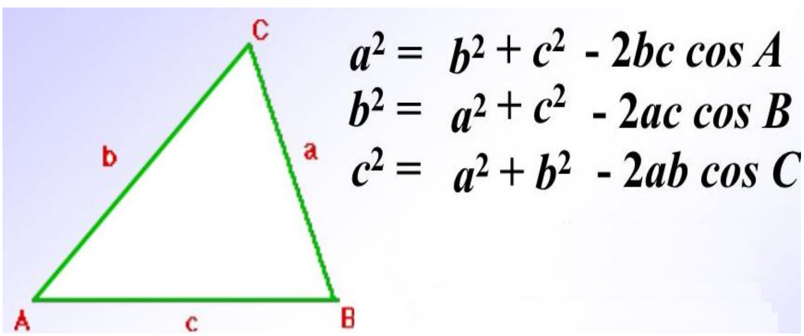
b) Paramètres à la sortie



- Vitesse d'entrainement : $U_2 = \omega . R_2 = \frac{2\pi n}{60} \times R_2 = \frac{2 \times 3{,}14 \times 1500}{60} \times 0{,}2 = 31{,}4$ m/s

- Vitesse absolue : d'après le triangle des vitesses à la sortie on peut écrire :

$$C_2^2 = W_2^2 + U_2^2 - 2U_2W_2\cos\beta_2 \text{ donc } C_2 = 24{,}8 \text{ m/s}$$



- Vitesse C_{u2}

$$W_{u2} = W_2 \cos\beta_2 \text{ donc } W_{u2} = 6{,}92 \text{ m/s}$$

$$C_{u2} = U_2 - W_{u2} = 31.4 - 6{,}92 = 24{,}5 \text{ m/s}$$

$$C_{u2} = 24{,}5 \text{ m/s.}$$

2- La hauteur théorique

$$H_{th} = \frac{1}{g}(U_2 C_{u2} - U_1 C_{u1}) = \frac{1}{9.81} 31{,}4 \times 24{,}5 = 78{,}41 \text{ m}$$

On peut appliquer la deuxième équation d'Euler

$$H_{th} = \frac{1}{2.g}[(U_2^2 - U_1^2) + (C_2^2 - C_1^2) + (W_1^2 - W_2^2)]$$

$$H_{th} = \frac{1}{2 \times 9{,}81}[(31{,}4^2 - 15{,}4^2) - (24{,}8^2 - 4^2) - (16{,}2^2 - 8^2)] = 78{,}41\text{m}$$

Solution exercice 2

a) Paramètres à l'entrée

Calculons la vitesse d'entrainement $U = \omega.R_{moy} = \frac{2.\pi.n.R_{moy}}{60} = \frac{2\times3{,}14\times300\times0{,}4}{60} = 12{,}56$ m/s

La vitesse relative à l'entrée $W_1^2 = U^2 + C_1^2$ donc $W_1 = 13{,}18$ m/s

Puisque l'écoulement est parallèle à l'axe ($\alpha1 = 90°$) donc $C_{u1} = 0$

b) Paramètres à la sortie

Vitesse d'entrainement $U_1 = U_2 = U = 12{,}56$ m/s

Vitesse $C_{u2} = C_2$. Cos 30° = 8. Cos 30° = 6,92 m/s

Vitesse relative à la sortie de la roue

$$W_2^2 = C_2^2 + U_2^2 - 2U\, C_2 \cos\alpha_2 = 8^2 + 12{,}56^2 - 2 \times 12{,}56 \times 8 \times \cos 30° = 6{,}90 \text{ m/s}$$

2) La hauteur théorique (Euler)

$$H_{th} = \frac{U}{g}(C_{u2} - C_{u1}) = \frac{U.C_{u2}}{g} = \frac{12{,}56 \times 6{,}92}{9.81} = 8{,}8 \text{ m}$$

Sous une autre forme :

$$H_{th} = H_E = \frac{1}{2.g}\ C_2^2 - C_1^2) + (W_1^2 - W_2^2)] = H_{th} = H_E = \frac{1}{2 \times 9{,}81}\ (8^2 - 4^2) + (13{,}18^2 - 6{,}90^2)$$

$$H_{th} = H_E = 8{,}8 \text{ m}$$

Solution exercice 3

On définit les rayons moyens à l'entrée et à la sortie du rotor

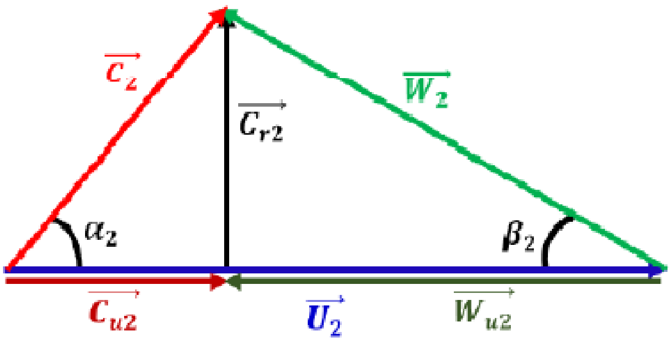
$$R_{moy\ 1} = \frac{0{,}09 + 0{,}21}{2} = 0{,}15\text{m}$$

$$R_{moy\ 2} = \frac{0{,}18 + 0{,}25}{2} = 0{,}215 \text{ m}$$

$$M = Q_m (R_2 . C_{u2} - R_1 . C_{u1})$$

$$= 1{,}42(0{,}21 \times 10{,}8 \times \text{Cos } 85 - 0{,}15 \times 8{,}1 \times \text{Cos } 90) = 0{,}28\text{Nm}$$

Solution exercice 4



$$U_2 = \omega.R_2 = \frac{\pi.n.D_2}{60} = \frac{3{,}14 \times 800 \times 0{,}4}{60} = 16{,}75 \text{ m/s}$$

$$H = \frac{1}{g}(U_2 . C_{u2})$$

$$C_{u2} = \frac{g.H}{U_2} = \frac{9{,}81 \times 16}{16{,}75} = 9{,}37 \text{ m/s}$$

$$tg\beta_2 = \frac{C_{r2}}{U_2 - C_{u2}} \Rightarrow C_{r2} = (U_2 - C_{u2})tg\beta_2$$

$$C_{r2} = (16{,}75 - 9{,}37)tg30° = 4{,}26 \text{ m/s}$$

$$Q = \pi . D_2 b_2 C_{r2} = 3{,}14 \times 0{,}40 \times 0{,}05 \times 4{,}26 = 0{,}267\text{m}^3/\text{s}$$