Chapitre 5

Machines axiales

Buts

1. Connaître la géometrie d'une machine axiale
2. Connaître la différence géometrique entre un compresseur et une turbine axiale

5.1 Géometrie d'une machine axiale

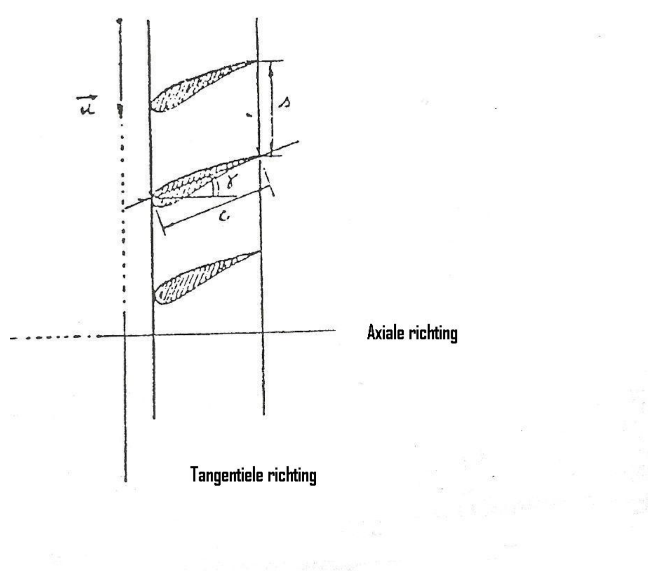

FIGURE 5.1 – profile d'une machine axiale

Sur la figure 5.1 on peut voir la géometrie d'une machine axiale. c'est une roue á aubes infinie, parce que rotative, avec paramètres de base :

- s : le pas, c'est la distance entre les aubes d'une roue á aubes.
- γ : l'angle d'ajustement,c'est l'angle sur lequel on met au point les aubes
- c : la corde, la longueur des aubes

Avec les machines axiales on a deux types de roues á aubes, un rotor qui tourne et change l'énergie thermique en énergie cinetique et un stateur qui va servir comme redresseur et ne changera que la direction de la vitesse. Nous voyons de nouveau un triangle de vitesse et quand nous étudions les vitesse nous allons utiliser pour le stateur les vitesses absolues et pour le roteur les vitesses relatives. Les angles sont considérés positifs dans la direction de u.

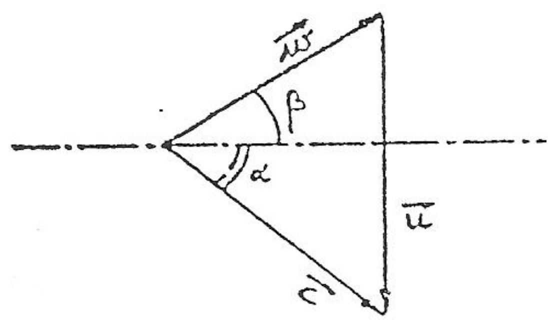

FIGURE 5.2 – triangle de vitesse

On a

- w : vitesse relative , donc la vitesse au-delà l'aube
- u : vitesse de drague, donc la vitesse ensemble avec l'aube, donc la vitesse de rotation
- c : vitesse absolue donc la somme vectoriele des deux précedents

5.2 Fonctionnement des machines axiales

La première chose qu'on voit sur la figure 5.2 est que $w_a = c_a$.
Nous allons voir la conservation de masse donc

$$\oint d\dot{m} = \oint \rho \mathbf{w} \, d\mathbf{S} = 0$$

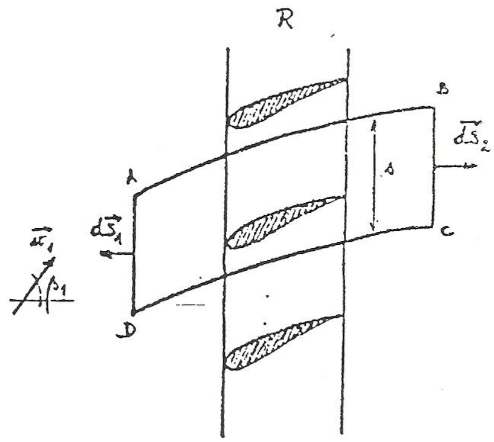

FIGURE 5.3 – conservation de masse

Les lignes aerodynamiques sont tangente au deux côtés du rectangle,donc il n'y a pas de fluide qui entre de ces deux côtés. Il ne nous reste que les côtés á l'entrée et sortie.

$$0 = \int_{S_1} \rho \mathbf{w} \, d\mathbf{S_1} + \int_{S_2} \rho \mathbf{w} \, d\mathbf{S_2}$$

Aprés operation du produit vecteur

$$0 = -\rho_1 w_1 \cos \beta_1 s_1 h_1 + \rho_2 w_2 \cos \beta_2 s_2 h_2$$

parce que dans ce cas ci dS=s.h avec s,le pas et h, l'hauteur de l'aube.
Pour la géometrie on peut donc déduire

1. compresseur : densité augmente. La hauteur doit diminuer si la vitesse reste á peu près constante.
2. turbine : densité diminue donc la hauteur doit augmenter si la vitesse reste á peu près constante.

On suppose que
- la roue d'aubes plane donc s et h sont á peu près constantes
- vu par roue d'aubes la densité reste à peu prés constante , le changement est petit et nous travaillons avec une sorte de moyen.

Conservation de masse

$$w_1 \cos \beta_1 = w_2 \cos \beta_2 = w_a$$

Avec ceci nous pouvons voir une différence d'angle d'ajustement γ.
- compresseur :$p_2 > p_1$ de Bernouilli suit que $w_2 < w_1$
  La direction de la vitesse change dans la direction axiale.

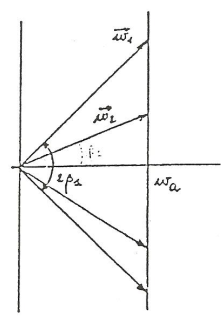

FIGURE 5.4 – triangle de vitesse d'un compresseur

- turbine :$p_2 < p_1$ dus $w_2 > w_1$
  La direction de la vitesse change contrairement á la direction axiale.

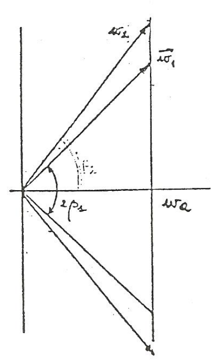

FIGURE 5.5 – triangle de vitesse d'une turbine

5.3 Torsion de l'aube

Avec les machines axiales les aubes doivent être chargé au-delà la surface complète.Ceci pour atteindre un rendement maximale et pour éviter des tensions supplémentaires dans les aubes par des forces asymmétriques.

L'aube est attaché sur un arbre.La pate est mise donc á un rayon r et le bout se trouve á un rayon R=r+h. Le courant a donc un triangle de vitesse comme ci dessous.

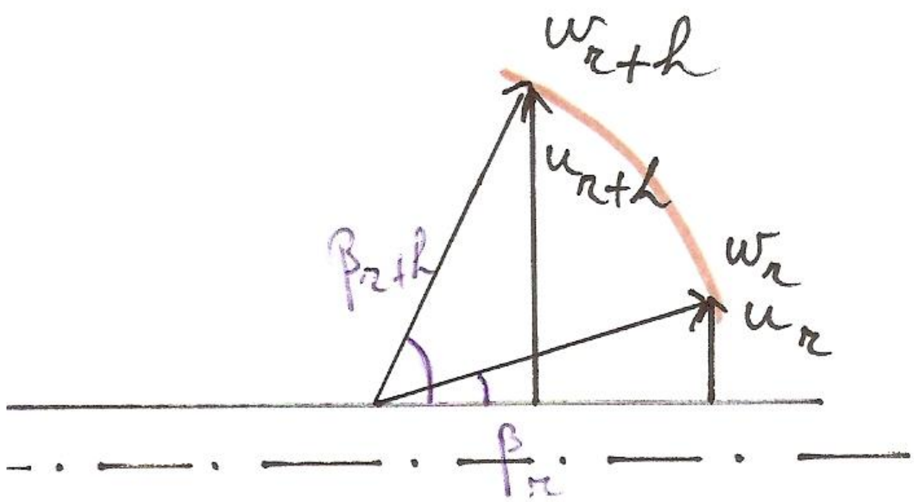

FIGURE 5.6 – torsion de l'aube

Parce que la vitesse relative, une mesure pour le débit, change de patte au bout le débit changera aussi de patte au bout.Pour cela il y aura aussi une différence de force ce qui résulte dans des tensions supplémentaires dans les aubes.Pour que la vitesse w reste constante de la patte jusqu'au bout on ne peut faire qu'une chose et c'est de maintenir constante l'angle β et changer la longueur du vecteur w. Concrètement ça veut dire que l'aube doit garder une torsion de patte jusqu'au bout.

En utilisant la diagramme vecteur d'une turbine (figure 5.7) on peut calculer le travail sur un aube.(chapitre suivante)

Le travail d'un système rotatif est le moment multiplié par la vitesse de rotation donc(bout=1 et pate=2)

$$W = u(r_1 v_{w1} - r_2 v_{w2})$$

et

$$cotg\beta = \frac{v_w}{v_f}$$

Nous voulons étudier le débit donc nous utilisons la formule en paramètre v_f,la mesure pour le débit, et finallement

$$W = u(r_1 v_{f1} cotg\beta_1 - r_2 v_{f2} cotg\beta_2)$$

Parce que le débit doit être uniform au-delá l'aube $v_f = v_{f1} = v_{f2}$

$$W = u v_f (r_1 cotg\beta_1 - r_2 cotg\beta_2)$$

Donc si r change et le travail doit rester uniform au-delá l'aube seulement β peut être ajusté.

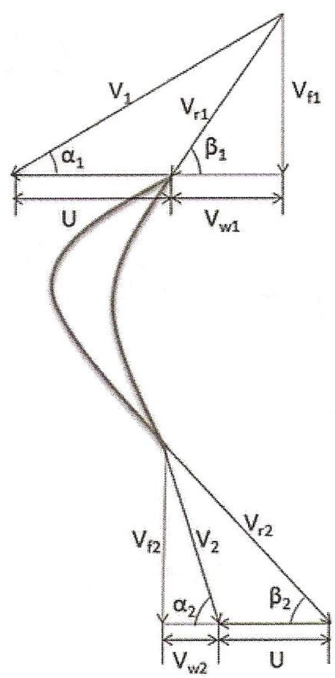

FIGURE 5.7 – triangle de vitesse turbine impulse