

MACCHINE AD AZIONE E REAZIONE

RICORDIAMO: $R = \frac{\Delta h_{rot}}{\Delta h_{tot}} = \frac{h_1 - h_2}{h_0 - h_2}$

DOVE 0-1 | STATORE
1-2 | ROTORE

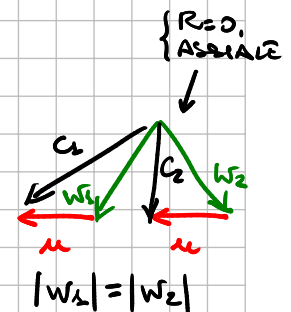
Siccome nel rotore: $L = h_1 - h_2 + \left(\frac{c_1^2}{2} - \frac{c_2^2}{2}\right) = \left(\frac{c_1^2}{2} - \frac{c_2^2}{2}\right) + \frac{u_1^2}{2} - \frac{u_2^2}{2} + \frac{w_1^2}{2} - \frac{w_2^2}{2}$

Allora: $R = \frac{(u_1^2 - u_2^2) - (w_1^2 - w_2^2)}{(c_1^2 - c_2^2) + (u_1^2 - u_2^2) - (w_1^2 - w_2^2)}$

Dunque se $R=0 \rightarrow u_1^2 - u_2^2 = w_1^2 - w_2^2$

PER MACCHINE ASSIALI VALE $u_1 = u_2 \rightarrow w_1^2 = w_2^2$ DUNQUE

OSSERVAZIONE #1: Una macchina assiale ad azione ha w_1 e w_2 con la stessa norma



Tutto il salto entalpico avviene nello statore per $R=0$, ergo

$$L = (h_1 - h_2) + \frac{c_1^2}{2} - \frac{c_2^2}{2} \rightarrow p_1 - p_2 = 0, p_1 = p_2$$

Per $R \neq 0$ (REAZIONE): $p_1 - p_2 > 0, p_2 < p_1$ (caduta di pressione al rotore)

OSSERVAZ. #2: Una macchina assiale ad azione non ha cadute di pressione al rotore; il lavoro euleriano è dato dalla diminuzione della velocità.

A PARITÀ DI SALTO ENTALPICO PER STADIO

$\Delta h_a = \Delta h_{R(0,5)}$, supponiamo $R=0,5$

$\boxed{R=0} \quad \Delta h = \frac{c_1^2}{2} \rightarrow c_1 = \sqrt{2\Delta h}$

Da cui: $u = \frac{c_1 \cos \alpha_1}{2} = \frac{\sqrt{2\Delta h}}{\sqrt{2}} \cos \alpha_1$

$\boxed{R=0,5} \quad 0,5 \Delta h = \frac{c_1^2}{2} \rightarrow c_1 = \sqrt{\Delta h}$

Da cui: $u = c_1 \cos \alpha_1 = \sqrt{\Delta h} \cos \alpha_1$

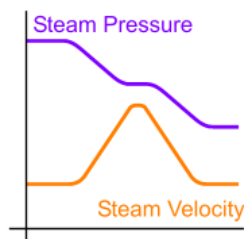
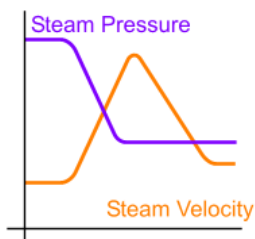
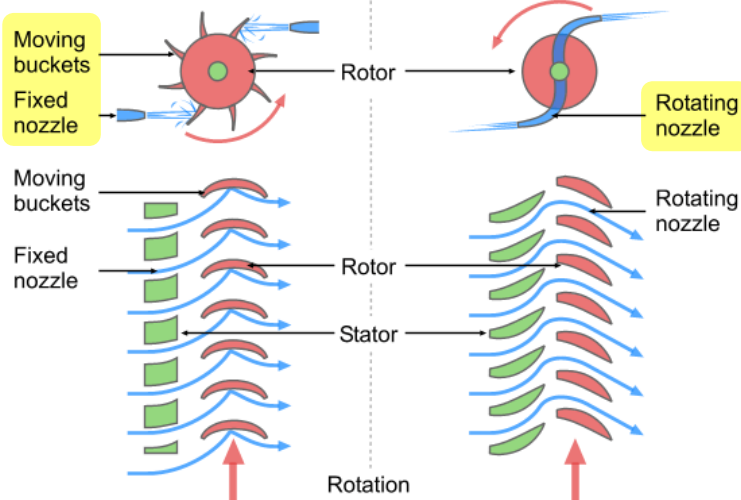
La velocità esibita dalla macchina è $\sqrt{2}$ volte maggiore nello stadio a reazione; con essa, aumenta lo stress meccanico.

PER LE SOLLECITAZIONI MECCANICHE
AZIONE > REAZIONE

(Nel senso che gli stadi ad azione sono migliori)

Impulse Turbine

Reaction Turbine



A PARTIRÀ DI VELOCITÀ DI ROTAZIONE DELLA MACCHINA

$$\mu_A = \mu_R^{(0,5)} \quad \boxed{R=0} \quad \Delta h = \frac{C^2}{2} = \frac{1}{2} (2u / \cos \alpha_1)^2 = 2 \left(\frac{u}{\cos \alpha_1} \right)^2 \quad \Delta h_A = 2 \Delta h_R^{(0,5)}$$

$$\boxed{R=0,5} \quad \Delta h = C^2 = \left(\frac{u}{\cos \alpha_1} \right)^2$$

Il salto entalpico dello stadio ad azione è doppio rispetto a quello dello stadio a reazione ($R=0,5$).

PER IL SALTO ENTALPICO
AZIONE > REAZIONE

E I RENDIMENTI DI PALETTATURA?

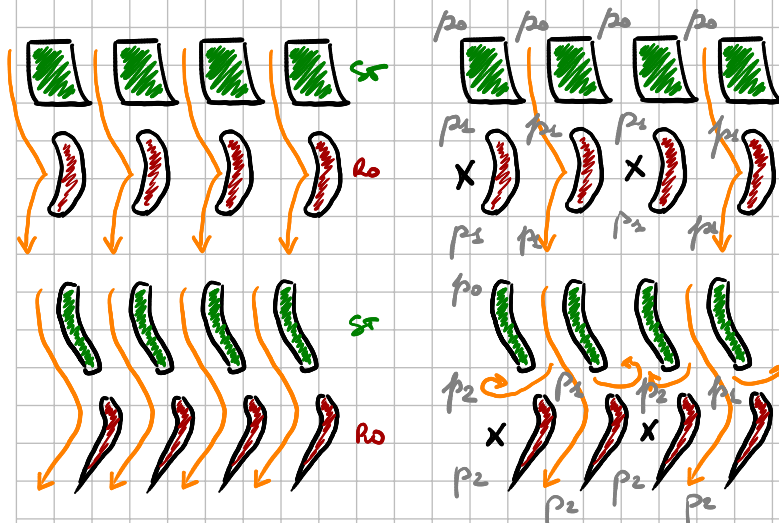
Da relazioni trigonometriche varie:

$$\left\{ \begin{array}{l} \boxed{R=0} \\ \boxed{R=0,5} \end{array} \right. \quad \left\{ \begin{array}{l} \eta_P = \cos^2(\alpha_1) \\ \eta_P = \frac{2\cos^2(\alpha_1)}{\cos^2(\alpha_1)+1} \end{array} \right. \quad \left| \quad \frac{\eta_P^A}{\eta_P^{(0,5)}} = \frac{\cos^2(\alpha_1)+1}{2} \leq 1$$

Salvo il caso limite per $\alpha_1=0$, $\eta_P^A < \eta_P^{(0,5)}$

PER IL RENDIMENTO
REAZIONE > AZIONE

PARZIALIZZAZIONE DEL FLUSSO



La parzializzazione del flusso può essere attuata solo in uno stadio in cui la pressione all'ingresso del rotore è sempre uguale alla pressione all'uscita (cioè in quello ad azione).

Nello stadio a reazione, in cui esiste una caduta di pressione tra ingresso e uscita del rotore, si vengono a creare gradienti di pressione locali all'interno dell'anulus, tali da causare lo sfrangiamento del flusso: questo fenomeno comporta serie perdite di carico dovute alle turbolenze e ai vortici che si vengono a creare, oltre che alle perdite per attrito.

Per poter attuare efficacemente la parzializzazione in una turbina a vapore, è utile porre uno stadio ad azione come primo stadio della macchina, anche tenendo conto delle minori sollecitazioni meccaniche a cui esso è sottoposto, lavorando a temperature maggiori.

Successivamente, studieremo come la parzializzazione serva per la regolazione delle turbine a vapore, ma anche come questo ragionamento non si possa applicare alle turbine a gas: lì agiamo sulla portata d'aria del compressore oppure sul rapporto di miscela per attuare la regolazione; certo, nei primi stadi si ha comunque un basso grado di reazione (R) perché si cerca di smaltire il notevole salto entalpico, però ricordiamoci che le turbine ad azione e a basso R sono caratterizzate da rendimenti più bassi, e gli impianti a gas hanno già problemi di rendimento e potenza nominale dovuti all'impiego dei compressori, che assorbono maggior potenza rispetto alle pompe del ciclo Rankine, quindi si preferisce cercare il compromesso.

Nell'impianto a vapore, dove invece non sussistono questi problemi, la turbina ad azione è impiegata per la parzializzazione del flusso, che permette una regolazione della portata senza incidere sui triangoli di velocità e quindi sul rendimento. C'è anche un discorso sullo smaltimento della portata che trae beneficio dalla possibilità di parzializzare. Insomma, nell'impianto a vapore possiamo impiegare lo stadio ad azione in quanto i benefici superano gli svantaggi.