

## RIEPILOGO

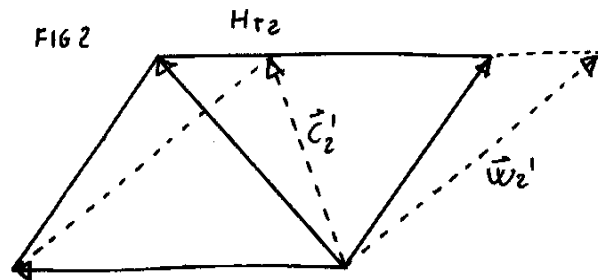
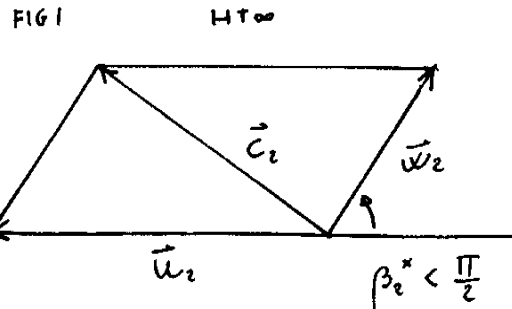
Siamo partiti esaminando una macchina centrifuga operatrice trovando la seguenti espressioni

$$\begin{aligned} H_{t_{\infty}} &= H_{t_{\infty}}(Q, M) \\ H_{t_z} &= H_{t_z}(Q, M) \\ H_{tr} &= H = H(Q, M) \end{aligned}$$

Si parte dai triangoli di velocità in uscita nella sede  $t_{00}$  con i vettori velocità disposti come in figura ,caso con  $\beta_2^* < 90^\circ$  .Abbiamo visto che nella  $t_z$  per effetto del comportamento inerziale del fluido i triangoli di velocità si deformano a parità di componente assiale nel senso che abbiamo una rotazione del vettore  $w_2$  rispetto al caso precedente e quindi. passando da  $H_{t_{00}}$  ad  $H_{t_z}$  mediante  $w_2$  va in  $w_2$  e  $c_2$  va in  $c_2$ .

Diciamo mediamente perché abbiamo visto che per effetto delle azioni inerziali il fluido nella sezione di uscita (sez.2) esce con un profilo di velocità non uniforme ma comunque mediamente c'è questa rotazione che non fa altro che diminuire quel fattore  $u_2 c_{2u}$  che è proporzionale alla prevalenza.

Infatti in sede  $t_{00}$  parte da  $u_2 c_{2u}/g$  e fino ad  $H_{t_z} = u_2 c_{2u}/g$  infine in sede reale abbiamo le perdite per attrito e per urto che vanno sottratte alla prevalenza della macchina  $H_{t_z}$  per ottenere la prevalenza reale .



## TRATTAZIONE GENERALE DELLE TURBOMACCHINE RADIALI

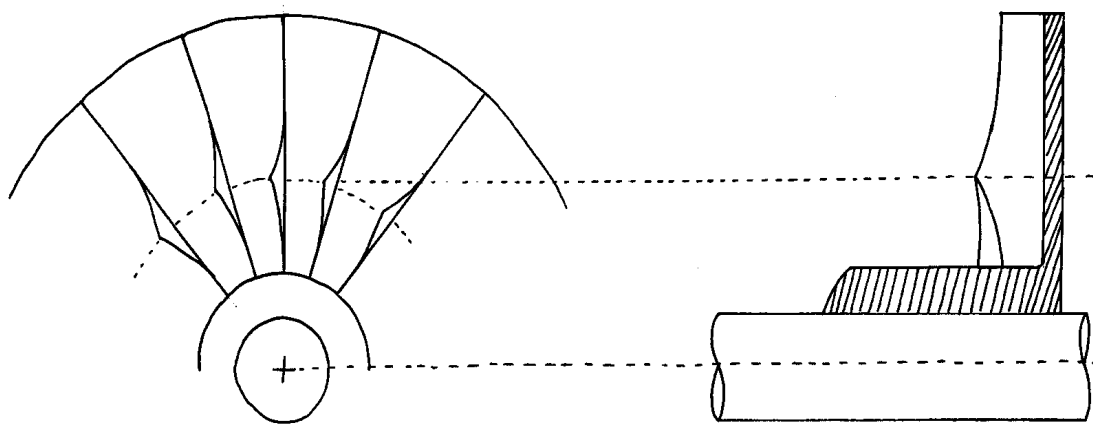
Ci dobbiamo occupare degli elementi fissi che sono presenti nella macchina e cioè dello statore. Esso si compone, per lo meno per una macchina monostadio, del diffusore liscio, del diffusore palettato quando sia presente ed infine della cassa a spirale che ha principalmente il compito di convogliare l'intera portata di fluido dalla distribuzione periferica ad un condotto unico d'uscita.

Prima di passare alle parti fisse occorre dire 2 parole di complemento nei riguardi del rotore. Il fluido entra nella girante partendo da una velocità che è sostanzialmente diretta assialmente dopo di che l'incontro con la palettatura in corrispondenza dell'imbocco fa sì che il moto del fluido si trasforma da assiale in meridiano, ovvero contenuto nel piano meridiano, che per noi è quello del piano della girante ortogonale all'asse di rotazione.

Questa trasformazione intermedia, tra il moto assiale e il moto meridiano, avviene con determinate modalità che debbono essere studiate abbastanza bene, appunto se la macchina è di prestigio e si vuole evitare la presenza di perdite fluidodinamiche che possono compromettere le prestazioni della macchina.

In una macchina centrifuga di alto livello è sempre presente all'imbocco della palettatura, cioè in prossimità della sezione di ingresso, (che noi chiamiamo sezione 1) una protuberanza della palettatura stessa che prende il nome di inducer e che in definitiva aiuta il fluido a convertire il proprio moto da assiale a meridiano, con una certa gradualità, evitando al fluido stesso di incorrere a perdite non desiderabili.

Faccendo riferimento ad una macchina a pale radiali lo schema della palettatura si presenta come in figura.



In una vista normale all'asse di rotazione si vede l'asse di rotazione della macchina, il mozzo della ruota, poi un certo diametro che costituisce il diametro massimo fino al quale si sviluppa l'inducer, poi abbiamo la girante.

Immaginando di avere un compressore ad uscita radiale, le pale saranno di forma rettilinea e il senso di rotazione sia come al solito antiorario.

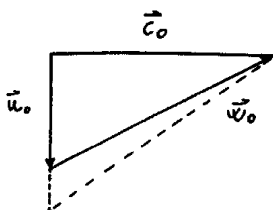
Se osserviamo la macchina in una sezione fatta con un piano che passa per l'asse della macchina stesa, vediamo l'asse, l'albero, la girante, la pala e la traccia del inducer.

Nella figura sono indicati i diametri  $D_1, D_2$ .

## FUNZIONE DELL' INDUCER

Consideriamo il moto del fluido in prossimità dell'ingresso della girante, quando il moto è ancora assiale e indichiamo con **0** le condizioni di efflusso all'imbocco.

Immaginiamo di rappresentare, ribaltando a  $90^\circ$ , un triangolo di velocità:



In corrispondenza per l'appunto dell'efflusso assiale abbiamo un triangolo simile.

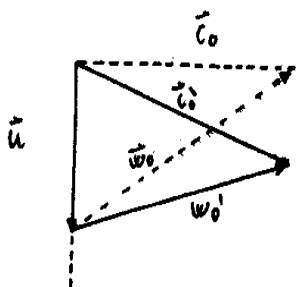
Se  $c_0$  è la velocità assiale avremo, la velocità  $u_0$  di trascinamento e la velocità relativa  $w_0$ .

L'inducer dovrebbe essere disegnato facendo sì che il suo angolo costruttivo, il suo  $\beta_0$ , sposti esattamente la direzione di  $w_0$  cioè della velocità relativa che si affaccia sulla girante.

Naturalmente dato che, la sezione **0** d'ingresso, in cui il moto è ancora quasi esclusivamente assiale, è una sezione abbastanza estesa e dato che il fluido ha bisogno della sua sezione di passaggio per entrare nella macchina, è chiaro che dalla posizione radiale minore a quella massima dell'inducer la velocità  $u_0$  varierà dato che il suo modulo è dato da  $\omega R_0$ , essendo  $R_0$  il raggio locale. Quindi nella misura in cui  $u_0$  varierà ad esempio aumenterà, aumenterà anche  $w_0$ , e soprattutto varierà la posizione angolare del vettore  $w_0$ . In altri termini diventa un problema di interfacciamento tra un  $\beta$  fluidodinamico e un  $\beta$  costruttivo come del resto abbiamo visto in altre occasioni. E per questo motivo l'inducer deve essere disegnato in maniera tale che il  $\beta$  costruttivo vari con la posizione radiale in maniera conforme con quelle che sono le esigenze del  $\beta$  fluidodinamico che è perfettamente preventivabile dal disegno del triangolo delle velocità.

Aggiungiamo che per le macchine più prestigiose può essere presente in alcuni stadi una palettatura di prerotazione.

Quando essa è presente viene indicata nel disegno con la solita convenzione del rettangolo crociato. Questa palettatura di prerotazione ha una doppia funzione cioè, di convertire la velocità  $c_0$  prima che il fluido entra già nella palettatura, di convertire il flusso da perfettamente assiale in uno non totalmente assiale, in maniera da diminuire in una certa misura il modulo  $w_0$ , diminuendo quindi le perdite fluidodinamiche all'interno del rotore. In qualsiasi condotto a parità di altre condizioni le perdite fluidodinamiche sono tanto più basse quanto minore è il modulo della velocità dato che le perdite hanno il vizio di crescere con il quadrato della velocità.



Ecco che se è presente una palettatura di prerotazione il triangolo di velocità in ingresso potrà cambiare dalla configurazione di prima in un'altra in cui a parità di componente assiale di  $c_0$ , cioè di portata, abbiamo il passaggio dal vettore  $w_0$  al vettore  $w'_0$  mentre il vettore  $c_0$  si trasforma in  $c'_0$  con il vantaggio di diminuire il modulo di  $w_0$ .

Comunque le pale di prerotazione sono spesso a calettamento variabile e questo consente all'utente della macchina di regolare la portata in maniera opportuna.

La regolazione deve avvenire in maniera tale che, al variare della portata e a parità di giri al minuto, la macchina funzioni in condizioni di rendimento costante o per lo meno che le perdite per urto con la girante siano il più contenute possibili. Quindi le pale di prerotazione quando esistono hanno questa doppia funzione cioè:

A) diminuiscono la velocità  $w_0$ , esigenza particolarmente sentita nei compressori che funzionano con alte velocità del fluido (regime transonico).

B) Se sono a calettamento variabile, come spesso succede per macchine di alto livello, si aiuta la regolazione della macchina con prestazioni molto ragguardevoli.