

ESERCIZI PROPOSTI

Argomenti:

- A Turbina Pelton
- B Scelta di una turbina idraulica a reazione
- C Turbina Francis
- D Parametri di una turbina idraulica a reazione

A | Esercizio 1



Turbina Pelton.

Una turbina Pelton è caratterizzata da una portata d'acqua pari a $2,8 \text{ m}^3/\text{s}$ e da un salto geodetico di 500 m. Le perdite di carico all'interno della macchina valgono complessivamente 62 m di colonna d'acqua; quelle lungo le condotte valgono il 9% del salto geodetico.

Il rendimento della macchina è pari all'88%.

Calcolare il rendimento idraulico della turbina e la potenza effettiva erogata.

$$[H_n = 455 \text{ m}; \eta_{idr} = 86\%; P_u \approx 10,99 \text{ MW}]$$

A | Esercizio 2



Turbina Pelton.

La turbina Pelton dell'esercizio precedente è collegata a un alternatore a 4 coppie di poli che eroga corrente a 50 Hz. Si calcoli la velocità di rotazione dell'alternatore.

Determinare inoltre i valori delle velocità assolute e delle velocità relative dell'acqua sia in corrispondenza della sezione di ingresso sia di quella di uscita della medesima turbina dell'esercizio precedente, adottando per il coefficiente φ di riduzione della velocità c_1 all'uscita dal distributore il valore 0,95 e ipotizzando che la velocità relativa w_2 sia pari al 98% di w_1 ; l'angolo β_2 compreso tra \vec{w}_2 e l'opposto di \vec{u}_2 valga 12° .

$$[n = 750 \text{ giri/min}; c_1 \approx 89,76 \text{ m/s}; u_1 = u_2 \approx 41,29 \text{ m/s se si adotta } \gamma = 0,46; \\ w_1 \approx 48,47 \text{ m/s}; w_2 \approx 47,5 \text{ m/s}; c_2 \approx 11,15 \text{ m/s}]$$

A | Esercizio 3



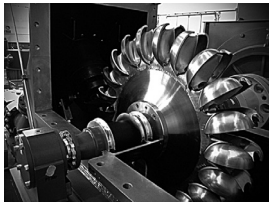
Turbina Pelton.

Il rendimento idraulico di una turbina Pelton è 0,91; i rendimenti meccanico e volumetrico valgono entrambi 0,98. Le perdite di carico complessive nella condotta valgono complessivamente 54 m di colonna d'acqua. L'impianto idroelettrico nel quale è inserita la macchina è caratterizzato da un salto geodetico pari a 700 m.

Calcolare il rendimento complessivo della turbina, il rendimento della condotta e il rendimento globale dell'impianto costituito dalla condotta e dalla macchina.

$$[\eta = 0,87; \eta_{cond} = 0,92; \eta_{tot} = 0,8]$$

A | Esercizio 4



Turbina Pelton.

La portata della turbina Pelton dell'esercizio precedente è pari a $4200 \text{ m}^3/\text{h}$. La macchina è accoppiata a un alternatore a 6 coppie di poli con frequenza $f = 50 \text{ Hz}$. Determinare la potenza erogata dalla turbina e le caratteristiche geometriche della macchina.

$[P_u \approx 6425,89 \text{ kW}; \omega_{sp} \approx 0,08$ (quindi: turbina Pelton a 1 getto); $c_1 \approx 108,08 \text{ m/s}$ se è $\varphi = 0,96$; $d_{\text{getto}} \approx 0,117 \text{ m}$; $u \approx 48,64 \text{ m/s}$ se è $\gamma = 0,45$; $D_m = 1,86 \text{ m}$; $\frac{R}{d_{\text{getto}}} = 7,95$ quindi, dato che è compreso tra 6 e 9, conferma la validità del dimensionamento; $z_{\text{pale}} = 23$; un possibile dimensionamento della pala potrebbe essere il seguente: $s \approx 0,117 \text{ m}$; $l \approx 0,35 \text{ m}$; $h \approx 0,35 \text{ m}$]

B | Esercizio 5



Turbina Francis.

Determinare il tipo di turbina idraulica a reazione che occorre impiegare sapendo che la potenza richiesta è pari a 2 MW al regime di 500 giri/min e che si può utilizzare un salto netto pari a 55 m . Calcolare inoltre:

- la velocità c_1 di efflusso dell'acqua dal distributore, in previsione di un rendimento idraulico $\eta_{idr} = 0,95$ e di un grado di reazione $G_R = 0,6$;
- la portata in volume dell'acqua, nell'ipotesi di un rendimento della turbina pari all'89%;
- il volume complessivo di acqua che ha investito la girante in 1 ora;
- la velocità periferica di massimo rendimento u_1 all'ingresso della girante, nell'ipotesi che l'angolo α_1 di ingresso valga 32° ;
- il diametro di ingresso della girante.

[Occorre impiegare una turbina Francis perché risulta $\omega_{sp} \approx 0,90$; risulta inoltre: $c_1 \approx 20,25 \text{ m/s}$; $Q_V \approx 4,169 \text{ m}^3/\text{s}$; $Q_{1 \text{ ora}} \approx 15008,78 \text{ m}^3/\text{h}$; $u_1 \approx 29,85 \text{ m/s}$; $D_1 \approx 1,14 \text{ m}$]

B | Esercizio 6



Turbina Francis.

Una turbina idraulica a reazione ha un grado di reazione $G_R = 0,48$, è alimentata da una portata d'acqua di $5 \text{ m}^3/\text{s}$ e utilizza un salto netto pari a 45 m . La girante ruota a 750 giri/min . Il rendimento idraulico vale $0,94$, quello totale della turbina è $\eta = 0,83$. L'angolo di ingresso α_1 è pari a 31° . Dopo aver calcolato la potenza erogata dalla macchina, determinare il tipo di turbina che più soddisfa questi requisiti e calcolarne:

- la velocità assoluta c_1 di ingresso dell'acqua nella girante;
- la velocità periferica di massimo rendimento u_1 nella sezione di ingresso della girante;
- il diametro D_1 di ingresso della girante;
- la quota effettiva di salto netto trasformata in energia cinetica nella girante.

[Si sarà adottata una turbina Francis perché, dato che è $P_u \approx 1,83 \text{ MW}$, risulta $\omega_{sp} \approx 1,66$; risulta inoltre: $c_1 \approx 20,77 \text{ m/s}$; $u_1 \approx 23,31 \frac{\text{m}}{\text{s}}$; $D_1 \approx 0,594 \text{ m}$; $H_{res} \approx 20,31 \text{ m}$]

C | Esercizio 7



Turbina Francis.

Un generatore che produce corrente alternata avente frequenza pari a 50 Hz è azionato da una turbina Francis che eroga una potenza pari a 2 MW utilizzando un salto geodetico di 75 m . Le perdite di carico complessive nella condotta di aduzione ammontano a $9,4 \text{ m}$ di colonna d'acqua. La turbina presenta le seguenti caratteristiche:

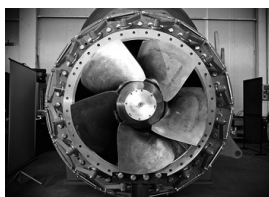
- velocità di rotazione della girante: 300 giri/min ;
- rendimento complessivo della macchina: $\eta = 0,86$;
- grado di reazione: $G_R = 0,68$;
- rendimento meccanico: $\eta_{mecc} = 0,98$;
- rendimento idraulico: $\eta_{idr} = 0,92$;
- angolo di ingresso: $\alpha_1 = 28^\circ$.

Determinare:

- il salto netto;
- la portata in volume;
- il numero di coppie polari dell'alternatore;
- la coppia motrice richiesta alla macchina;
- il rendimento volumetrico della turbina η_V ;
- la velocità assoluta di ingresso dell'acqua nella turbina c_1 ;
- la velocità periferica di massimo rendimento u_1 , relativa alla sezione d'ingresso della girante;
- il diametro d'ingresso della girante D_1 .

$$[H_n = 65,6 \text{ m}; Q_V \approx 3,61 \text{ m}^3/\text{s}; z_{\text{coppie}} = 10 \text{ coppie polari}; M \approx 63\,662 \text{ N} \cdot \text{m}; \eta_V \approx 0,95; c_1 \approx 19,47 \text{ m/s}; u_1 \approx 34,44 \text{ m/s}; D_1 \approx 2,193 \text{ m}]$$

D | Esercizio 8



Turbina Kaplan.

Determinare il valore della velocità periferica u_1 relativa alla sezione d'ingresso della girante di una turbina idraulica a reazione, sapendo che il diametro D_1 d'ingresso è pari a 1,25 m e che la velocità di rotazione della girante vale 300 giri/min.

Calcolare inoltre la velocità di efflusso c_1 dell'acqua dal distributore. Sono assegnati i seguenti valori: rendimento idraulico della turbina $\eta_{idr} = 0,94$; salto netto utilizzato dalla macchina $H_n = 35 \text{ m}$; angolo di ingresso $\alpha_1 = 25^\circ$.

Determinare infine il grado di reazione della turbina.

$$[u_1 \approx 19,63 \text{ m/s}; c_1 \approx 18,14 \text{ m/s}; G_R = 0,49]$$