



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI TRIESTE



Dipartimento di
Ingegneria
e Architettura

CORSO DI MACCHINE E MACHINE MARINE

ESERCITAZIONI N.3 E N.4

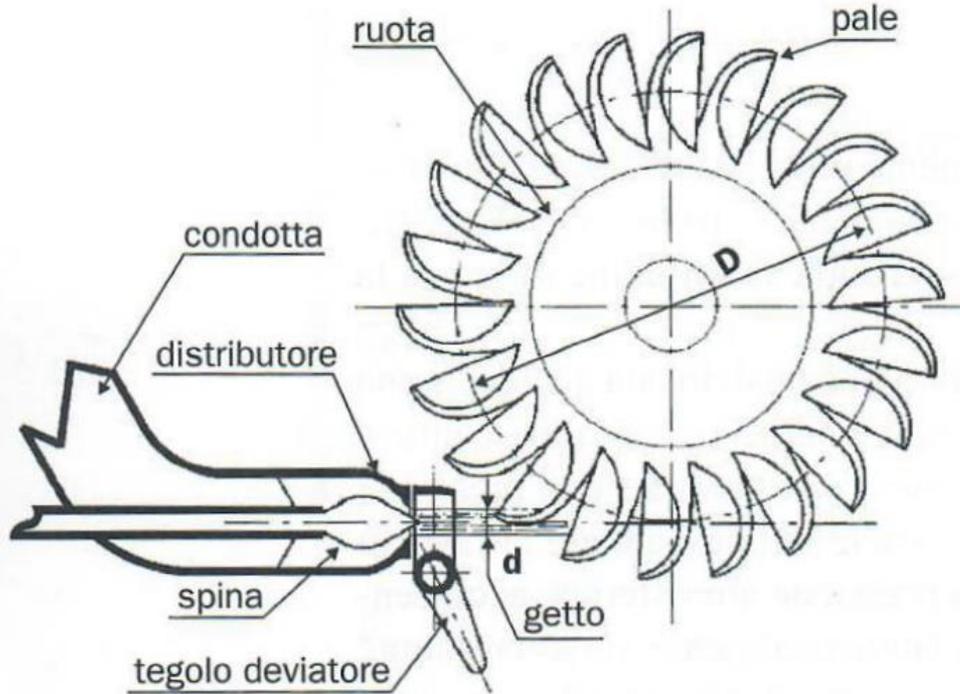
Prof. Marco Bogar

A.A. 2024-2025



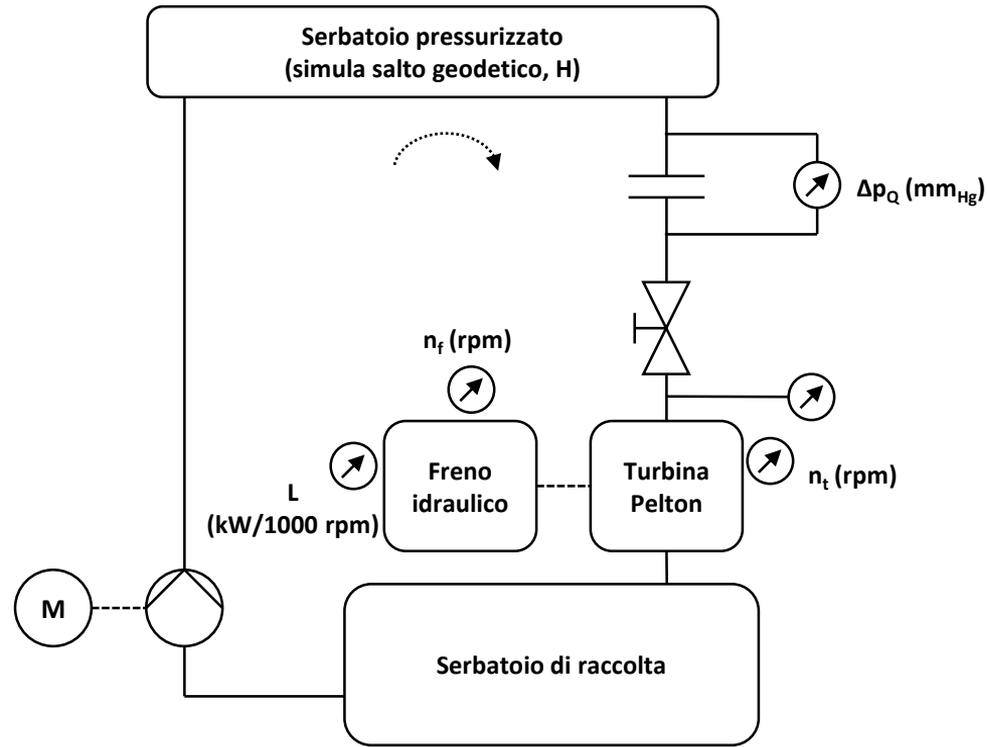
#3. RILIEVO DELLA CURVA CARATTERISTICA DI UNA TURBINA PELTON

LA TURBINA PELTON



Le turbine Pelton, sono macchine ad azione: trasformano integralmente l'energia posseduta dal fluido in energia cinetica progettata per operare su salti elevati e per basse portate.

SCOPO DELLA PROVA



L'obiettivo della prova di laboratorio consisteva nel rilevare le prestazioni una turbina Pelton, inserita nell'impianto di prova rappresentato in figura.

$P_e(n)$

$\eta(n)$

$\tau(n)$

CALCOLO DELLA POTENZA TEORICA

La potenza teorica è viene calcolata come:

$$P_t = \rho_{H_2O} \cdot g \cdot Q \cdot H \text{ (W)}$$

Dove $\rho_{H_2O} = 1000 \frac{kg}{m^3}$, e dove la portata viene ricavata a partire dalla misura della differenza di pressione ai capi del diaframma

$$Q = \delta \cdot \sqrt{\Delta p_Q} \text{ (m}^3\text{/s)}$$

$$\delta = 1.805 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3\text{s}^{-1}\text{mm}_{Hg}^{-1/2}$$

Infine H si ricava a partire dalla misura della pressione statica a monte della turbina, ricordando che il rapporto di conversione tra bar e metri di colonna d'acqua è pari a β :

$$H = \beta \cdot \Delta p_H \text{ (m)}$$

$$\beta = 10.19773 \text{ m}_{H_2O}\text{bar}^{-1}$$

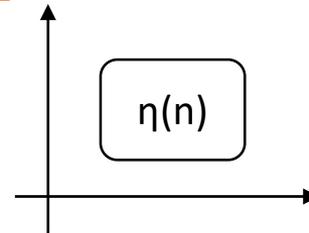
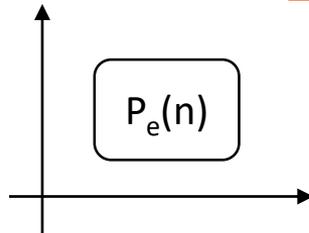
CALCOLO DI POTENZA EFFETTIVA E RENDIMENTO

La potenza effettiva è la potenza è calcolata a partire dalla misura della coppia rilevata sul freno idraulico:

$$P_e = L \cdot \frac{n_f}{1000} \text{ (kW)}$$

E viene usata anche per il calcolo del rendimento della turbina, ottenuto dal rapporto tra la potenza effettiva e la potenza teorica, grandezza legata alle caratteristiche dell'impianto nella quale la turbina è installata:

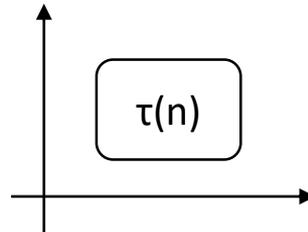
$$\eta = \frac{P_e}{P_t}$$



CALCOLO DEL MOMENTO TORCENTE

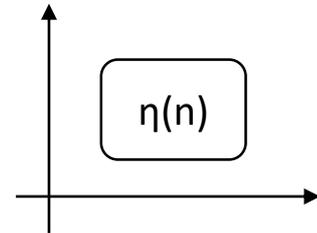
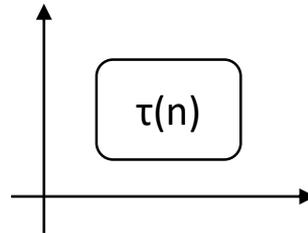
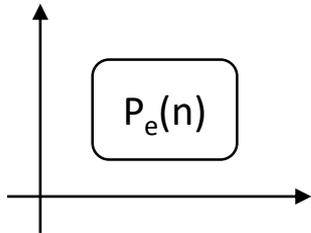
La spinta generata dall'acqua sulle pale genera infine un momento torcente sull'albero della turbina che può essere calcolato dal rapporto tra la potenza effettiva e la velocità angolare:

$$\tau = \frac{P_e}{\omega} = \frac{60 P_e}{2\pi n_t} \text{ (N m)}$$



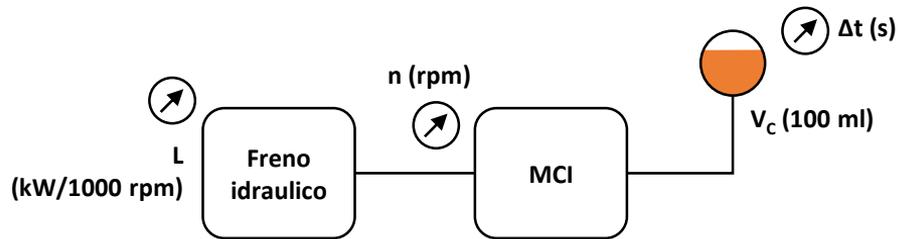
GRAFICI RICHIESTI

Impiegando esclusivamente i dati raccolti dal vostro gruppo, mostrare per ogni grafico le curve ottenute in funzione del numero di giri della turbina e al variare della portata e compararli con il loro andamento teorico.



#4. RILIEVO DELLA CURVA CARATTERISTICA DI UN MOTORE A COMBUSTIONE INTERA

SCOPO DELLA PROVA



Numero di tempi	n_T	4
Numero di cilindri	z	4
Corsa	c	55.5 mm
Alesaggio	D	80 mm
Cilindrata	V	1116 cm ³

L'obiettivo della prova di laboratorio consisteva nel rilevare le prestazioni del motore FIAT 128, un motore a combustione interna (MCI) a 4 tempi, caratterizzato dai parametri elencati nella tabella sottostante.

$P_e(n)$

$c_s(n)$

$\tau(n)$

$\eta_e(n)$

CALCOLO DI COPPIA E POTENZA EFFETTIVA

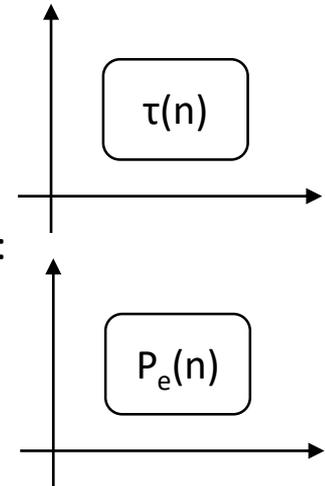
Partendo dalla misura della coppia (in kW/1000rpm), si converte il valore ottenuto in unità di misura del Sistema Internazionale:

$$L\left(\frac{kW}{1000 \text{ rpm}}\right) = L\left(\frac{kW}{1000 \cdot 2\pi \text{ min}^{-1}}\right) = L\left(\frac{W}{2\pi \text{ min}^{-1}}\right) = L\left(\frac{N \cdot m \cdot s^{-1}}{2\pi \cdot 60^{-1} s^{-1}}\right)$$

$$\tau = \frac{60}{2\pi} \cdot L = \frac{30}{\pi} \cdot L (N \cdot m)$$

Dal valore della coppia si può quindi calcolare la potenza effettiva sviluppata dal motore:

$$P_e = \tau \cdot \omega = \tau \cdot \frac{2\pi n}{60} (kW)$$



CALCOLO DELLA PRESSIONE MEDIA EFFETTIVA

Per valutare il grado di sfruttamento termomeccanico del motore, si può usare il valore della pressione media effettiva (p_{me}), una grandezza (dimensionalmente pari ad una pressione) che fornisce un'indicazione del lavoro specifico svolto ad ogni ciclo per unità di cilindrata. Si può calcolare come:

$$p_{me} = P_e \frac{60 n_t}{2nV_1z}$$

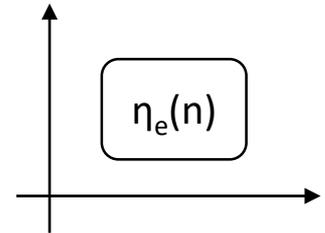
Dove n_t è il numero dei tempi, z il numero di cilindri, n la velocità di rotazione (in rpm), P_e la potenza effettiva e V rappresenta la cilindrata, calcolabile dai valori di corsa (c) e alesaggio (D):

$$V_1 = \frac{\pi c D^2}{4}$$

CALCOLO DEL RENDIMENTO EFFETTIVO (1)

Il tipo di rendimento analizzato è il rendimento effettivo, dato dal prodotto tra il rendimento indicato (rapporto tra le aree del ciclo indicato e quello reale) ed il rendimento meccanico (che considera le perdite per attrito meccanico necessarie a far funzionare il motore). Il rendimento effettivo può essere rapportando la potenza effettiva al prodotto tra portata massica (\dot{m}_C , kg/s) e potere calorifico inferiore (H_i , kJ/kg):

$$\eta_e = \frac{P_e}{\dot{m}_C \cdot H_i}$$



CALCOLO DEL RENDIMENTO EFFETTIVO (2)

Il potere calorifico inferiore viene usato per tener conto della frazione di calore che si disperde nel processo di combustione; per il tipo di carburante impiegato, si può considerare pari a:

$$H_i = 43550 \text{ kJ/kg}$$

Mentre la portata massica si ricava dal rapporto tra la massa di carburante consumato nell'intervallo temporale di misura:

$$\dot{m}_C = \frac{m_C}{\Delta t} = \frac{V_C \cdot \rho_C}{\Delta t}$$

Qui:

$$\rho_C = 0.73 \text{ g/cm}^3$$

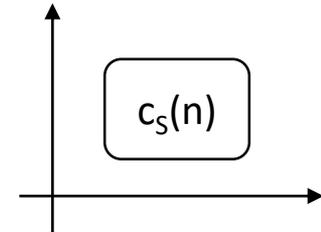
CALCOLO DEL CONSUMO SPECIFICO

Il consumo specifico può essere infine calcolato dal rapporto tra la portata di carburante fornita al motore e la corrispondente potenza effettiva sviluppata:

$$c_s = \frac{\dot{m}_c}{P_e} \left(\frac{kg}{kW s} \right)$$

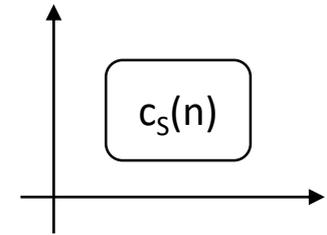
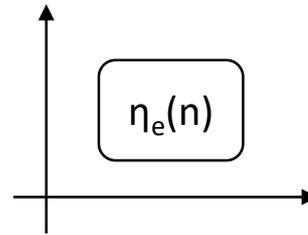
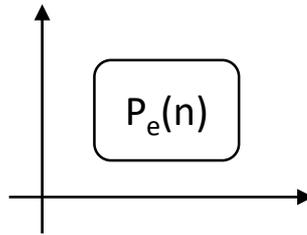
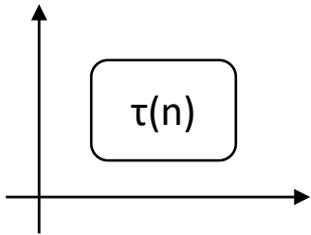
Volendo poi esprimere tale grandezza in g/kWh:

$$c_s = \frac{\dot{m}_c}{P_e} 3600 \left(\frac{g}{kW h} \right)$$



GRAFICI RICHIESTI

Impiegando i dati raccolti da entrambi i gruppi, mostrare per ogni grafico le curve ottenute in funzione del numero di giri e compararli con il loro andamento teorico.
Commentare i valori di *pme* calcolati.





UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI TRIESTE



Dipartimento di
**Ingegneria
e Architettura**