

## ESERCIZI DI MACCHINE A FLUIDO

### UGELLI E DIFFUSORI

#### UG1

Un serbatoio contiene aria a  $T = 25^\circ\text{C}$  e  $p = 10$  bar.

Supponendo di farla espandere in un ugello convergente divergente sino alla  $p=1$  bar si chiede di calcolare la portata essendo nota la sezione minima dell'ugello ( $S=1$  cm<sup>2</sup>).

#### UG2

Calcolare la sezione critica di un ugello in cui fluisce vapore conoscendo:

$$p_{t1} = 30 \text{ bar}; \quad T_{t1} = 450^\circ\text{C}; \quad p_2 = 12 \text{ bar}; \quad M = 3 \text{ kg/s}$$

#### DF1

In un diffusore entra aria a  $p=1$  bar e  $T=350$  K con una velocità  $C_1 = 200$  m/s. Conoscendo  $\eta_D = \frac{h_{2is} - h_1}{h_2 - h_1} = 0.9$

e la velocità all'uscita del diffusore  $C_2 = 140$  m/s, calcolare l'incremento di pressione statica attraverso il diffusore e la caduta di pressione totale. (Si ipotizzi  $\rho = \text{cost.}$ )

#### DF2

In un diffusore rettilineo entra aria alla pressione statica di 1 bar alla temperatura statica di 350 K ed ad una velocità di  $C=200$  m/s. Sapendo che la velocità all'uscita del diffusore è di 100 m/s ed il rendimento  $\eta_d = 0.90$ , si chiede di calcolare la temperatura statica all'uscita e la perdita di pressione totale attraverso il diffusore. Indicare per quest'ultima solo la procedura di calcolo.

### TRIANGOLI DI VELOCITÀ, LAVORO DI EULERO

#### TMO 1

Calcolare lo scambio di lavoro ed il rapporto di compressione in un compressore centrifugo sapendo che il fluido esce radialmente dalla girante ( $C_{2r} = 30$  m/s) che la velocità periferica è  $U = 360$  m/s, che le condizioni all'aspirazione sono  $T_0 = 15^\circ\text{C}$  e  $p_0 = p_{atm}$  ed il rendimento adiabatico del compressore è  $\eta_{ad} = 0.85$ .

#### TMO 2

Calcolare lo scambio di lavoro specifico per un ventilatore centrifugo conoscendo:

fluido aria a  $p_{amb}$  e  $T = 15^\circ\text{C}$

$$n = 2000 \text{ giri/min} \quad D_2 = 1 \text{ m} \quad D_1 = 0.6 \text{ m}$$

$$C_{1u} = 0 \quad W_{2u} = 0 \quad C_{2r} = 20 \text{ m/s}$$

#### TMO 3

Un ventilatore centrifugo ha una girante del diametro di 0.60 m. Nell'ipotesi che essa ruoti a 3000 giri/min e che il flusso assoluto abbia all'ingresso una velocità  $C_1$  radiale e quello relativo all'uscita sia radiale, calcolare, facendo le opportune ipotesi, la prevalenza della macchina. ( $\eta_i = 0.8$ )

#### TMO 4

Calcolare l'incremento di pressione statica in una schiera deceleratrice bidimensionale nella quale evolve aria a partire dai seguenti dati:

fluido aria

$$C_a = 20 \text{ m/s}$$

$$\beta_1 = 30^\circ$$

$$\beta_2 = 55^\circ$$

$$\eta_{ad} = 0.90$$

#### TMO 5

Disegnare il triangolo di velocità all'uscita di una pompa centrifuga e valutare la potenza assorbita conoscendo i seguenti dati:

$$Q = 0.1 \text{ m}^3/\text{s} \quad H = 30 \text{ m} \quad n = 1500 \text{ giri/min}$$

$$C_{2r} = 4 \text{ m/s} \quad C_{1u} = 0 \quad U_2 = 25 \text{ m/s}$$

fluido evolvente acqua, fissare  $\eta$

#### TMO 6

Un compressore centrifugo in cui evolve aria presenta una prevalenza di 72000 J/kg.

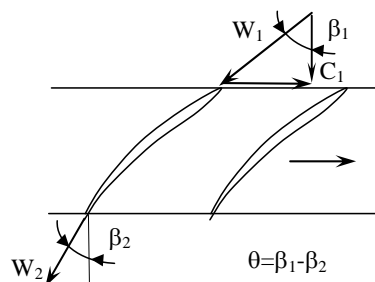
Conoscendo le condizioni del flusso all'ingresso ( $C_{1u} = 0$ ), il rendimento della macchina  $\eta = 0.8$ , il fattore di scorrimento ( $\sigma = 0.90$ ), si calcoli la prevalenza della macchina con infinite pale.

#### TMO 7

Calcolare lo scambio di lavoro ed il rapporto di compressione di un compressore centrifugo sapendo che il fluido abbandona la palettatura rotorica radialmente ( $W_{2u} = 0$ ), che la componente radiale della velocità assoluta  $C_{2r} = 28 \text{ m/s}$ , che la velocità periferica  $U_2 = 330 \text{ m/s}$  ed il rendimento adiabatico pari a  $\eta_{ad} = 0.85$ . (Si assuma  $T_0 = 15^\circ\text{C}$   $p_0 = p_{atm}$  fluido aria).

#### TMO 8

Un rotore di ventilatore assiale riceve un flusso caratterizzato da una velocità assiale  $C_1 = 25 \text{ m/s}$ . Conoscendo il rendimento ( $\eta = 0.90$ ), la velocità di trascinarsi  $U = 60 \text{ m/s}$  e la deflessione rotorica  $\vartheta = 20^\circ$ , calcolare l'incremento di pressione totale attraverso il rotore.



### TURBOMACCHINE OPERATRICI

#### TMO 9

Calcolare l'incremento di pressione statica attraverso in una schiera deceleratrice bidimensionale nella quale evolve aria a partire dai seguenti dati:

condizioni del fluido all'ingresso	$p = p_{atm}, T = 15^\circ C$
velocità del fluido all'ingresso della schiera	$W_1 = 50 \text{ m/s}$
angoli del flusso	$\beta_1 = 45^\circ \quad \beta_2 = 25^\circ$
rendimento adiabatico	$\eta_{ad} = 0.90$

### TMO 10

Calcolare portata e prevalenza di un ventilatore assiale a partire dai seguenti:

$R_m = 0.5 \text{ m}$  altezza della palettatura  $h = 15 \text{ cm}$   
 $\beta_1 = 25^\circ \quad \beta_2 = 35^\circ \quad n = 1500 \text{ giri/min} \quad \eta = 0.75$

### TMO 11

Valutare gli angoli della palettatura di un ventilatore assiale composto da un solo rotore sapendo che la velocità d'ingresso assiale  $C_a = 25 \text{ m/s}$ , il rendimento  $\eta = 0.85$ , la velocità di trascinamento  $U = 60 \text{ m/s}$  e si vuole ottenere un incremento di pressione totale pari a  $\Delta p_t = 30 \text{ mm H}_2\text{O}$ .

### TMO 12

Un ventilatore assiale composto da un predistributore e da un rotore ruotante a 2500 giri/min ha una portata  $Q = 5 \text{ m}^3/\text{s}$

Conoscendo la velocità assiale ( $C_a = 20 \text{ m/s}$ ), il diametro medio ( $D_m = 0.8 \text{ m}$ ) e l'incremento di pressione statica  $\Delta p_s = 100 \text{ mm H}_2\text{O}$ , calcolare:

- la potenza assorbita
- i triangoli di velocità

### TMO 13

Si disegnino due stadi di compressore assiale uno con un grado di reazione minore di uno e l'altro con un grado di reazione maggiore di uno.

### TMO 14

Disegnare i triangoli di velocità e la palettatura per uno stadio di compressore assiale (intermedio) conoscendo:

$gH = 12 \text{ kJ/kg} \quad U = 250 \text{ m/s} \quad C_a = 150 \text{ m/s} \quad \eta_{ad} = 0.90$   
 grado di reazione  $R = 0.5$ ; fluido evolvente aria

## TURBOMACCHINE MOTRICI

### TMM 1

In un ugello di turbina a vapore entra vapore a 35 bar e  $400^\circ C$  con velocità trascurabile. Supponendo che l'angolo formato all'uscita con la direzione tangenziale sia  $15^\circ$  e la pressione pari a 16 bar. Calcolare la componente assiale della velocità.

(Si assuma convenientemente il rendimento dell'ugello).

### TMM 2

Le condizioni all'ingresso di una turbina assiale monostadio a vapore sono le seguenti:

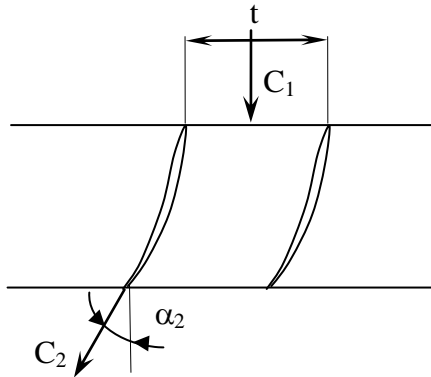
$p_0 = 50 \text{ bar} \quad T_0 = 450^\circ C$

Conoscendo la pressione allo scarico ( $p = 30 \text{ bar}$ ) e supposti:  $\alpha_1 = 20^\circ$ ,  $\varphi = 1$ ,  $\psi = 1$ ,  $U/C_1 = 1/2(\cos \alpha_1)$ , valutare il lavoro ottenibile per unità di massa evolvente.

**TMM 3**

Calcolare la forza agente in senso tangenziale sulla generica pala della schiera di figura.

$C_1 = C_{1a} = 50 \text{ m/s}$     $t = 0.05 \text{ m}$    fluido aria    $\alpha_2 = 60^\circ$  (si supponga unitaria l'altezza della pala)

**TMM 4**

Di uno stadio di turbina assiale ad azione sono dati:

$$\alpha_1 = 20^\circ \quad \beta_1 = \beta_2 \quad \psi = 0.90$$

$$C_1 = 600 \text{ m/s} \quad U = 280 \text{ m/s}$$

Si calcoli la potenza all'asse nota la portata di fluido ( $M = 2 \text{ kg/s}$ ) ed il rendimento meccanico ( $\eta_m = 0.98$ )

**TMM 5**

Una turbina Pelton presenta le seguenti caratteristiche:

$$H = 750 \text{ m} \quad Q = 2 \text{ m}^3/\text{s} \quad \varphi_{\text{dis}} = 0.98 \quad \psi_{\text{pala}} = 0.95 \quad \beta_2 = 15^\circ$$

Nell'ipotesi che sia  $U/C_1 = 0.5$  e  $\eta_m = 0.98$ , calcolare la potenza raccolta all'asse della macchina.

**TMM 6**

Disegnare i triangoli di velocità per una turbina Pelton conoscendo i seguenti dati:

$$Q = 1.2 \text{ m}^3/\text{s} \quad H = 800 \text{ m} \quad U/C_1 = 0.5 \quad \beta_2 = 12^\circ \text{ e valutare la potenza raccolta all'asse della macchina.}$$

**TMM 7**

Determinare l'espressione della spinta agente su una pala di turbina Pelton.

**TMM 8**

Una turbina Pelton elabora  $1.1 \text{ m}^3/\text{s}$  sotto un salto di  $800 \text{ m}$ . Prefissato il rendimento calcolare la potenza.

Disegnare i triangoli di velocità (si assuma  $U/C_1 = 0.5$     $\beta_2 = 20^\circ$ ).

**TMM 9**

Una turbina idraulica assiale è caratterizzata dalle seguenti condizioni di lavoro nominali:

$$H = 30 \text{ m} \quad Q = 30 \text{ m}^3/\text{s} \quad n = 300 \text{ giri/min} \quad P = 8 \text{ MW.}$$

Conoscendo il diametro medio della macchina ( $D_m = 1650 \text{ mm}$ ) e la componente assiale della velocità ( $C_{1a} = C_{2a} = 11 \text{ m/s}$ ) si richiede di disegnare i triangoli di velocità e di schematizzare il profilo della palettatura al diametro medio.