

Es - Sistemi Aperti

Saturday, 13 November 2021 21:45

ES 1 SISTEMI APERTI

ARIA ~ GAS PERFETTO

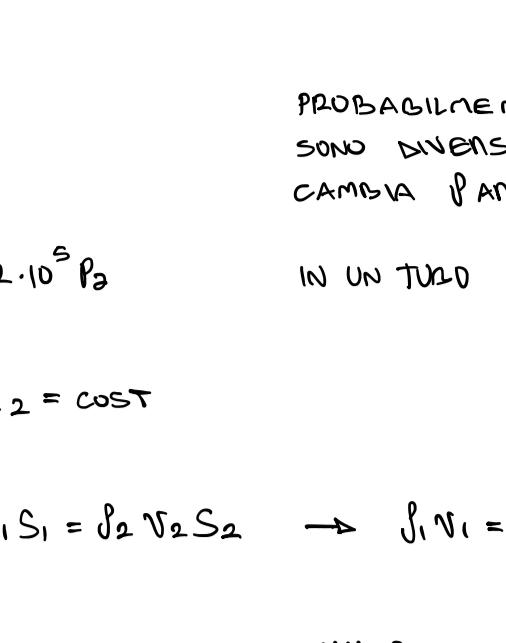
$$\dot{m} = 0,05 \text{ kg/s} \quad MM = 28,4 \text{ u}$$

TUBO DI SEZIONE COSTANTE $S_1 = S_2$

$$T_1 = 75^\circ\text{C} \quad T_2 = 40^\circ\text{C}$$

$$\Delta P = 6,75 \text{ mbar} \quad P_2 = 1 \text{ atm}$$

$$\Sigma F_{S121} \text{ TANGENZIALI?} \quad -R_3 \times$$



PROBABILMENTE $V_1 \approx V_2$
SONO DIVERSE PENONE
CAMBIA DI AREA

$$P_1 = P_2 + \Delta P = 101325 \text{ Pa} + 6,75 \cdot 10^3 \text{ Pa} = 1,02 \cdot 10^5 \text{ Pa}$$

IN UN TUBO $P_{\text{INT}} \approx P_{\text{ext}}$ $\Rightarrow P_{\text{ext}} = P_{\text{in}}$

REGIME STAZIONARIO

$$\dot{m}_1 = \dot{m}_2 = \text{cost}$$

MONDIMENSIONALITÀ

$$\dot{m} = \rho_1 V_1 S_1 = \rho_2 V_2 S_2 \rightarrow \rho_1 V_1 = \rho_2 V_2 \quad V_2 = \frac{\rho_1}{\rho_2} V_1$$

GAS IDEALE

$$\frac{P}{\rho} = \frac{RT}{MM} \rightarrow \rho_1 = \frac{MM P_1}{R T_1} \quad \rho_2 = \frac{MM P_2}{R T_2}$$

CONSERVAZIONE DELLA QUANTITÀ DI MOTO

$$\vec{M}_1 - P_1 S_1 \vec{V}_1 - P_2 S_2 \vec{V}_2 + \int_{S_2} (-P \vec{V} + \gamma \vec{F}) dS = \dot{m} (V_2 - V_1)$$

$$\vec{G} - \vec{\Pi}_1 - \vec{\Pi}_2 + \vec{R}_3 = \vec{M}_2 - \vec{M}_1$$

$$R_3 \approx M_2 x - M_1 x + \Pi_1 x + \Pi_2 x = \int_{S_2} \gamma \vec{F} dS$$

TUTTO LUNGO X ECCETO G CHE IGNORIAMO

$$R_3 \approx \dot{m} \left(\frac{\rho_1}{\rho_2} - 1 \right) V_1 + S \Delta P = 10,54 \text{ N}$$

ES 2 FLUSSO DI AZOTO N_2

SISTEMA APERTO

$$\dot{m}_{H2O} = 3 \text{ kg/s}$$

$$\text{AZOTO } \dot{m}_{N_2} = 0,3 \text{ kg/s}$$



$$C_p(N_2) = f(T) = a + bT + cT^2$$

$$\frac{1}{15^\circ\text{C}} \xrightarrow{H_2O} \frac{2}{300^\circ\text{C}} \xrightarrow{N_2} \frac{3}{500^\circ\text{C}}$$

POTENZA TERMICA \dot{Q} ?

$$\text{CONSERVAZIONE DELLA ENERGIA} \quad \dot{m}_{N_2} \left(H_1 + \frac{V_1^2}{2} + \frac{1}{2} \vec{V}_1^2 \right) + L + \dot{Q} = \dot{m}_{N_2} \left(H_2 + \frac{V_2^2}{2} + \frac{1}{2} \vec{V}_2^2 \right)$$

NO ORGANI MOBILI $L=0$, NO CONTRIBUTI CINETICI O POTENZIALI

$$\text{GAS PERFETTO} \quad dH = C_p dT \quad \Delta H_{12} = \int_{T_1}^{T_2} C_p(T) dT = \int_{T_1}^{T_2} (a + bT + cT^2) dT = \left[aT + \frac{bT^2}{2} + \frac{cT^3}{3} \right]_{T_1}^{T_2} = -223,4 \frac{\text{KJ}}{\text{kg}}$$

$$\text{SEMPLIFICANDO: } \dot{Q} = (H_2 - H_1) \dot{m} = -670,2 \text{ kW}$$

SEGNALI NEGATIVI (AZOTO N_2 CEDA CALORE)

TEMPERATURA FINALE H_2O

$$\begin{aligned} \frac{1}{15^\circ\text{C}} &\xrightarrow{\dot{Q}} \frac{2}{T_2} \\ \frac{1}{15^\circ\text{C}} &\xrightarrow{H_2O} \frac{3}{500^\circ\text{C}} \end{aligned} \quad \begin{aligned} \dot{Q} &= \Delta H \dot{m}_{N_2} = C \dot{m}_{H2O} \Delta T \\ \Delta T &= T_2 - T_1 = \frac{\dot{Q}}{C \dot{m}_{H2O}} \\ T_2 &= \frac{\dot{Q}}{C \dot{m}_{H2O}} + T_1 = 68,38^\circ\text{C} \end{aligned}$$

POSSO APPARECCHIARE ANCHE SU UN ALTRO VOLUME DI CONTROLLO

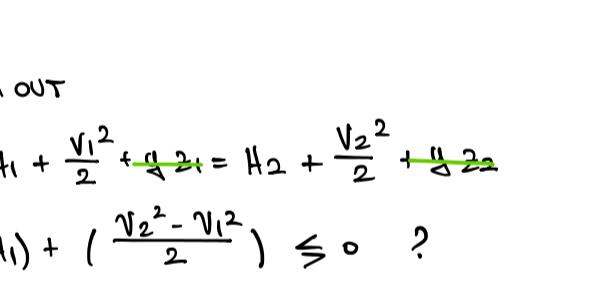
$$\dot{m}_{N_2} H_1 + \dot{m}_{H2O} H_{12} = \dot{m}_{N_2} H_2 + \dot{m}_{H2O} H_{22}$$

(NON COMPARA \dot{Q} POICHÉ SCAMBIO INTERNO)

ES 3 MACCHINA A FLUIDO (IDRAULICA)

ADIABATICA $\dot{Q} = 0$

$$T_1 = 22 \quad P_1 = 1 \text{ atm}$$



ACQUA LIQUIDA (INCOMPRESSIBILE)

$$V_1 = 8 \text{ m/s} \quad V_2 = 10 \text{ m/s}$$

$$P_{\text{SCAMBIA}} = 350 \text{ kW} \quad (\text{W})$$

$$\Delta T = T_2 - T_1 = 0,01^\circ\text{C}$$

P ENTRANTE O USCENTE?

MACCHINA OPERATRICE O MOTRICE?

L > 0 POMPA \quad L < 0 TURBINA

CONSERVAZIONE DELLA ENERGIA

$$L + Q + H_1 + \frac{V_1^2}{2} + \frac{1}{2} \vec{V}_1^2 = H_2 + \frac{V_2^2}{2} + \frac{1}{2} \vec{V}_2^2 \quad \left| \frac{\text{J}}{\text{kg}} \right|$$

ADIABATICA, STESSA QUOTA, INCOMPRESSIBILE

IRREVERSIBILITÀ

$$Y = V_2 - V_1 - Q = 0 \quad \text{SE IDEALE} \quad > 0 \quad \text{SE REALE}$$

CASO IDEALE

$$L_{ID} = \left(\frac{P_2 - P_1}{\rho} \right) + \left(\frac{V_2^2 - V_1^2}{2} \right) = 217 \frac{\text{J}}{\text{kg}} > 0 \quad \text{MACCHINA OPERATRICE}$$

DUPPINCO LA MACCHINA È REALE

ADIABATICA MA ΔT A CANALI DELLA MACCHINA (POSSEDE IDEALE SAPERE ZERO)

$$\text{CASO REALE} \quad Y = V_2 - V_1 = C \Delta T = 41,86 \frac{\text{J}}{\text{kg}}$$

$$L_R = L_{ID} + Y = 258,535 \frac{\text{J}}{\text{kg}}$$

L SEMPRE MAGGIORI RISPIRE A IDEALE

L ID MINIMO LAVORO DA SPENDERE

SE IRREVERSIBILITÀ SPENDO DI PIÙ DI QUANTO POSSO TRASFERIRE AL FLUIDO

IL CONTRARIO SE VOGLIO RICAVARE ENERGIA, SE IRREVERSIBILITÀ ESTRAIGO MENO DI QUANTO È POSSIBILE

CALCOLO LA PONTATA MASSICA DI H_2O LAVORATA

$$\dot{m} = \dot{m} L \rightarrow \dot{m} = \frac{\dot{m}}{L} = 1353 \text{ kg/s}$$

CALCOLA SEZIONE INGRESSO DEL FLUIDO

$$\dot{m}_{IN} = \dot{m}_{OUT} \rightarrow \rho S_1 V_1 = \rho S_2 V_2$$

CONSERVAZIONE DELLA MASSA

$$S_1 = \frac{\dot{m}}{\rho V_1} = 0,168 \text{ m}^2 \quad d_1 = \sqrt{\frac{4 S_1}{\pi}} = 0,464 \text{ m}$$

DATI LA MACCHINA CALCOLA IL RENDIMENTO IDRAULICO

$$\eta_{IDR} \in [0,1] \quad \text{SE } \eta_{IDR} = 1 \text{ IDEALE}$$

$$\text{SE } \eta_{IDR} < 1 \text{ REALE}$$

DEFINISCE BONTÀ DELLA TRASFORMAZIONE

OPERATRICE (POMPA) $L_{POMPA} > L_{TRASFERITO AL FLUIDO}$

$$M_{IDR} = \frac{L_{ID}}{L_{POMPA}} = \frac{L_{ID}}{L_{ID} + Y}$$

MOTRICE (TURBINA) $L_{TURBINA} < L_{DISPONIBILE}$

$$M_{IDR} = \frac{L_{ID}}{L_{TURBINA}} = \frac{L_{ID} - Y}{L_{ID}}$$

NEL NOSTRO CASO $M_{POMPA} = 0,838$

ES 4 FLUIDO COMPRESSIBILE

$$R^* = \frac{P}{MM} = 287 \frac{\text{J}}{\text{kg}\text{K}}$$

ARIA ~ GAS PERFETTO $C_p = 1000 \frac{\text{J}}{\text{kg}\text{K}}$

MACCHINA ADIABATICA IDEALE $\rightarrow T$. ISOENTROPICA

$$W = 1 \text{ MN}$$

COMPRESSEUR POMPA

MOTRICE TURBINA?

$$\frac{1}{T_1 P_1 V_1} \xrightarrow{M} \frac{2}{T_2 P_2 V_2}$$

$$V_1 = 100 \text{ m/s}$$

$$T_1 = 25^\circ\text{C}$$

$$V_2 = 110 \text{ m/s}$$

$$T_2 = ?$$

REGIME STAZIONARIO

$$\dot{m}_{IN} = \dot{m}_{OUT}$$

CONS. ENERGIA

$$L + Q + H_1 + \frac{V_1^2}{2} + \frac{1}{2} \vec{V}_1^2 = H_2 + \frac{V_2^2}{2} + \frac{1}{2} \vec{V}_2^2$$

$$L = (H_2 - H_1) + \left(\frac{V_2^2 - V_1^2}{2} \right) \leq 0 \quad ?$$

ENTALPIA

$$\Delta H = C_p \Delta T$$

ADIABATICA IDEALE

$$\Delta S = 0 \quad \text{ISO ENTROPICA}$$

EQUAZIONE TDS

$$T \frac{dS}{dT} = dH - V dP \quad dH = V dP$$

GAS IDEALE

$$C_p dT = \frac{R^*}{P} T dP \quad \text{CON} \quad P V = R^* T \quad C_p \frac{dT}{dP} = R^* \frac{T}{P}$$

$$C_p \ln \frac{T_2}{T_1} = R^* \ln \frac{P_2}{P_1} \rightarrow \frac{T_2}{T_1} = \left(\frac{P_2}{P_1} \right)^{\frac{R^*}{C_p}}$$

POLITROPICA

$$M = \chi = C_p / C_v \quad T_2 = 472,3 \text{ K}$$

$L = C_p \Delta T + \Delta K = 17652 \frac{\text{J}}{\text{kg}}$

$> 0 \quad \text{COMPRESSEUR}$

RIESCO A COMPRIIMERE (SOLTANENTE SE $S_2 < S_1$)

ILLUSTRAZIONI TECNICHE

