

$$D_{ASP} = 0,5 \text{ m}$$

$$\varepsilon = 0,15 \text{ mm}$$

$$L_{ASP} = 250 \text{ m}$$

$$R_C = 8,5$$

$$L_M = 1250 \text{ m}$$

$$D_M = 250 \text{ mm}$$

$$N_{ASP} = (\text{DATO})$$

• EQ. CONTINUITÀ

$$\dot{m}_{ASP} = N_{ASP} A_{ASP} = N_{ASP} \frac{\pi D_{ASP}^2}{4} = 353,43 \text{ kg/s}$$

Poiché il sistema di manifattura è costituito da 3 tubi in parallelo uguali
la portata si distribuisce in modo ugualmente

$$\dot{m}_M = \dot{m}_{ASP}/3 = 117,81 \text{ kg/s} \quad N_M = \frac{\dot{m}_M}{\rho A_M} = \frac{\dot{m}_M}{\rho (\pi D_M^2)/4} = 2,4 \text{ m/s}$$

• MINIMA POTENZA DI POMPAGGIO $\Rightarrow P_{min} = \dot{m}_{ASP} g \Delta H = 1560,2 \text{ kW}$ (VELOCITÀ NERA, PESO CIBERO E PRSS. ATMOSFERICA)

• POTENZA ELETTRICA DELLA POMPA

→ CAZZOLE LE PENNTE DI CARICO DISTRIBUITE

$$Re_{ASP} = \frac{N_{ASP} D_{ASP}}{\mu} = 791556 \quad \epsilon_{rel} = \frac{\varepsilon}{D_{ASP}} = 3 \cdot 10^{-4}$$

$$f_{ASP} = \left\{ -1,8 \log_{10} \left[\frac{6,3}{Re} + \left(\frac{\epsilon / D_{ASP}}{3,7} \right)^{1,11} \right] \right\}^{-2} = 0,0157$$

$$\Delta P_{ASP} = f_{ASP} \frac{L_{ASP}}{D_{ASP}} \frac{N_{ASP}^2}{2} = 0,127 \text{ bar}$$

$$Re_M = \frac{N_M D_M}{\mu} = 527704 \quad \epsilon_{rel} = \frac{\varepsilon}{D_M} = 6 \cdot 10^{-5}$$

$$f_M = 0,0181$$

$$\Delta P_M = f_M \frac{L_M}{D_M} \frac{N_M^2}{2} = 2,61 \text{ bar}$$

→ CAZZOLE PENNTE CARICO CONCENTRATO

$$\Delta P_{ASP}^{conc} = K_c f \frac{N_{ASP}^2}{2} = 0,1377 \text{ bar}$$

$$\Delta P_M^{conc} = K_c f \frac{N_M^2}{2} = 0,2448 \text{ bar}$$

$$P_{\text{elettrica}} = \dot{m}_{\text{ASP}} \left[g(\Delta H) + \frac{\Delta P_{\text{conc}} + \Delta P_{\text{disin}}}{g} \right] / (\eta_{\text{ion}} \cdot \eta_{\text{eng-EL}}) = 224,3 \text{ kW}$$

- NEL CASO SI CHIUSSE PARZIALMENTE UN VALVOLA DEL SISTEMA DI MANOVRA LA POMATA DIMINUISCE IN QUEL NUOVO POICHÉ SI È INCREMENTATA LA POMATA DI CARICO CONCENTRATA E, DI CONSEGUENZA, PER SOODISFARE L'UGUAGLIANZA DEL SISTEMA DI PRESSIONE NEI TUBI IN PARALLELO LA VELOCITÀ (POMATA) DIMINUISCE.

② $\dot{m} = \rho \dot{V} = 187,5 \text{ kg/s}$ $D = 240 \text{ mm}$ $L = 1,3 \text{ m}$ $\alpha = 60^\circ$

$$P_1 = 1 \text{ bar} \quad \Delta P = K \rho \frac{V^2}{2} = 57260 \text{ Pa} \quad P_2 = P_1 - \Delta P = 1,427 \text{ bar}$$

MASSA FLUIDO CONTENUTA NEL TUBO $M = \rho V = 44,11 \text{ kg}$

EQ. CONSERVAZIONE QUANTITÀ DI MOTO $N = \frac{\dot{m}}{\rho A} = 5,53 \frac{\text{m}}{\text{s}} \quad (\text{FLUIDO INCALIZZABILE})$

SPINTA DEL FLUIDO SULLA PARTE B
 $\rightarrow \vec{R} = \vec{G} - \vec{T}_{11} - \vec{T}_{12} + \vec{M}_1 - \vec{M}_2 = \vec{S}$

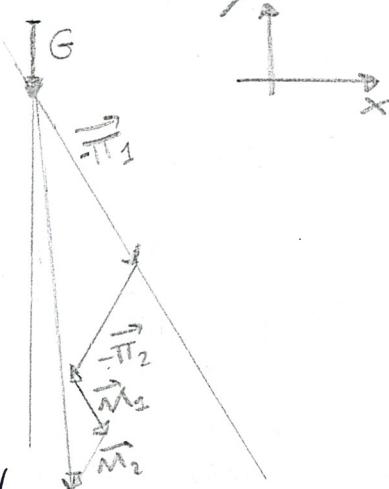
$$|\vec{G}| = Mg = 432,7 \text{ N}$$

$$|\vec{T}_{11}| = P_1 A = 3047,8 \text{ N}$$

$$|\vec{T}_{12}| = P_2 A = 6457,4 \text{ N}$$

$$|\vec{M}_1| = \dot{m} N = 1036,2 \text{ N}$$

$$|\vec{M}_2| = |\vec{M}_1|$$



$$S_x = |\vec{T}_{11}| \cos \alpha - |\vec{T}_{12}| \cos \alpha = 1285,206 \text{ N}$$

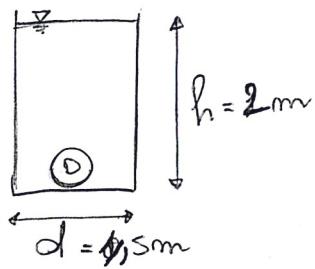
$$S_y = -|\vec{G}| - |\vec{T}_{11}| \sin \alpha - |\vec{T}_{12}| \sin \alpha - |\vec{M}_1| \sin \alpha = -15655,3 \text{ N}$$

$$S_z = 0 \text{ N}$$

SPINTA DELLA PARTE SU FLUIDO R
 $\vec{S} = -\vec{R}$

③

(3)



$$D = 10 \text{ cm}$$

$$f_{air} = 10430 \frac{\text{W}}{\text{m}^3}$$

$$K_{air} = 460 \frac{\text{W}}{\text{mK}}$$

$$C = 236 \frac{\text{J}}{\text{kgK}}$$

$$T_{H_2O} = 15^\circ\text{C} = T_\infty$$

$$T_{in, cil} = 80^\circ\text{C}$$

$$T_{Fin, cil} = 40^\circ\text{C}$$

$$\rho_\infty = 850 \frac{\text{W/m}^2\text{K}}$$

• TRASFERIMENTO SCAMBIO TERMICO
ATTRAVERSATE BASI DEL CILINDRO

→ CALCOLO n° Bi

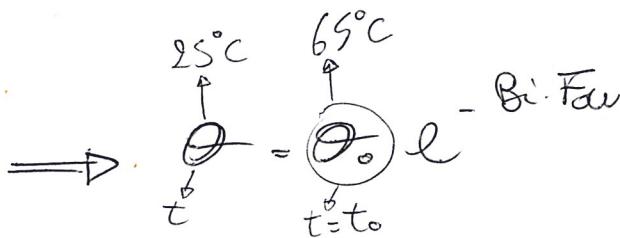
$$Bi = \frac{h V / S_{scambio}}{K} = \frac{h L_c}{K} = \frac{h D/4}{K} = 0,0046$$

Studio del Problema con l'Approssimazione di Parmetri Concentrati (T uniforme nel corpo)

$$\theta = T - T_\infty$$

- Bi.Far

$$\frac{\theta}{\theta(t=0)} = e^{-Bi \cdot Far}$$



$$\Rightarrow t = 6,96 \text{ s}$$

$$\cdot Far(t=3 \text{ s}) = \frac{\alpha t}{L_c^2} = \frac{K \cdot t}{S_c \cdot L_c^2} = 89,19$$

⊗

- NEL CASO in cui h non fosse costante ma venisse calcolato con la correlazione x convezione naturale si trova una dipendenza di h da $(T - T_\infty)$

$$Bi = \frac{C_p W}{K} = 8,09 \quad Gr = \frac{g \beta (T - T_\infty) D_c^3}{V^2} \Rightarrow Ra = Gr \cdot Bi$$

↓ ESPRIMENDO h nella forma $h = a(T - T_\infty)^m$ si ha
 $a_{Ra} = 0,53 Ra^{1/4}$

$$\alpha = 0,53 \frac{K}{D} \cdot Bi^{1/4} \cdot \left(\frac{g \beta D^3}{V^2} \right)^{1/4} = 305,92 \frac{\text{W}}{\text{m}^{2,5} \text{K}} \quad m = 1/4$$

$$h = 305,92 (T - T_\infty)^{1/4} \frac{\text{W}}{\text{m}^{2,5} \text{K}}$$

⊗ Verifica Assunzione T_acqua Costante

$$M_{acqua} = (V_{nec} - V_{cil}) \rho = \left(\frac{\pi d_{nec}^2}{4} \cdot h_{nec} - \frac{\pi d_{cil}^2 h_{cil}}{4} \right) \rho = 3,53 \cdot 10^3 \text{ kg}$$

$$\Delta T_{acqua} = (M_{cil} \cdot C_p_{cil} (T_{in} - T_{fin})) / (M_{acqua} \cdot C_p H_2O) = 5,26 \cdot 10^{-4} {}^\circ\text{C}$$

(3)

- DURANTE IL RAFFREDDAMENTO h DECRESCΕ POICHΕ DIPENDE DA $(T - T_{\infty})$. Di CONSEGUENZA SE $B_i(t=0)$ È VERA LA CONDIZIONE PER L'APPLICABILITÀ DELL'APPROSSIMAZIONE A PARMETRI COSTANTI, LO SERÀ ANCHE TUTTO IL PROCESSO DI RAFFREDDAMENTO.

\rightarrow BILANCIO ENERGETICO \rightarrow ATTIVITÀ CHE HA DIPENDE DA $(T - T_{\infty})$

$$\int_C V \frac{dT}{dt} = - h A (T - T_{\infty}) \quad \text{sostituisce la relazione } h = \alpha (T - T_{\infty})^{\gamma}$$

$$\int_C V \frac{dT}{dt} = - \alpha (T - T_{\infty})^{1/4} (T - T_{\infty}) A$$

$$\int_C V \frac{dT}{dt} = - \alpha A (T - T_{\infty})^{5/4} \quad * \quad \left| \begin{array}{l} \text{sostituzione} \\ \theta = T - T_{\infty} \quad d\theta = dT \end{array} \right| *$$

$$\int_C V \frac{d\theta}{dt} = - \alpha A \theta^{5/4}$$

↓

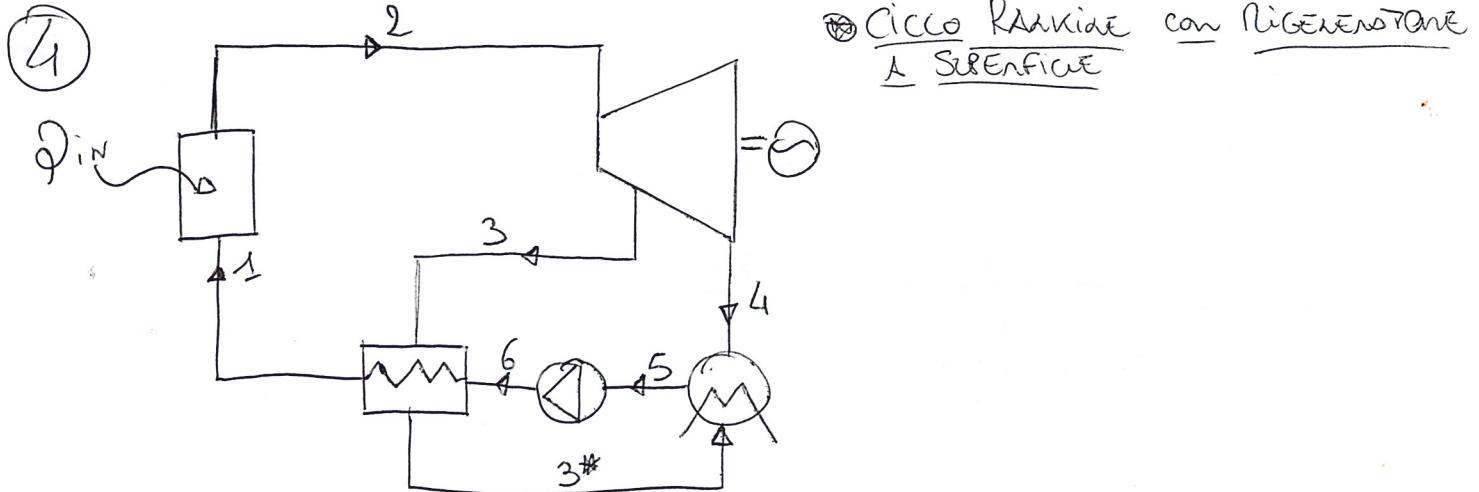
$$\int_C V \frac{d\theta}{\theta^{5/4}} = - \alpha A dt$$

$$\frac{d\theta}{\theta^{5/4}} = - \frac{\alpha A}{g_C V} dt$$

↓

$$\theta = \theta_{F,N} = 25^\circ C$$

$$t = - \frac{g_C V}{\alpha A} \int_{\theta = \theta_0}^{\theta = \theta_{F,N}} \frac{d\theta}{\theta^{5/4}} = 4 \frac{g_C V}{\alpha A} \left[\theta^{-1/4} \right]_{\theta = \theta_0}^{\theta = \theta_{F,N}} = 7,69 \Omega$$



1 → Condizioni di Mandata dels Parpa ⑥ (Si conosce il $\Delta h_{1,5 \rightarrow 6}$, $s \rightarrow s$)

$$\gamma_{\text{ion}} = \frac{\Delta h_{1,5 \rightarrow 6}}{\Delta h_{5 \rightarrow 6}} \Rightarrow \Delta h_{5 \rightarrow 6} = \gamma_{\text{ion}} \cdot \Delta h_{1,5 \rightarrow 6} = 13,06 \frac{\text{KJ}}{\text{kg}}$$

\downarrow
SACCO ENERGETICO REALE
A CAVALLO DELLA PARPA

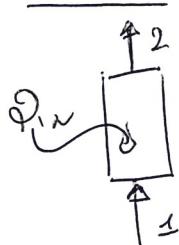
$$P_6 = P_1 = 100 \text{ bar}$$

2 → Pontate m₁ estratte nel GENERATORE di Vapore

NEL RIGENERATORE L'ACQUA LIQUIDA SI RESOCCA DI $\Delta T = 50^\circ\text{C}$
ASSUMENDO L'ACQUA LIQUIDA CAVE FUMO INCANTINABILE ($\epsilon_L = 4,17 \frac{\text{KJ}}{\text{kgK}}$)

$$\Delta h_{6 \rightarrow 1} = C_p \Delta T_{1 \rightarrow 6} = 208,5 \frac{\text{KJ}}{\text{kg}} \Rightarrow h_1 = h_6 + \Delta h_{6 \rightarrow 1} = 413,38 \frac{\text{KJ}}{\text{kg}}$$

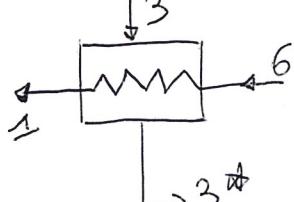
Bilancio Energético do GV



$$Q_{\text{in}} = m_1 (h_2 - h_1) \Rightarrow m_1 = \frac{Q_{\text{in}}}{h_2 - h_1} = 162,28 \frac{\text{kg}}{\text{s}}$$

$$h_2 = h(547^\circ\text{C}, 100\text{bar}) = 3434,4 \frac{\text{KJ}}{\text{kg}}$$

3 → Pontate di Vapore Spinto m₃



Bilancio Energético do Rigeneratore

$$m_3 h_3 + m_6 h_6 = m_1 h_1 + m_3 * h_3^*$$

$$M_6 = M_1 = 194,73 \frac{\text{kg}}{\text{s}} \quad m_3 = m_3^*$$

$$m_3 = \frac{m_1 h_1 - m_6 h_6}{h_3 - h_3^*} = \frac{m_1 (h_1 - h_6)}{h_3 - h_3^*} = 144,77 \frac{\text{kg}}{\text{s}}$$

$$h_3^* \left(\text{sober, } x=0 \right) = 762,7 \frac{\text{KJ}}{\text{kg}}$$

LIQUIDO SOBRO

5

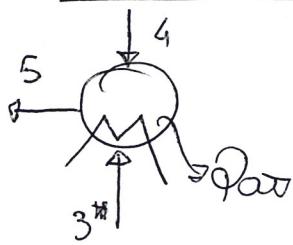
4 → RENDIMENTO ISOTÉRMICO $\underline{2 \rightarrow 4}$

$$h_4 \left(P_4 = 0,1 \text{ bar}, x_4 = 0,9 \right) = 2344,68 \frac{\text{KJ}}{\text{kg}}$$

$$\eta_{IS, 2 \rightarrow 4} = \frac{h_2 - h_4}{h_2 - h_{4,IS}} = 0,8473$$

$$h_{4,IS} = h \left(P_4 = 0,1 \text{ bar}, S = S_2 = 6,743 \frac{\text{KJ}}{\text{kg}} \right) = 2137,45 \frac{\text{KJ}}{\text{kg}}$$

5 → POTENCIAS TÉRMICA DISSIPADA AO CONDENSADOR



$$Q_{par} + m_5 h_{5,IS} = m_6 h_6 + m_3 * h_{3,IS}$$

$$\therefore m_6 = m_2 - m_3 = 177,37 \text{ kg/s}$$

$$Q_{par} = m_6 h_6 + m_3 * h_{3,IS} - m_5 h_{5,IS} = 320,77 \text{ MW}$$

6 → POTENCIAS ELÉTRICAS NETA INÍCIAZO

$$P_{EL, PAUL} = \frac{m_2 (h_2 - h_5)}{\eta_{ang, EL}} = 2,257 \text{ MW}$$

$$P_{EL, TV} = \left[m_2 (h_2 - h_3) + (m_2 - m_3) (h_3 - h_4) \right] f \cdot \eta_{EL, TV} \cdot m_{MEC} =$$

$$P_{NETA} = P_{EL, TV} - P_{EL, PAUL} = 208,16 \text{ MW}$$

7 → RENDIMENTO ELÉTRICO NETO

$$\eta_{EL, NETO} = \frac{P_{NETA}}{Q_{in}} = 0,3363$$