TEMA ESAME 05/07/2017

1)

$$\dot{m}_{POLPA} = 50 \frac{m^3}{h} = 13{,}89\ Kg/s$$

$$\dot{m}_{A1-A2} = 13{,}89\ Kg/s = \dot{m}_{M2-M1} \quad (\text{BILANCIO DI MASSA})$$

SEZIONE DI PASSAGGIO UGUALE PER TUTTI I TUBI

$$A = \frac{\pi D^2}{4} = 0{,}012272\ m^2 \quad D = 12{,}5\ cm$$

$$\dot{m}_{M2-M3} = \dot{m}_{M2-M1} - \underbrace{\dot{m}_{M2-S}}_{\text{RAMO SECONDARIO}} = 13{,}89\ Kg/s \cdot 0{,}5 = 6{,}94\ Kg/s$$

$$v = \frac{\dot{m}}{\rho A}$$

$$v_{ASP} = 1{,}1317\ m/s$$

$$v_{M2-M1} = 1{,}1317\ m/s$$

$$v_{M2-M3} = 0{,}5659\ m/s$$

PER IL CALCOLO DEL COEFFICIENTE DI ATTRITO f DEVO CALCOLARE LA SCABREZZA RELATIVA $\frac{\varepsilon}{D}$ E IL n° REYNOLDS

$$\frac{\varepsilon}{D} = \frac{0{,}025\ mm}{125\ mm} = 0{,}0002 \quad (\text{UGUALE PER TUTTI I TUBI})$$

$$Re = \frac{\rho v D}{\mu}$$

$\mu = 1{,}14 \cdot 10^{-3}\ Pa\,s$

$$Re_{ASP} = 1{,}24 \cdot 10^5$$

$$Re_{M2-M1} = 1{,}24 \cdot 10^5$$

$$Re_{M2-M3} = 6{,}22 \cdot 10^4$$

UTILIZZANDO L'ABACO DI MOODY:

$$f = f\left(\frac{\varepsilon}{D}; Re\right)$$

$$f_{ASP} = 0{,}01808$$

$$f_{M2-M1} = 0{,}01808$$

$$f_{M2-M3} = 0{,}02041$$

PERDITE IMPIANTO

– PERDITE CONCENTRATE ($K_c = 7$)

$$Y_c = K_c \frac{v^2}{2}$$

$Y_{c,ASP} = 4,48\ J/Kg$

$Y_{c,M2-M1} = 4,48\ J/Kg$

$Y_{c,M2-M3} = 1,12\ J/Kg$

– PERDITE DISTRIBUITE

$$Y_D = f \frac{L}{D} \frac{v^2}{2}$$

$Y_{D,ASP} = 7,873\ J/Kg$

$Y_{D,M2-M1} = 7,873\ J/Kg$

$Y_{D,M2-M3} = 2,222\ J/Kg$

PERDITE POMPA

$$Y_{POMPA} = \dot{m}_{ASP} \cdot \Delta T \cdot c = 315\ J/Kg$$

ΔT: 0,075 K

c: 4,2 KJ/KgK

$$\eta_{ID} = \frac{\Delta P/\rho}{\left(\frac{\Delta P}{\rho} + Y_{POMPA}\right)} = 0,7605$$

$\Delta P = 10\ bar$

$\rho = 1000\ Kg/m^3$ → DATO

$$P_{EL} = \dot{m}_{ASP} \left(\frac{\Delta P}{\rho}\right) / \left(\eta_{ID} \cdot \eta_{ORG-EL}\right) = 18,73\ KW$$

② TRASFORMAZIONE 1 → 2 (ISOTERMA REVERSIBILE) → SEGMENTO ORIZZONTALE IN T-S

* CALORE SCAMBIATO = AREA SOTTESA ALLA CURVA NEL T-S

$$\dot{Q}_{1\to2} = \dot{m}\, T_1 (S_2 - S_1) = +2005,65\ KW$$

$$P_{1\to2} = \dot{m} \left((h_2 - h_1) - T_1 (S_2 - S_1)\right) = 871\ KW \qquad Tds = dh - vdP$$

→ ESPANS.

- ESPANSIONE ISOENTROPICA

$$\dot{Q}_{2\to3} = 0 \qquad \dot{P}_{2\to3} = \dot{m}\,(h_3 - h_2) = -453{,}36\ kW$$

- COMPRESSIONE ISOTERMA

$$\dot{Q}_{3\to4} = \dot{m}\,(T_3\,\Delta s_{3\to4}) = -1072\ kW$$

→ CALORE CEDUTO

$$\dot{P}_{3\to4} = \dot{m}\left[(T_3\,\Delta s_{3\to4}) + (h_4 - h_3)\right] = \text{-905 kW}$$

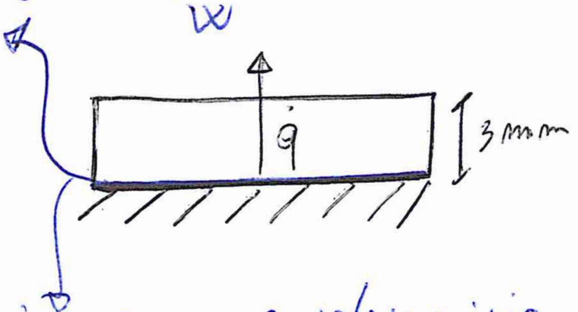
VERIFICA GAS PERFETTO IN CONDIZIONI 3

$$P_3 v_3 = \frac{R}{MM} T_3 \Longrightarrow v_{3,\,PERFETTO} = 0{,}5034\ \frac{m^3}{kg}\ ;\quad \rho_{3,\,PERFETTO} = \frac{1}{v_{3,\,PERFETTO}} = 1{,}986\ \frac{kg}{m^3}$$

$$\text{errore} = \left(v_{3,\,REALE} - v_{3,\,PERFETTO}\right)/v_{3,\,REALE} \simeq 0{,}676\%$$

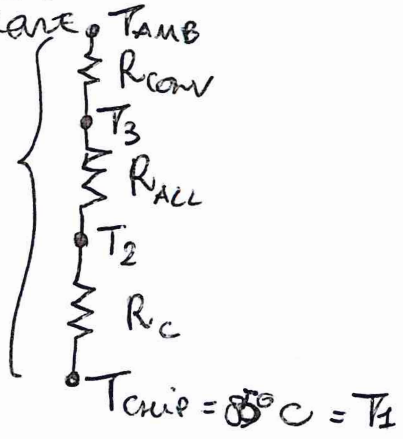
4) $\dot{Q} = 25\ kW$ $\qquad q = \frac{\dot{Q}}{A} = \frac{\dot{Q}}{\ell^2} = 2{,}04 \cdot 10^5\ \frac{W}{m^2}$

$R_c = 1 \cdot 10^{-5}\ \frac{m^2K}{W}$ $\qquad T_{AMB} = 20°C$



- PAVIMENTO ADIABATICO
- IL CALORE È DISSIPATO ATTRAVERSO LA SUP. SUPERIORE

SCHEMA RESISTIVO



$$\Delta T_{INTERFACCIA} = q\,R_c = 2{,}04\ °C$$

RESISTENZA STRATO ALLUMINIO

$$R_{ALL} = \frac{s}{K_{ALL}} = \frac{3/1000\ m}{180\ \frac{W}{mK}} = 1{,}67 \cdot 10^{-5}\ \frac{m^2K}{W}$$

$$\Delta T_{ALL} = q\,R_{ALL} = 0{,}34\ °C$$

$$T_3 = T_{CHIP} - \Delta T_{INTERFACCIA} - \Delta T_{ALL} = 82{,}62\ °C$$

$$R_{conv} = \frac{\Delta T}{q} = \frac{T_3 - T_{amb}}{q} \Rightarrow h = \frac{1}{R_{conv}} = 325{,}9 \ \frac{W}{m^2 K}$$

COEFF. SCAMBIO TERMICO CONVETTIVO PER GARANTIRE UNA TEMPERATURA DEL CHIP DI 85°C

→ ASSUMIAMO CONV. NATURALE

$$Nu = 0{,}59\,(Gr\,Pr)^{1/4}$$

$$Pr = \frac{c_p \mu}{k} = 0{,}714$$

$$l/4 = 0{,}00875$$

$$Gr = \frac{g \beta (T_3 - T_{amb}) L_c^3}{\left(\frac{\mu}{\rho}\right)^2} = 1605018{,}2$$

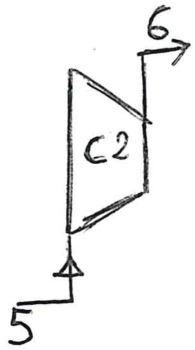
$$\frac{1}{T_F} = 0{,}012745 \ 1/K$$ → IPOTESI GAS PERFETTO

TEMPERATURA DI FILM $\left(\frac{T_3 + T_{amb}}{2}\right) = 51{,}3°C$

$$h = \underbrace{\frac{Nu \cdot k}{L_c} = 19{,}4 \ \frac{W}{m^2 K} < 325{,}9 \ \frac{W}{m^2 K}}_{\text{Si deve ricorrere alla convezione forzata (es. ventola)}}$$

Si DEVE RICORRERE ALLA CONVEZIONE FORZATA (es. ventola)

④ COMPRESSIONE GAS NATURALE

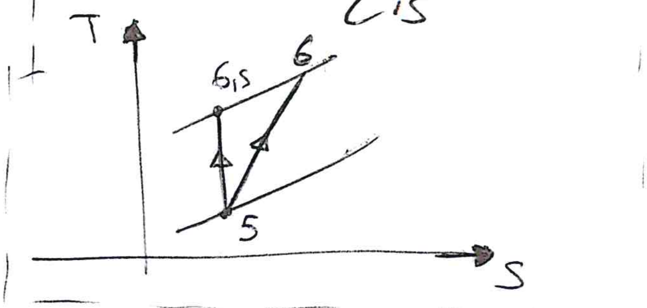


$$\beta_{C2} = \frac{7}{5} = \frac{P_6}{P_5} \qquad \vartheta_{C_2} = \frac{\gamma - 1}{\gamma}$$

$$T_{6,is} = T_5\, \beta_{C_2}^{\vartheta_{C_2}} = 341{,}52\,K$$ (TEMPERATURE IN K)

$$T_6 = T_5 + \frac{(T_{6,is} - T_5)}{\eta_{is,C2}} = 350{,}93\,K$$

$$\Delta T_{reale} = \frac{\Delta T_{is}}{\eta_{is}}$$



LAVORO SPECIFICO COMPRESSIONE → C2

$$l_{C2} = c_{p,GN}(T_6 - T_5)$$

$$P_{mecc,C2} = (\dot{m}_6\, l_{C2}) / \eta_{mecc,C2} = 10{,}48\,MW$$

$$P_{mecc,C2} = P_{mecc,TG} = \Phi_{in,TG} \cdot \eta_{TG}$$ (LA TURBINA A GAS TRASCINA IL COMPRESSORE C_2)

$$\Downarrow$$

$$\Phi_{in,TG} = \frac{P_{mecc,TG}}{\eta_{TG}} = 39{,}5\,MW$$

SE IL CICLO BRAYTON DELLA TG FOSSE IDEALE CON $\beta_{TG} = 15$ (FLUIDO DI LAVORO ARIA → GAS PERFETTO BIATOMICO)

$$\eta_{TG,ID} = 1 - \beta_{TG}^{-\vartheta} = \cancel{0{,}8628}\ 0{,}5387 \qquad \gamma = \cancel{1{,}4}$$

$$\vartheta_{biatomico} = \frac{\gamma - 1}{\gamma} = \cancel{0{,}3055}\ 0{,}2857$$

$$\cancel{\gamma_{biatomico} = \frac{c_p}{c_v} = \frac{7/2}{5/2} = \frac{7}{5}} \qquad \gamma_{biatomico} = \frac{c_p}{c_v} = \frac{7}{5}$$

$$\Phi_{in,ID} = \frac{P_{mecc,C_2}}{\eta_{TG,ID}} = \cancel{[illegible]}\ \cancel{[illegible]}\ \cancel{[illegible]}\ 18{,}676$$