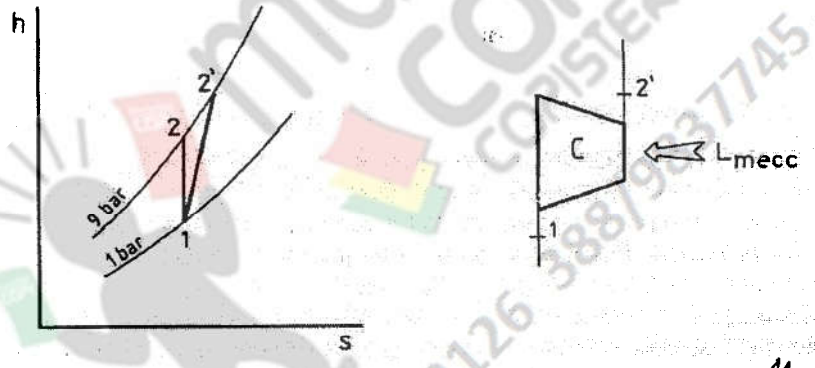
Esempio prova scritta di: "ENERGIA E SISTEMI ENERGETICI"
(Prof. Daniele Testi – Ing. Stefano Frigo)

Cognome ..... Nome.....n. matricola.....

Esercizio 1 (4 punti)

Valutare la potenza necessaria ad azionare un compressore, caratterizzato da un rendimento adiabatico $\rho_{c,ad} = 0,77$, che comprime aria dalla pressione $P_1 = 1$ bar e temperatura $T_1 = 288$ K sino alla $P_2 = 9$ bar. La portata d'aria trattata è pari a 0,5 m^3/s.
Si considerino inoltre i seguenti valori medi dell'aria:

- k = 1,40
- densità media = 1,2 [kg/m^3]
- calore specifico medio a pressione costante (c_p) = 1,015 [kJ/kg·K]

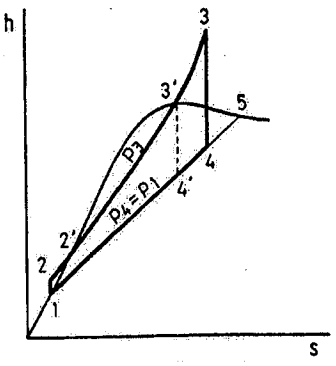


MASTER COPY
Tel. 050 8312126
Cell. 388 9837745

Esercizio 2 (3 punti)

Sia dato il ciclo ideale Hirn in figura caratterizzato dai seguenti valori:

- Entalpia acqua ingresso caldaia (h_2) = 800 kJ/kg
- Entalpia vapore surriscaldato uscita caldaia (h_3) = 3200 kJ/kg
- Entalpia vapore uscita turbina (h_4) = 2400 kJ/kg
- Titolo del vapore uscita turbina = 0,94%
- Entalpia liquido uscita condensatore (h_1) = 140 kJ/kg



Trascurando il lavoro assorbito dalla pompa alimento caldaia ($h_1 \equiv h_2$), calcolare il lavoro utile specifico (kJ/kg), il calore specifico (kJ/kg) ceduto al condensatore ed il rendimento globale del ciclo.

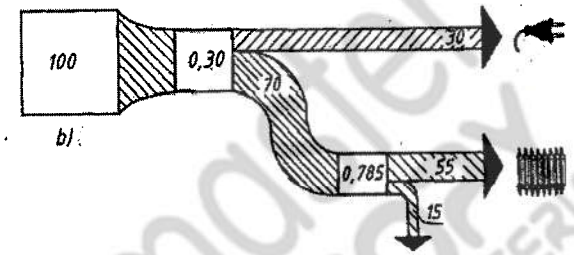
Esercizio 3 (2 punti)

Calcolare il rendimento meccanico di un motore Diesel caratterizzato da un consumo specifico di 200 g/kWh (si consideri un gasolio con un PCI = 42.7 MJ/kg).

Esercizio 4 (3 punti)

Un ciclo cogenerativo costituito da una turbina a gas per la produzione di energia elettrica e da una caldaia a recupero per la produzione di calore è caratterizzato dai rendimenti riportati in figura e cioè:

- Turbina a gas con rendimento elettrico del 30%
- Caldaia a recupero con rendimento del 78,5%



Si supponga ora che le aliquote di energia elettrica e calore prodotte in base allo schema precedente siano ottenute separatamente con due macchine termiche caratterizzate dai seguenti rendimenti:

- Turbina a gas con rendimento elettrico del 34%
- Caldaia convenzionale con rendimento del 90%

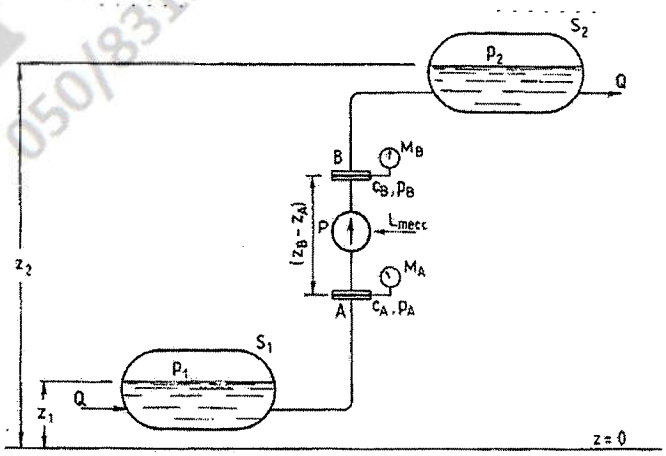
Calcolare di quanto aumenta, percentualmente, il consumo di energia primaria (combustibile) della produzione separata di energia elettrica e calore rispetto al ciclo cogenerativo iniziale.

Esercizio 5 (3 punti)

L'impianto di sollevamento acqua riportato in figura, presenta le seguenti caratteristiche:

$z_1 = 1$ m
$z_2 = 24$ m
$p_1 = p_2$ = atmosferica
$c_1 = 0$
$c_2 = 2$ m/s
perdite distribuite (H_D) = 5 m
$\rho = 1000$ kg/m^3
portata 20 litri/s
rendimento pompa = 75%

Si determini la prevalenza H fornita dalla pompa e la potenza assorbita.



MASTER COPY
Tel. 050 8312126
Cell. 388 9837745

Esercizio 6 (3 punti)

In un sistema aperto con un ingresso e un'uscita, in regime stazionario, il fluido è sottoposto a una trasformazione irreversibile.
Spiegare se è possibile ed eventualmente in quali condizioni l'entropia della portata in uscita può risultare inferiore a quella in ingresso.

Esercizio 7 (7 punti)

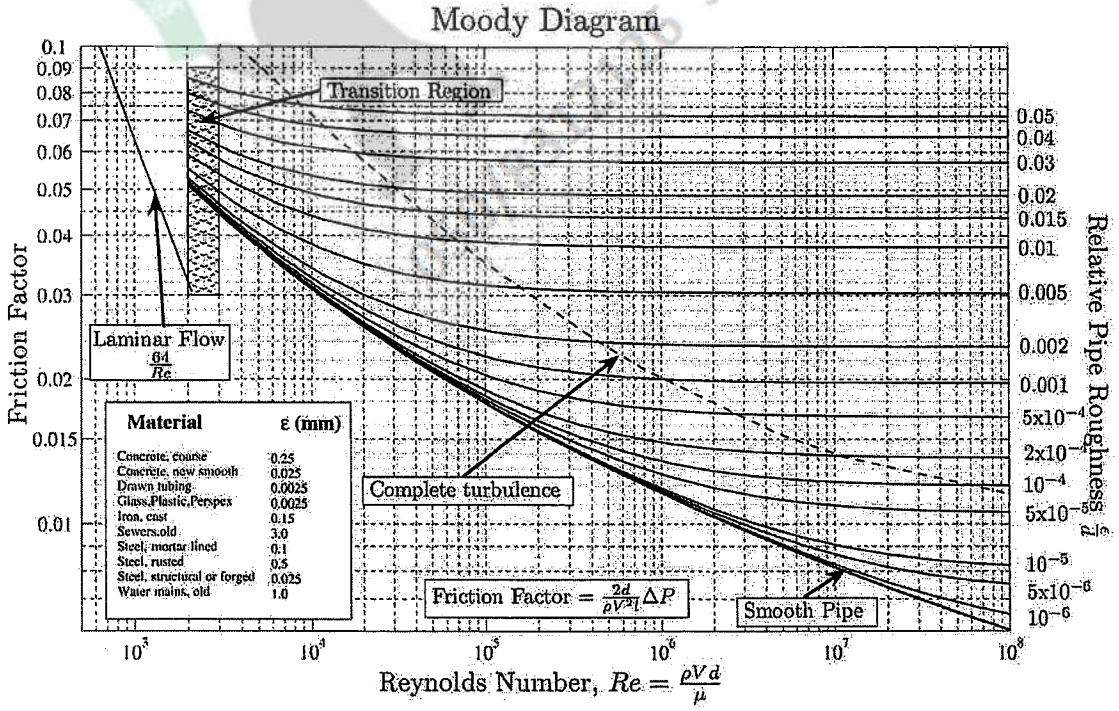
Un radiatore domestico cede al locale nel quale è installato una potenza termica Q data dalla seguente legge:

$Q = C \cdot [\,(T_m - T_0) / \Delta T_0\,]^{n}$

con $C = 0.8$ kW, $T_0 = 20$ °C, $\Delta T_0 = 50$ K, $n = 1.3$ ed essendo T_m la temperatura media dell'acqua nel radiatore tra ingresso e uscita.
Se la temperatura di ingresso nel radiatore è pari a 65 °C, determinare la portata d'acqua necessaria per ottenere, in condizioni stazionarie, una temperatura di uscita di 55 °C.
Spiegare infine attraverso quali meccanismi di scambio termico il radiatore cede energia al locale.

Esercizio 8 (5 punti)

In un condotto verticale quadrato di acciaio di lunghezza $L = 9$ m, lato interno $s = 18$ cm e rugosità $\varepsilon = 0.1$ mm scorre aria, nel verso ascensionale, ad una velocità di 1.5 m/s.
Calcolare la portata d'aria e il numero di Reynolds, nell'ipotesi di densità media pari a 1.2 kg/m^3 e viscosità cinematica di 15 mm^2/s.
Se la pressione di uscita è pari a 1 bar, determinare la pressione d'ingresso nel condotto tale da garantire un flusso stazionario.

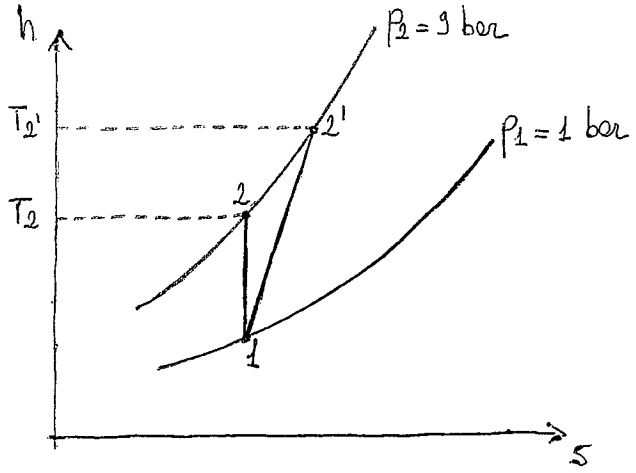


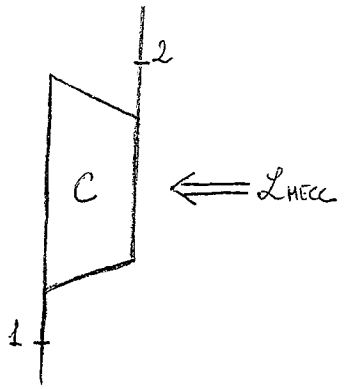
MASTER COPY
Tel. 050 8312126
Cell. 388 9837745


master
COPY
COPISTERIA
050/8312126 388/9837745

SIMULAZIONE ESAME

1)





$\eta_{c,ad} = 0{,}77$ ← RENDIMENTO ADIABATICO DEL COMPRESSORE

$p_1 = 1$ [bar], $T_1 = 288$ [K]

$p_2 = 9$ [bar]

$\dot{V} = 0{,}5 \left[\frac{m^3}{s}\right] \longrightarrow \dot{m} = \dot{V} \cdot \rho = 0{,}5 \left[\frac{m^3}{s}\right] \cdot 1{,}2 \left[\frac{Kg}{m^3}\right] = 0{,}6 \left[\frac{Kg}{s}\right]$

ARIA: GAS IDEALE

VALORI MEDI DELL'ARIA:

$K = 1{,}4$

$\rho = 1{,}2 \left[Kg/m^3\right]$

$c_p = 1{,}015 \left[\frac{KJ}{Kg \cdot K}\right] = 1015 \left[\frac{J}{Kg \cdot K}\right]$

$$\eta_{c,ad} = \frac{L_{ID}}{L_{RE}} = \frac{h_2 - h_1}{h_2' - h_1} = \frac{c_p \cdot (T_2 - T_1)}{c_p \cdot (T_2' - T_1)} = \frac{T_2 - T_1}{T_2' - T_1}$$

$$\eta_{c,ad} = \frac{L_{ID}}{L_{RE}} \longrightarrow L_{RE} = \frac{L_{ID}}{\eta_{c,ad}}$$

$$\frac{T_2}{T_1} = \left(\frac{p_2}{p_1}\right)^{\frac{K-1}{K}} \longrightarrow T_2 = T_1 \cdot \left(\frac{p_2}{p_1}\right)^{\frac{K-1}{K}} = 288 \cdot \left(\frac{9}{1}\right)^{\frac{1{,}4-1}{1{,}4}} = 540 \text{ [K]} \longrightarrow T_2 = 540 \text{ [K]}$$

$$P = \dot{m} \cdot L_{RE} = \dot{m} \cdot \left(\frac{L_{ID}}{\eta_{c,ad}}\right) \qquad L_{ID} = h_2 - h_1 = c_p \cdot (T_2 - T_1)$$

$$\frac{Kg}{s} \cdot \frac{J}{Kg \cdot K} \cdot K = \frac{J}{s} = W$$

$$\rightarrow P = \dot{m} \cdot \frac{c_p \cdot (T_2 - T_1)}{\eta_{c,ad}} = 0{,}6 \cdot \frac{1015 \cdot (540 - 288)}{0{,}77} = 2 \cdot 10^5 \text{ [W]}$$

$$\rightarrow \boxed{P = 2 \cdot 10^5 \text{ [W]}}$$

master copy COPISTERIA 050/8312126 388/9837745