Prova scritta di Fisica Tecnica I – 12/02/2008

Esercizio 1

Un ciclo Rankine a vapore saturo lavora tra la pressione di condensazione p_1=1 *bar* e quella di evaporazione p_2=5 *bar*. L'acqua entra nella pompa nello stato 1 di liquido saturo ed esce dalla caldaia nello stato 3 di vapore saturo secco. Il vapore in turbina viene fatto espandere isoentropicamente sino allo stato 4. Si chiede di:

1. Disegnare il ciclo nel piano *T-s* e *h-s*;
2. Determinare il titolo x_4 in uscita dalla turbina;
3. Determinare il lavoro tecnico specifico della pompa l_{t12};
4. Calcolare il rendimento ideale del ciclo;
5. Calcolare il rendimento ideale approssimato (trascurando il lavoro della pompa);
6. Calcolare il rendimento reale considerando un rendimento isoentropico di espansione pari a 0,8

Nota: per ricavare i valori necessari di entalpia e entropia utilizzare la seguente tabella:

p_s [*bar*]	T_s [^oC]	v_l [m^3/kg]	v_v [m^3/kg]	u_l [*kJ/kg*]	u_d [*kJ/kg*]	u_v [*kJ/kg*]	h_l [*kJ/kg*]	h_d [*kJ/kg*]	h_v [*kJ/kg*]	s_l [*kJ/kgK*]	s_d [*kJ/kgK*]	s_v [*kJ/kgK*]
6,1113 10^{-3}	0,010	0,0010	206,136	0,00	2375,3	2375,3	0,01	2501,3	2501,4	0,0000	9,1562	9,1562
1,00	99,63	0,0010	169,40	417,4	2088,7	2506,1	417,5	2258,0	2675,5	1,3026	6,0568	7,3594
5,00	151,9	0,0011	0,3749	639,7	1921,6	2561,2	640,2	2108,5	2748,7	1,8607	4,9606	6,8213
10,0	179,9	0,0011	0,1944	761,68	1822,0	2583,6	762,8	2015,3	2778,1	2,1387	4,4478	6,5865
50,0	263,0	0,0013	0,0394	1147,8	1449,3	2597,1	1154,2	1640,1	2794,3	2,9202	3,0532	5,9734

Esercizio 2.

Un filo elettrico di rame avente diametro D_0 = 1 mm è posto in aria calma con una temperatura $T_\infty = 20^oC$. La resistenza elettrica per metro del filo è uguale a $\frac{R}{L} = 2,26 \cdot 10^{-2} \frac{\Omega}{m}$.

Il filo è attraversato da una corrente elettrica *I* = 10 *A*. Sapendo che il coefficiente conduttivo *k* del rame è uguale a $370 \frac{W}{mk}$ e che quello convettivo *h* vale $10 \frac{W}{m^2K}$ calcolare:

1. La temperatura superficiale T_s del filo nudo
2. La differenza di temperatura T_0-T_s tra il centro del filo e la superficie esterna.
3. La temperatura superficiale del filo di rame nel caso in cui il filo venga ricoperto da una guaina plastica di spessore *s* = 1 *mm*, avente un coefficiente conduttivo $k_g = 0,21 \frac{W}{mK}$.

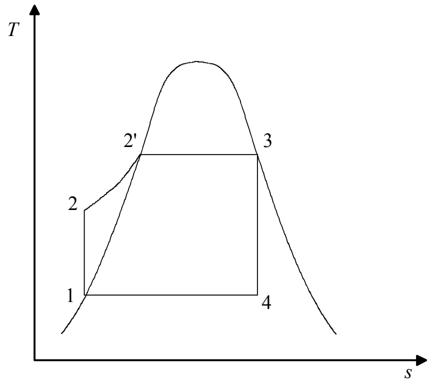
Teoria

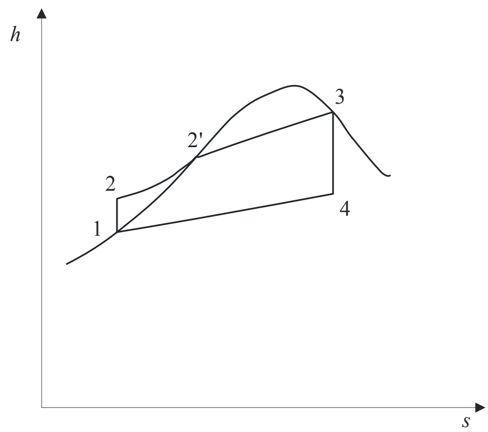
1. Ricavare l'equazione che descrive l'umidificazione adiabatica e dimostrare che la trasformazione si può ritenere con buona approssimazione isoentalpica.
2. Ricavare l'espressione del lavoro tecnico necessario per la compressione isoterma di un gas ideale.
3. Ricavare la formula della temperatura in funzione del tempo per il raffreddamento di un corpo omogeneo immerso in un fluido a T_∞ costante, supponendo valida l'ipotesi di parametri concentrati.

Soluzione

Esercizio 1

1)





2)Dalla tabella:

$$h_1 = 417,5\frac{kJ}{kg}\ h_{1d} = 2258,0\frac{kJ}{kg}\ s_1 = 1,3026\frac{kJ}{kgK}\ s_{1v} = 7,3594\frac{kJ}{kgK}\ h_3 = 2748,7\frac{kJ}{kg}\ s_3 = 6,8213\frac{kJ}{kgK}$$

$$s_4 = s_3 = s_1 + x\left(s_{1v} - s_1\right)$$

$$x = \frac{s_3 - s_1}{s_{1v} - s_1} = \frac{6,8213 - 1,3026}{7,3594 - 1,3026} = 0,91$$

$$3)\ l_{t1-2} = -\int_1^2 vdp = -v\left(p_2 - p_1\right) = -0,001\left(5-1\right)\cdot 10^5 = -400\frac{J}{kg} = -0,4\frac{kJ}{kg}$$

$$h_2 = h_1 + \left|l_{t,12}\right| = 417,9\frac{kJ}{kg}$$

$$4)\ h_4 = h_1 + xh_{d1} = 2472,28\frac{kJ}{kg}$$

$$\eta = \frac{l_n}{q^+} = \frac{\left(h_3 - h_4\right) - \left(h_2 - h_1\right)}{h_3 - h_2} = \frac{\left(2748,7 - 2472,28\right) - 0,4}{2748,7 - 417,9} = 0,1184$$

$$5)\ \eta \simeq \frac{\left(h_3 - h_4\right)}{h_3 - h_1} = \frac{2748,7 - 2472,28}{2748,7 - 417,5} = 0,1182$$

$$6)\ \eta_r \simeq \frac{\eta_{1s,e}\left(h_3 - h_4\right)}{h_3 - h_1} = 0,0949$$

Esercizio 2

1)

$$\dot{q}_g = \frac{R}{L}LI^2\frac{4}{\pi D_0^2 L} = \frac{R}{L}I^2\frac{4}{\pi D_0^2} = 2,878\cdot 10^6\frac{W}{m^3}$$

$$\dot{q}_g\left(\frac{\pi D_0^4}{4}L\right) = h\left(\pi D_0 L\right)\left(T_s - T_\infty\right)$$

$$T_s = \frac{\dot{q}_g D_0}{4h} + T_\infty = 92^oC$$

2)

$$T_0 - T_s = \frac{\dot{q}_g D_0^2}{16k} = 4,9 \cdot 10^{-4}\ {}^oC$$

3)

$$\dot{q}_g \left(\frac{\pi D_0^4}{4} L \right) = \frac{(T_s - T_\infty)}{R_{tot}} = \pi L \frac{(T_s - T_\infty)}{\dfrac{1}{hD_e} + \dfrac{\ln \dfrac{D_e}{D_0}}{2k}}$$

$$T_s = \left(\frac{1}{hD_e} + \frac{\ln \dfrac{D_e}{D_0}}{2k} \right) \dot{q}_g \frac{D_0^4}{4} + T_\infty = 45,9\,{}^oC$$