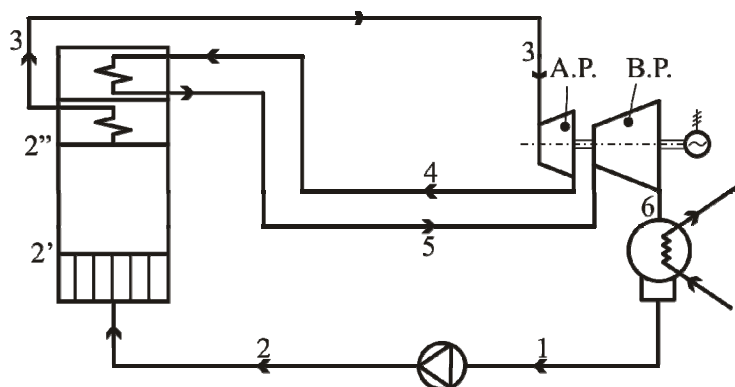


Prova scritta di Fisica Tecnica, Fisica Tecnica I e Fisica Tecnica II – 11.07.2006

Fisica Tecnica VO e Fisica Tecnica II NO AA 2005-06 – Esercizi 1 e 2

NO AA 2004-05 e precedenti: Fisica Tecnica I – *solo* Esercizio 1; Fisica Tecnica II – *solo* Esercizio 2**(Ing. Meccanica, Navale, Elettrica, dei Materiali)**.....  
NOME e COGNOME.....  
CORSO di LAUREA.....  
Voto/i**Esercizio 1**

Un impianto per la produzione di energia elettrica opera secondo un ciclo Rankine a surriscaldamento di vapore, ed è schematizzato in figura.



La potenza fornita dall'impianto è pari a 80 MW, ed il vapore entra nella sezione ad alta pressione della turbina alla pressione  $p_3 = 10$  MPa e temperatura  $t_3 = 500$  °C. Dopo l'espansione ed il surriscaldamento, il vapore entra nello stadio a bassa pressione della turbina alla pressione  $p_5 = 1$  MPa e temperatura  $t_5 = 500$  °C. Il vapore esce dal condensatore in condizioni di liquido saturo alla pressione  $p_6 = 10$  kPa e temperatura  $t_6 = 45.8$  °C. La pompa aspira il liquido saturo all'uscita dal condensatore, e lo comprime isoentropicamente, fino alla pressione del generatore. Il rendimento isoentropico di espansione, per ambedue gli stadi, è pari a  $\eta_{ie} = 0.80$ .

Servendosi dell'allegato diagramma  $(h,s)$  del vapore, e nelle ipotesi di poter trascurare le perdite di carico nel generatore e nel condensatore e le variazioni di energia cinetica e potenziale in tutte le trasformazioni, tracciare il ciclo sul piano  $(T,s)$  e calcolare:

- 1) Il titolo, o la temperatura se surriscaldato, del vapore all'uscita dello stadio a bassa pressione della turbina;
- 2) Il rendimento  $\eta$  del ciclo;
- 3) La portata in massa del vapore.

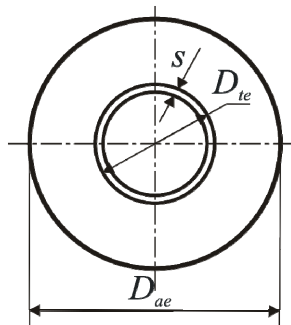
Nota:

Si assuma per l'acqua, in fase liquida,  $c_l = 4.187$  kJ/(kg K) e  $v = 1 \times 10^{-3}$  m<sup>3</sup>/kg.

## Esercizio 2

Uno scambiatore di calore, di tipo controcorrente a tubi concentrici, è utilizzato per il raffreddamento dell'olio lubrificante di un turbomotore a gas. La portata dell'acqua di raffreddamento nel tubo interno, di diametro esterno  $D_{te} = 19.05 \text{ mm}$  e spessore  $s = 1.24 \text{ mm}$ , è pari a  $\dot{m}_c = 0.12 \text{ kg/s}$ , mentre la portata di olio lubrificante, nella sezione anulare di diametro esterno  $D_{ae} = 40 \text{ mm}$ , è pari a  $0.06 \text{ kg/s}$ .

Le temperature di ingresso dell'olio e dell'acqua sono pari, rispettivamente, a  $t_{h,i} = 100^\circ\text{C}$  e  $t_{c,i} = 25^\circ\text{C}$ .



Nelle ipotesi di:

- Scambiatore perfettamente isolato con l'esterno;
- Tubazione interna realizzata in acciaio AISI 304 ( $k_{acc} = 14.9 \text{ W/(m K)}$ );

Determinare:

- 1) I valori dei coefficienti convettivi lato interno  $h_i$  (acqua) e lato esterno  $h_e$  (olio);
- 2) Il valore del coefficiente globale di scambio termico  $U$  (trasmittanza);
- 3) La lunghezza della tubazione affinché la temperatura di uscita dell'olio sia pari a  $t_{h,o} = 75^\circ\text{C}$ .

### Note

- Si assumano le seguenti proprietà termofisiche:

Acqua:  $c_{ac} = 4178 \text{ J/(kg K)}$ ;  $\mu_{ac} = 725 \times 10^{-6} \text{ Ns/m}^2$ ;  $k_{ac} = 0.625 \text{ W/(m K)}$

Olio:  $c_{ol} = 2131 \text{ J/(kg K)}$ ;  $\mu_{ol} = 3.25 \times 10^{-2} \text{ Ns/m}^2$ ;  $k_{ol} = 0.138 \text{ W/(m K)}$

- Per valutare i coefficienti convettivi, si faccia uso delle correlazioni:

$$Nu_D = 3.66 \quad (\text{Re}_D \leq 2300)$$

$$Nu_D = 0.023 \text{Re}_D^{4/5} \text{Pr}^{0.4} \quad (\text{Re}_D > 2300)$$

dove  $D$  rappresenta, rispettivamente, il diametro della tubazione interna per l'acqua, ed il diametro idraulico del canale a sezione anulare per l'olio.

Vecchio Ordinamento (VO) ☐

---

Nuovo Ordinamento (NO) AA 2004-05 e precedenti ☐ Fisica Tecnica I ☐ Fisica Tecnica II ☐

---

Nuovo Ordinamento (NO) AA 2005-06 ☐

---

Prova scritta di Fisica Tecnica, Fisica Tecnica I e Fisica Tecnica II – 11.07.2006

## **Soluzioni**

### **Esercizio 1**

- 1)  $t_6 = 88\text{ }^{\circ}\text{C}$
- 2)  $\eta = 0.341$
- 3)  $\dot{m} = 62.6\text{ kg/s}$

### **Esercizio 2**

- 1)  $h_i = 3133\text{ W/(m}^2\text{ K)}$   
 $h_e = 24.1\text{ W/(m}^2\text{ K)}$
- 2)  $U_i = 27.41\text{ W/(m}^2\text{ K)}$  (riferita al diametro interno  $D_{ii}$  della tubazione)
- 3)  $L = 38.1\text{ m}$