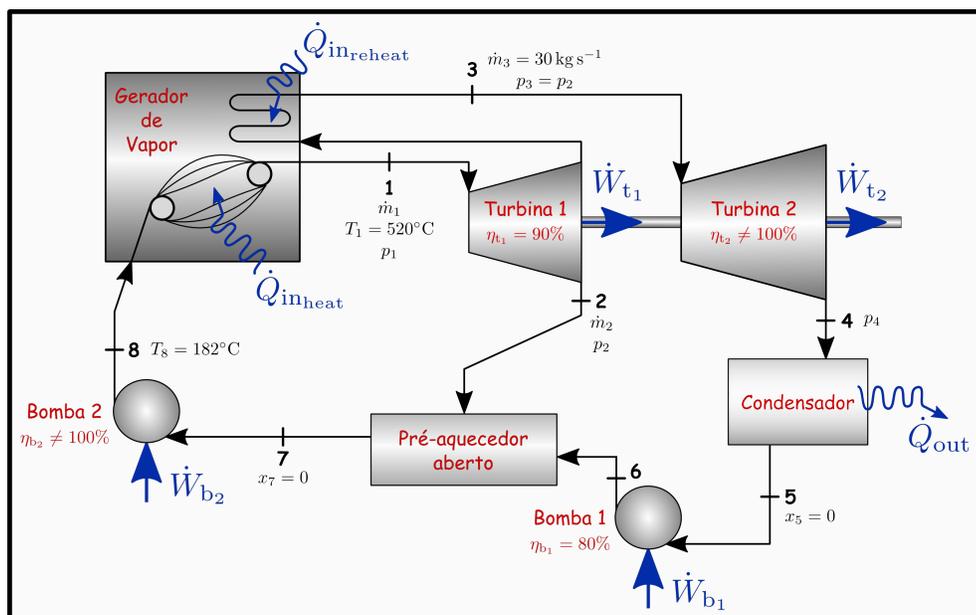




A duração total para a resolução e submissão digital do problema é de 1h30min. A resolução de todas as alíneas do problema deve ser efectuada em folhas brancas e a qualidade (definição) da respectiva cópia digital tem de garantir a sua legibilidade. Identifique todas as folhas de resolução com o seu nome e número de aluno. É recomendável que reserve 10 min da duração total para a digitalização e submissão da sua resolução. Note que no fim da duração total a submissão da resolução é impossível. Certifique-se que resolve o seu enunciado do problema (veja caixa abaixo).

Versão B – Enunciado

A figura apresenta um ciclo de Rankine regenerativo com reaquecimento a operar em regime estacionário. Água é o fluido de trabalho do ciclo em consideração. Um caudal \dot{m}_1 de vapor a 520°C (T_1) e à pressão p_1 é admitido no primeiro grupo de andares da turbina (Turbina 1) expandindo irreversivelmente até à pressão p_2 . No fim do primeiro grupo de andares da turbina é extraído um caudal \dot{m}_2 de fluido de trabalho o qual é dirigido para um pré-aquecedor aberto enquanto que o caudal remanescente, igual a 30 kg s^{-1} (\dot{m}_3), é reaquecido a pressão constante no gerador de vapor e conduzido ao grupo de andares de baixa pressão da turbina (Turbina 2) onde sofre expansão irreversível até à pressão p_4 . Após condensado até à saturação, o fluido de trabalho abandona o condensador sendo bombeado irreversivelmente até à pressão do pré-aquecedor de água. No pré-aquecedor de água, o fluxo de vapor proveniente do primeiro grupo de andares da turbina mistura-se em contacto directo com o fluxo de líquido subarrefecido proveniente da bomba localizada após o condensador, originando um fluxo de líquido saturado que é bombeado irreversivelmente e, posteriormente, admitido à temperatura de 182°C (T_8) no gerador de vapor. Considere a Turbina 1 a operar com uma eficiência isentrópica de 90% (η_{t_1}) e a Bomba 1 (ver figura) com uma eficiência isentrópica igual a 80% (η_{b_1}). Despreze perdas de calor nas turbinas e bombas e perdas de calor e pressão nas tubagens. Considere internamente reversíveis os processos que ocorrem em permutadores de calor. **Recorra à interpolação linear na ausência do valor pretendido nas tabelas de vapor.** Utilize duas casas decimais para os resultados (intermédios e final) de todos os cálculos.



- (a) (4 v.) Identifique num diagrama $T - s$ todos os estados que compõem o ciclo em consideração incluindo os estados resultantes de expansões/compressões isentrópicas. Considere que: (1) o estado resultante de uma expansão isentrópica no primeiro grupo de andares da turbina se localiza na região de vapor sobreaquecido; e (2) o estado resultante da expansão irreversível no segundo grupo de andares da turbina se localiza na região bifásica líquido-vapor. Utilize a numeração da figura para identificar todo os estados termodinâmicos no diagrama.
- (b) (3 v.) Determine o calor específico fornecido à água no gerador de vapor entre os Estados 8 e 1, $\dot{Q}_{\text{in,heat}}/\dot{m}_1$, sabendo que apenas para vaporizar a água neste processo desde o estado de líquido saturado ao estado de vapor saturado é consumido um calor específico igual a $1317,1 \text{ kJ kg}^{-1}$. (Se não determinou considere $\dot{Q}_{\text{in,heat}}/\dot{m}_1 = 2648,36 \text{ kJ kg}^{-1}$ para as alíneas seguintes.)
- (c) (3 v.) Determine o trabalho específico realizado pelo primeiro grupo de andares da turbina (Turbina 1), \dot{W}_{t_1}/\dot{m}_1 , tendo em conta que à entrada deste grupo de andares a pressão é igual a $10,0 \text{ MPa}$ (p_1) e que o trabalho específico consumido pela Bomba 2 (\dot{W}_{b_2}/\dot{m}_1) é igual a $13,93 \text{ kJ kg}^{-1}$. (Se não determinou considere $p_7 = 1,0 \text{ MPa}$ e $\dot{W}_{t_1}/\dot{m}_1 = 550,74 \text{ kJ kg}^{-1}$ para as alíneas seguintes. Considere ainda $p_1 = 10,0 \text{ MPa}$ para as alíneas seguintes.)
- (d) (3 v.) Determine a temperatura do fluido de trabalho à entrada do segundo grupo de andares da turbina (Estado 3) tendo em conta que na secção de reaquecimento é fornecido $11686,2 \text{ kW}$ ($\dot{Q}_{\text{in,reheat}}$) à água. (Se não determinou considere $T_3 = 400^\circ\text{C}$ para as restantes alíneas. Considere ainda o valor referido de $\dot{Q}_{\text{in,reheat}}$ para as restantes alíneas.)
- (e) (3 v.) Se a expansão no segundo grupo de andares da turbina (Turbina 2) se verificasse de forma isentrópica para a pressão de operação do condensador, p_4 , a taxa de transferência de calor do fluido de trabalho no condensador seria igual a $65219,03 \text{ kW}$ ($\dot{Q}_{\text{out}_{4s}}$). Qual dos seguintes valores para p_4 é compatível com este valor de $\dot{Q}_{\text{out}_{4s}}$: $0,04$, $0,06$ ou $0,10 \text{ bar}$? Justifique.
- (f) (4 v.) Determine a taxa de transferência de calor do fluido de trabalho no condensador, \dot{Q}_{out} , sabendo que o condensador opera à temperatura de $45,81^\circ\text{C}$ e que o ciclo apresenta um rendimento térmico (η_{ciclo}) igual a $0,40$.

Fim

Tenha em atenção as seguintes instruções para a submissão da sua resolução:

- deve colocar todas as folhas digitalizadas num ficheiro PDF único;
- as páginas do ficheiro a submeter devem estar ordenadas de acordo com a sequência de resolução e devidamente identificadas (nome e número de aluno); e
- o título do ficheiro a submeter tem de corresponder ao seu número de aluno – se o seu número de aluno for 99999 (ist199999) deverá intitular o ficheiro correspondente à sua resolução como 99999.pdf.