

Escola Politécnica da
Universidade de São Paulo



Termodinâmica

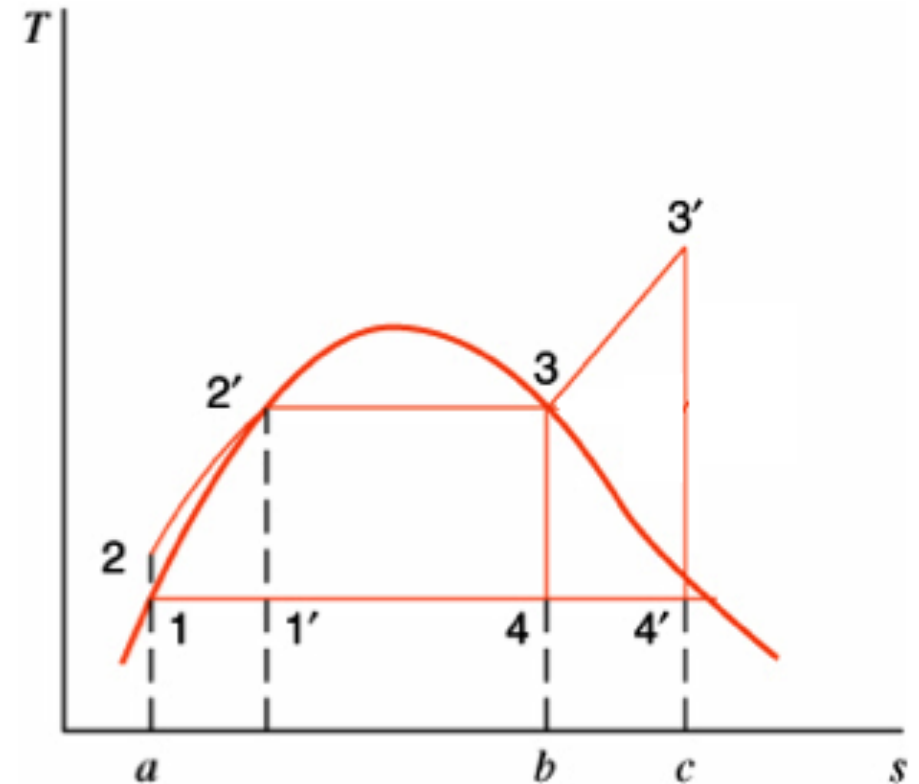
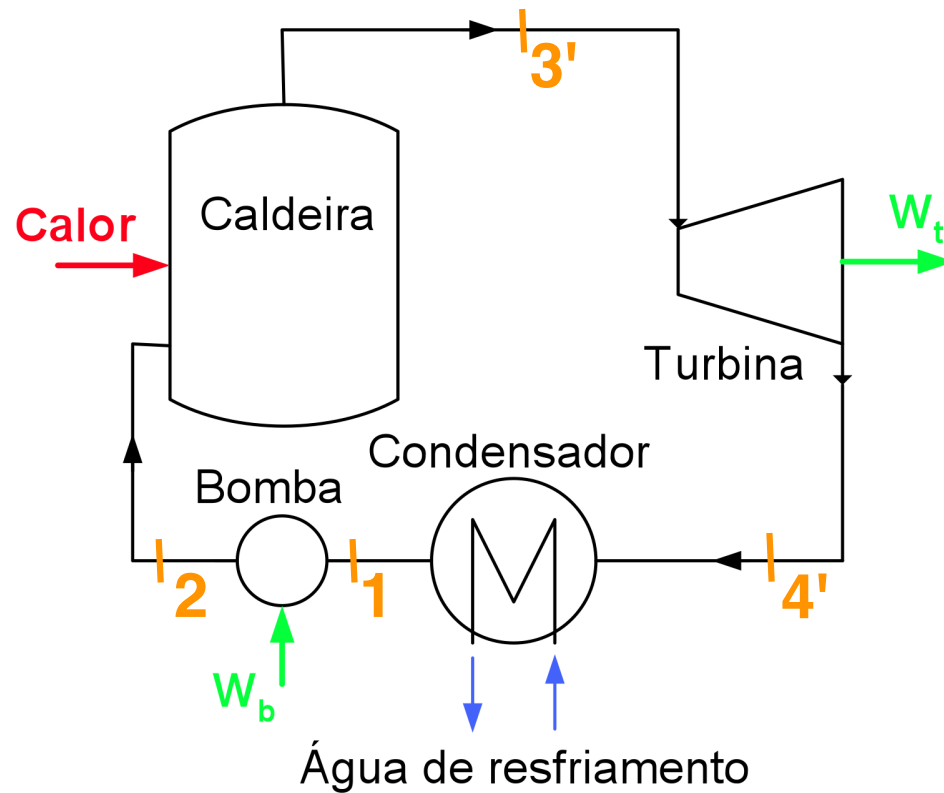
Resumo - Ciclo Rankine

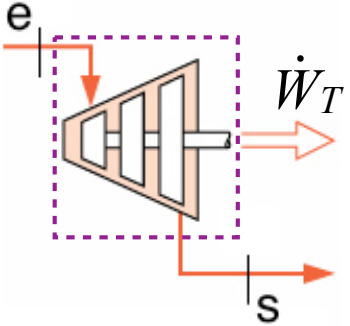
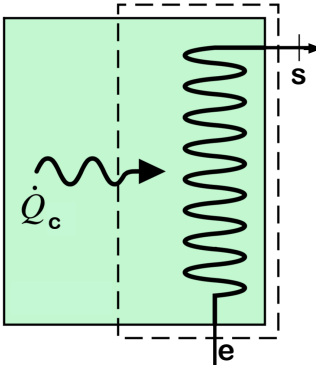
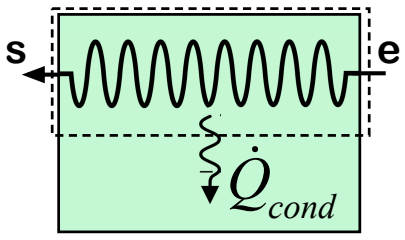
$$\cancel{\frac{dm_{vc}}{dt}} = \cancel{\sum_e \dot{m}_e} - \cancel{\sum_s \dot{m}_s} \quad \Rightarrow \dot{m} = \dot{m}_e = \dot{m}_s$$

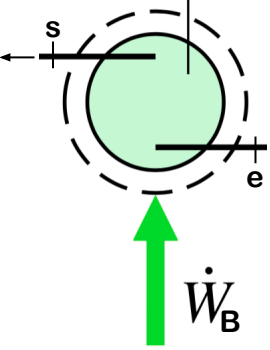
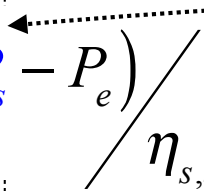
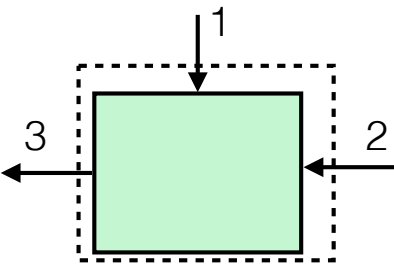
$$\cancel{\frac{dE_{vc}}{dt}} = \cancel{\sum_e \dot{m}_e} \left(h_e + \cancel{\frac{V_e^2}{2}} + \cancel{gz_e} \right) - \cancel{\sum_s \dot{m}_s} \left(h_s + \cancel{\frac{V_s^2}{2}} + \cancel{gz_s} \right) + \dot{Q}_{vc} - \dot{W}_{vc}$$
$$-\dot{W}_{vc} = \dot{m}(h_s - h_e) \quad \dot{Q}_{vc} = \dot{m}(h_s - h_e)$$

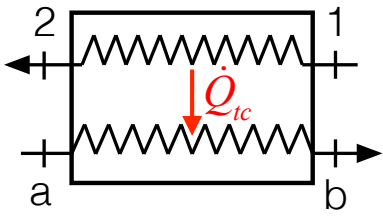
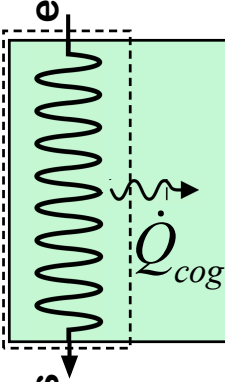
$$\cancel{\frac{dS_{vc}}{dt}} = \cancel{\sum \left(\frac{\dot{Q}_{vc}}{T} \right)} + \cancel{\sum \dot{m}_e s_e} - \cancel{\sum \dot{m}_s s_s} + \cancel{\dot{S}_{ger}} \quad \Rightarrow s_s = s_e$$

$$\eta_{s,tur} = \frac{\dot{W}_{real}}{\dot{W}_{ideal}} = \frac{\dot{m}(h_e - h_s)}{\dot{m}(h_e - h_{ss})} \quad \eta_{s,bomba} = \frac{\dot{W}_{ideal}}{\dot{W}_{real}} = \frac{\dot{m}(h_e - h_{ss})}{\dot{m}(h_e - h_s)}$$



Equipamento	Propriedade constante	1ª Lei	2ª Lei	Outras informações
<u>Turbina</u> 	$S_{ss} = S_e$	^{3º} $\dot{W}_T = \dot{m}(h_e - h_s)$	$S_{ss} = S_e$ ^{2º} $\eta_{s,tur} = \frac{h_e - h_s}{h_e - h_{ss}}$	$P_e > P_s$ saída: ^{1º} $(P_s \text{ e } S_{ss})$ <u>mistura</u> ou vapor superaquecido
<u>Caldeira</u> 	P	^{2º} $\dot{Q}_c = \dot{m}(h_s - h_e)$	^{1º} —————	saída: $(P_s \text{ e } T_s)$ vapor saturado ou superaquecido
<u>Condensador</u> 	P	^{2º} $\dot{Q}_{cond} = \dot{m}(h_e - h_s)$	^{1º} —————	saída: $(P_s \text{ e } x_s = 0)$ líquido saturado

Equipamento	Propriedade constante	1ª Lei	2ª Lei	Outras informações
<u>Bomba</u> 	S *para $\eta_{s,b} < 1$, usar sua definição p/ calcular h_s	$\dot{W}_B = \dot{m} v_e \left(\overset{2^\circ}{P_s} - P_e \right) / \eta_{s,b}$ $\dot{W}_B = \dot{m} \left(\overset{3^\circ}{h_s} - h_e \right)$		$P_s > P_e$ ^{1º} saída: $(\overset{2^\circ}{P_s} \text{ e } s_{ss})$ líquido comprimido
<u>Válvula</u> 	h	$\overset{1^\circ}{h_s} = h_e$		$P_s < P_e$ h_e
<u>Aquecedor de mistura</u> 	P $P_1 = P_2 = P_3$	$\dot{m}_3 = \dot{m}_1 + \dot{m}_2$ ^{1º} $\dot{m}_3 \overset{2^\circ}{h_3} = \dot{m}_1 h_1 + \dot{m}_2 h_2$		$h_1, h_2,$ $\dot{m}_2 \text{ e } \dot{m}_3$

Equipamento	Propriedade constante	1ª Lei	2ª Lei	Outras informações
<u>Aquecedor de passagem</u> 	$P_2 = P_1$ $P_b = P_a$	$\dot{Q}_{tc} = \dot{m}_1 (h_1 - h_2)$ 1º $\dot{Q}_{tc} = \dot{m}_a (h_b - h_a)$ 2º		$h_1, h_2, h_b, \dot{m}_1$ $\dot{m}_a$
<u>Cogeração</u> 	P	$\dot{Q}_{cog} = \dot{m} (h_e - h_s)$ 1º		h_e, h_s