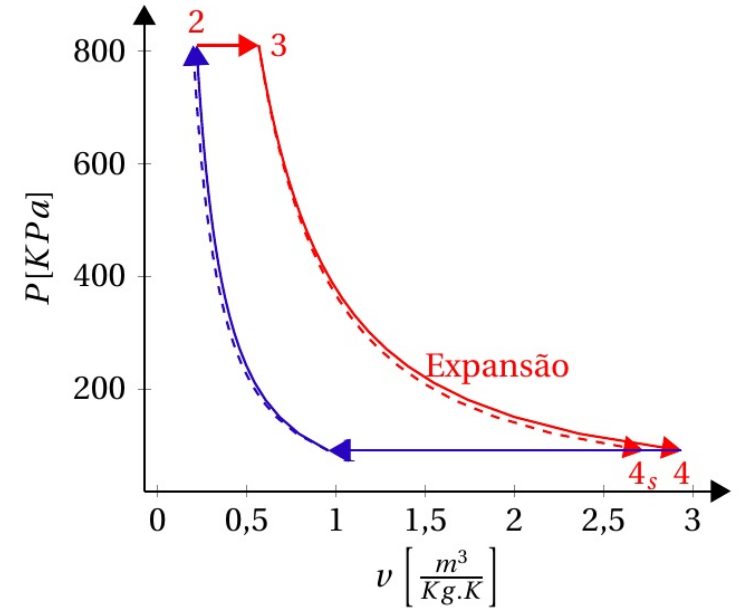
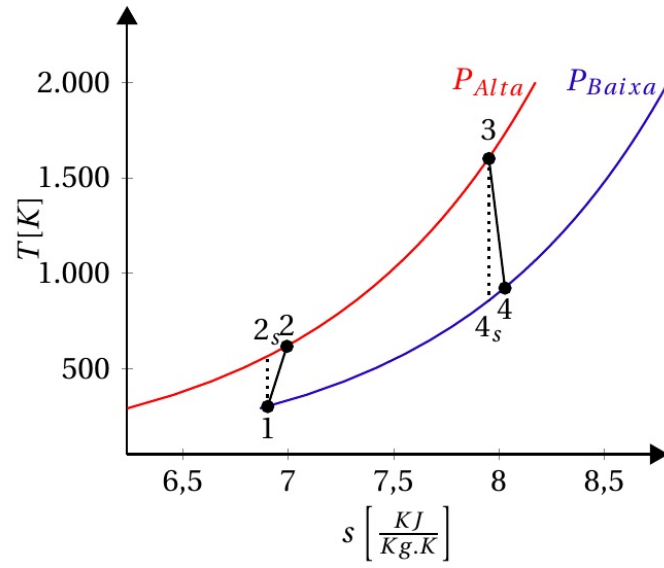
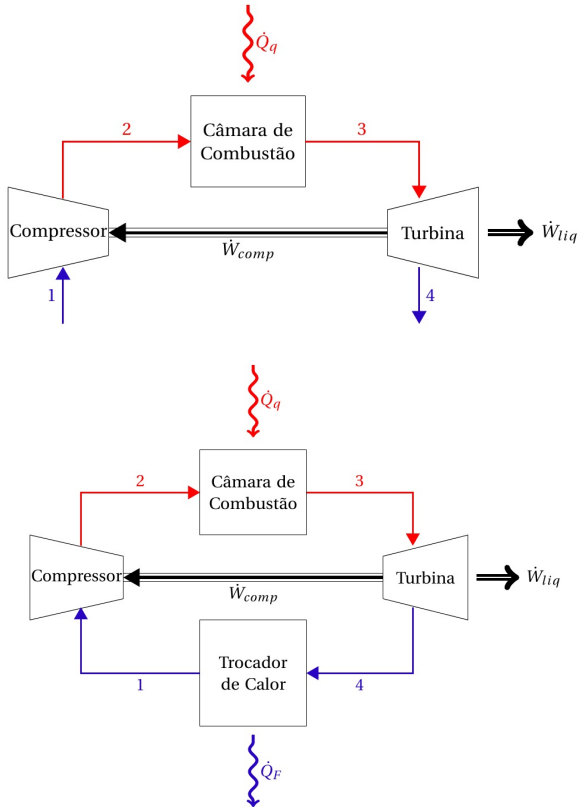


Ciclo de Potência a gás Brayton com Irreversibilidades

TEORIA E EXERCÍCIO



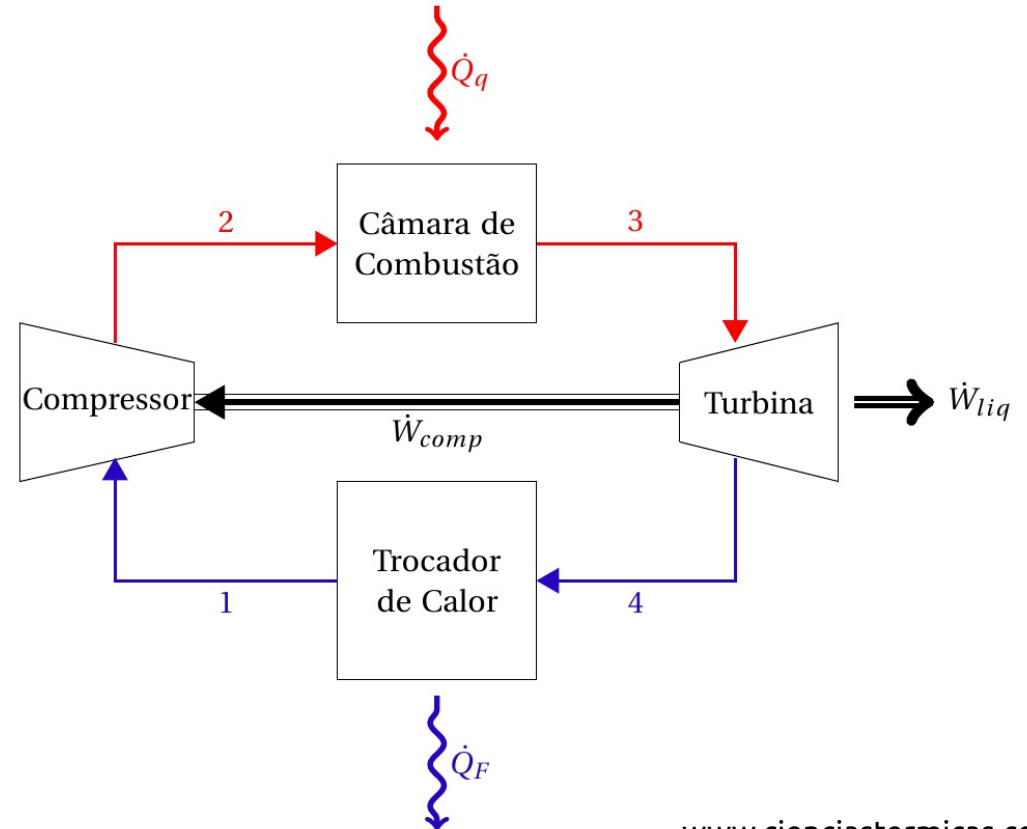
Sistemas de Potência a gás: ciclo Brayton com Irreversibilidades

Um ciclo padrão a ar Brayton opera a 90KPa, 300K na entrada do compressor, que possui razão de compressão de 9. A temperatura máxima é de 1600K. A eficiência isoentrópica da turbina é de 91% e do compressor é de 83%. Pela análise a ar frio, determine:

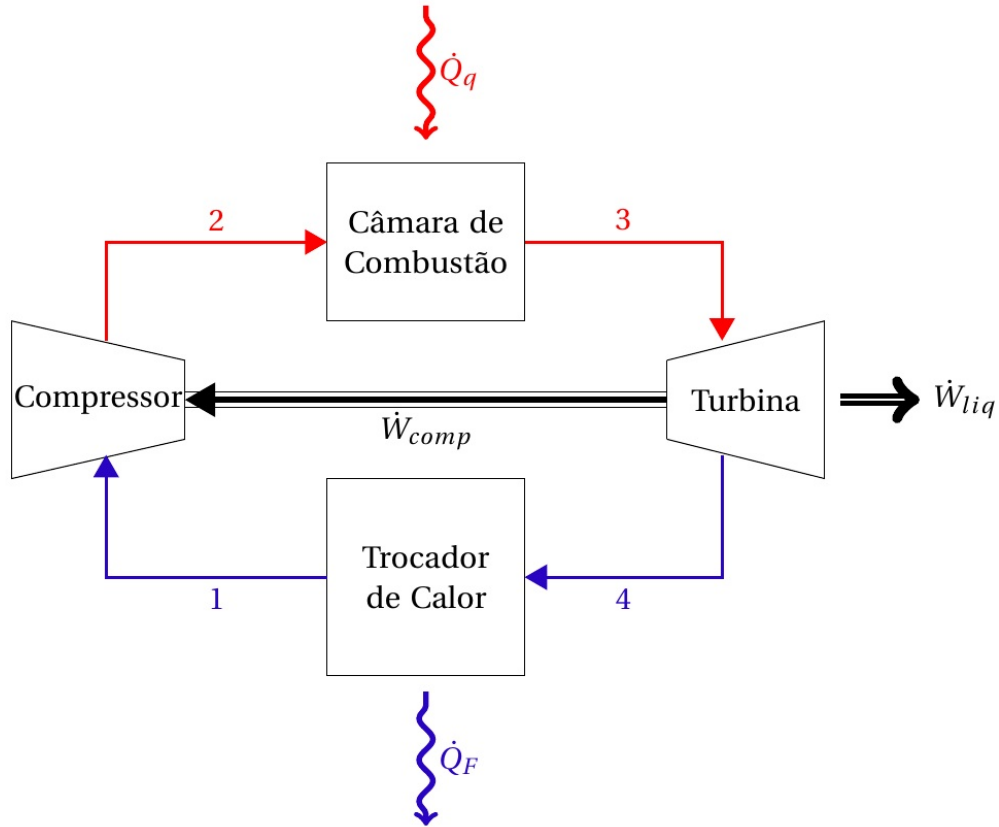
Sistemas de Potência a gás: ciclo Brayton

Um ciclo padrão a ar Brayton opera a 90kPa, 300K na entrada do compressor, que possui razão de compressão de 9. A temperatura máxima é de 1600K. A eficiência isoentrópica da turbina é de 91% e do compressor é de 83%. Pela análise a ar frio, determine:

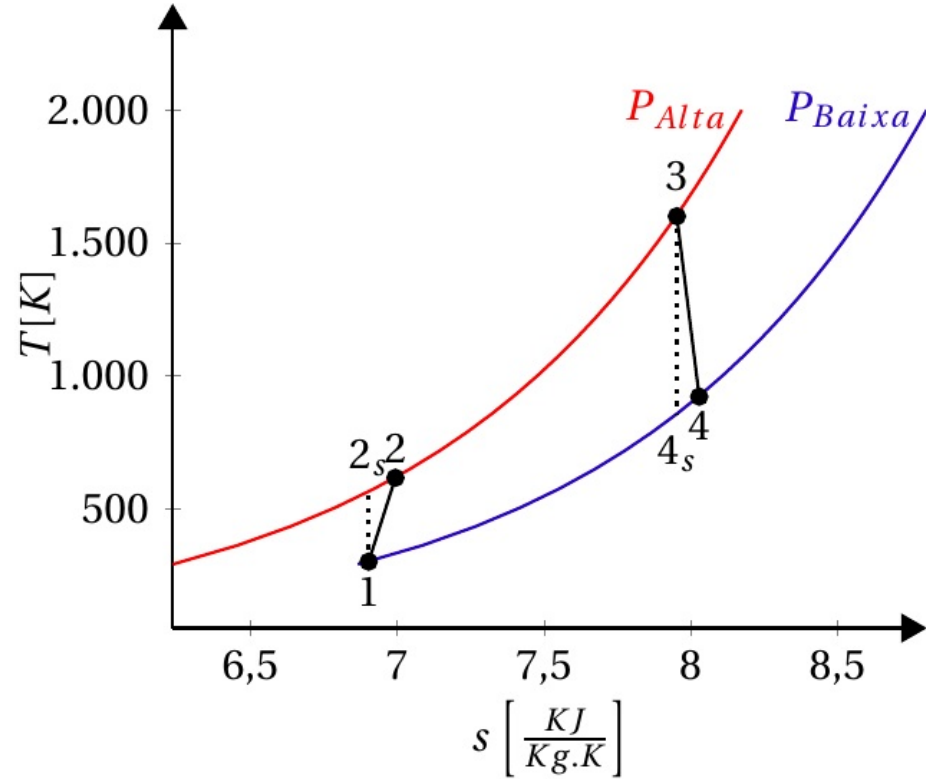
1. Desenhe os componentes do ciclo e identifique-os



1. Desenhe os componentes do ciclo e identifique-os

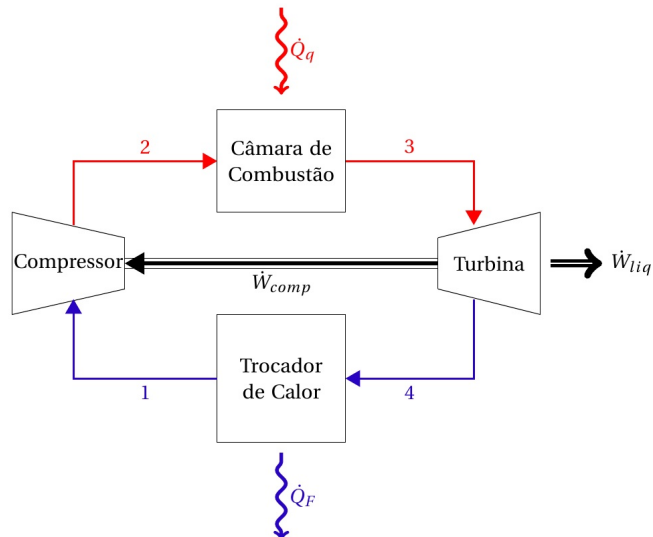


2. Faça o diagrama T-s

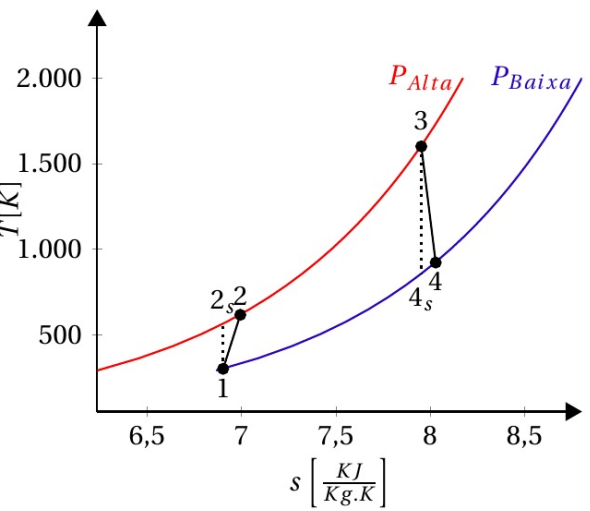


$$s_2 - s_1 = c_p \ln\left(\frac{T_2}{T_1}\right) - R \ln\left(\frac{P_2}{P_1}\right)$$

1. Desenhe os componentes do ciclo



2. Faça o diagrama T-s

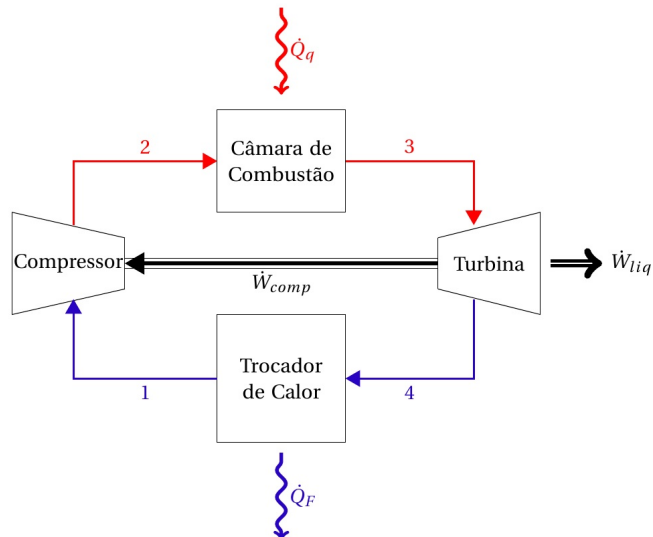


Procedimento de Solução:

Faça uma tabela dos estados e preencha os valores conhecidos

Estado	P[KPa]	T[K]
1	90	300
2s	$P_1 \times P_2$	
2	$P_2 = 125$	
3	P_2	1600
4s	P_1	
4	P_1	

1. Desenhe os componentes do ciclo



Procedimento de Solução:

Calcule as propriedades restantes

- Ponto 2s

Do enunciado: $r = \frac{P_2}{P_1} = 9$. Logo, $P_2 = P_{2s} = 810 [KPa]$. Para a temperatura, vamos utilizar as equações isoentrópicas:

$$\frac{T_{2s}}{T_1} = \left(\frac{P_2}{P_1}\right)^{\frac{k-1}{k}} \rightarrow \frac{T_{2s}}{300} = 9^{\frac{1,4-1}{1,4}} \rightarrow T_{2s} = 562,033 [K]$$

(15.16)

Atualizando a tabela dos estados:

Estado	P[KPa]	T[K]
1	90	300
2s	810	562,033
2		
3		1600
4s		
4		

$$h_{1s} - h_1$$

$$w_{cn} = \frac{w_{cs}}{\eta_c} = \frac{h_2 - h_1}{\eta_c}$$

- Ponto 2 $w_{cr} = \frac{w_{cs}}{\eta_c}$

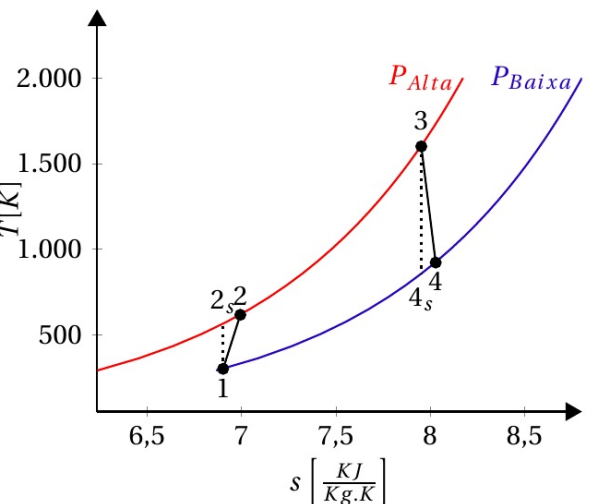
$$h_2 - h_1 = \frac{h_{2s} - h_1}{\eta_c} \rightarrow c_p(T_2 - T_1) = \frac{c_p(T_{2s} - T_1)}{\eta_c} \rightarrow T_2 = T_1 + \frac{T_{2s} - T_1}{\eta_c}$$

$$T_2 = 300 + \frac{562,033 - 300}{0,83} = 615,70 [K]$$

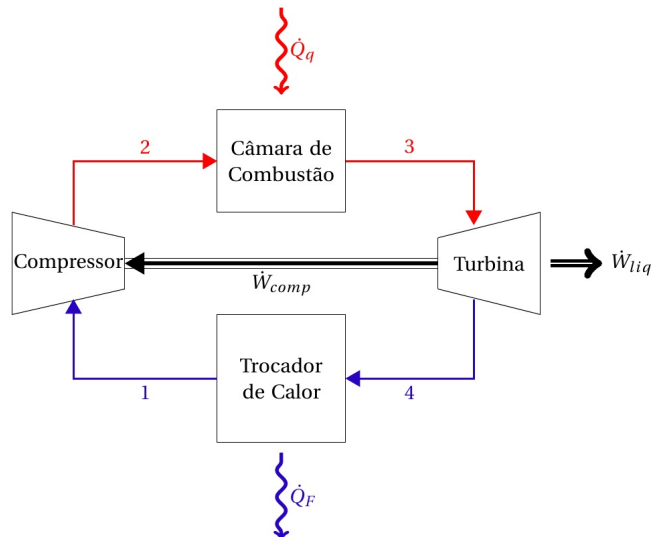
$$s_2 - s_{2s} = c_p \ln\left(\frac{T_2}{T_{2s}}\right) - R \ln\left(\frac{P_2}{P_{2s}}\right)$$

Estado	P[KPa]	T[K]
1	90	300
2s	810	562,033
2	810	615,70
3	810	1600
4s		
4		

2. Faça o diagrama T-s

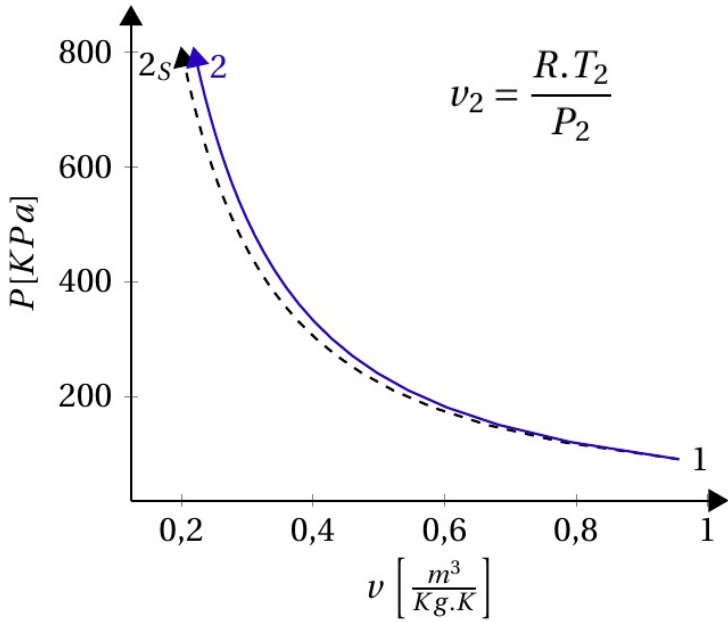


1. Desenhe os componentes do ciclo

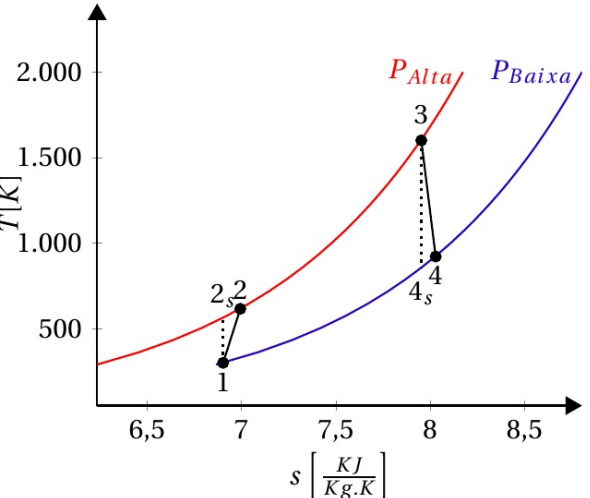


Procedimento de Solução:

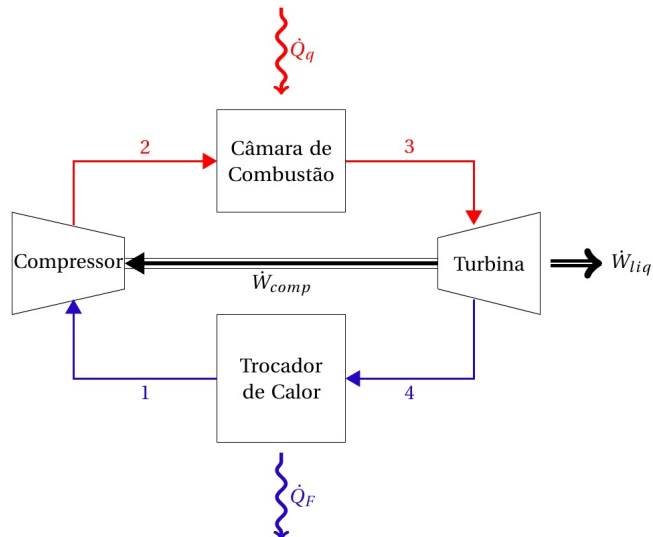
Estado	P[KPa]	T[K]
1	90	300
2s	810	562,033
2	810	615,70
3	810	1600
4s		
4		



2. Faça o diagrama T-s



1. Desenhe os componentes do ciclo



Procedimento de Solução:

- Ponto 3

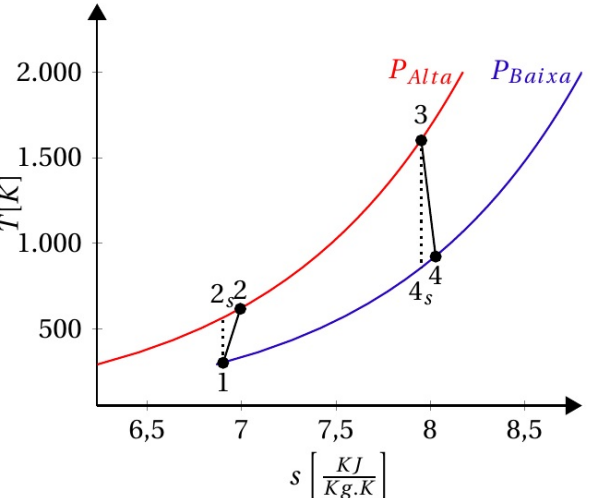
A pressão no ponto 3 é igual à pressão no ponto 2, $P_3 = 810[KPa]$.

$$Pv = RT$$

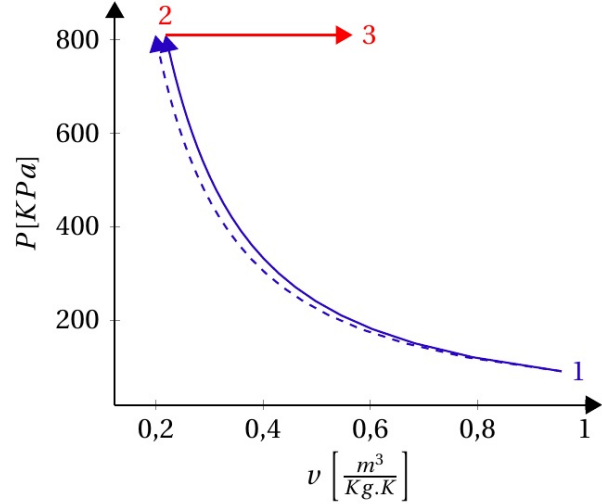
Atualizando a tabela dos estados:

Estado	P[KPa]	T[K]
1	90	300
2s	810	562,033
2	810	615,70
3	810	1600
4s		
4		

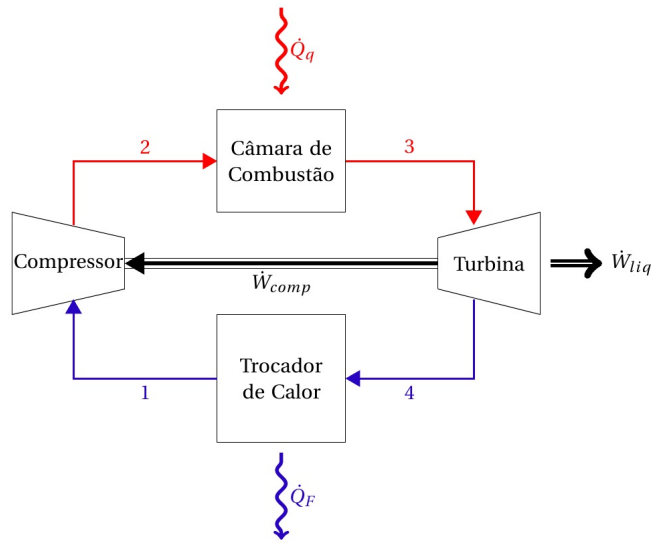
2. Faça o diagrama T-s



$$v_3 = \frac{R \cdot T_3}{P_3} = \frac{0,287[KJ/Kg.K] \cdot 1600[K]}{810[KPa]} = 0,5669[m^3/Kg]$$



1. Desenhe os componentes do ciclo



Procedimento de Solução:

- Ponto 4s

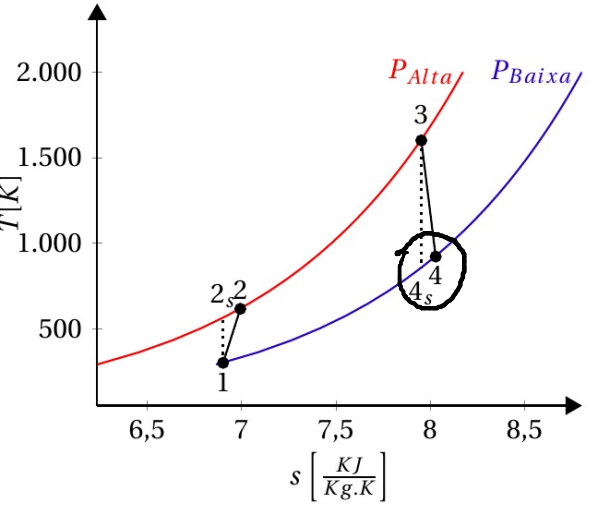
O ponto 4s está na linha de pressão de baixa, logo $P_4 = P_{4s} = P_3 = 90[KPa]$. Para a temperatura, novamente utilizamos as equações isoentrópicas:

$$\frac{T_{4s}}{T_3} = \left(\frac{P_4}{P_3}\right)^{\frac{k-1}{k}} \rightarrow \frac{T_{4s}}{1600} = \left(\frac{90}{810}\right)^{\frac{1,4-1}{1,4}} \rightarrow T_{4s} = 854,04[K]$$

Atualizando a tabela dos estados:

Estado	P[KPa]	T[K]
1	90	300
2s	810	562,033
2	810	615,70
3	810	1600
4s	810	854,04
4	90	

2. Faça o diagrama T-s



- Ponto 4

$$w_{Tr} = \eta_T \cdot w_{Ts}$$

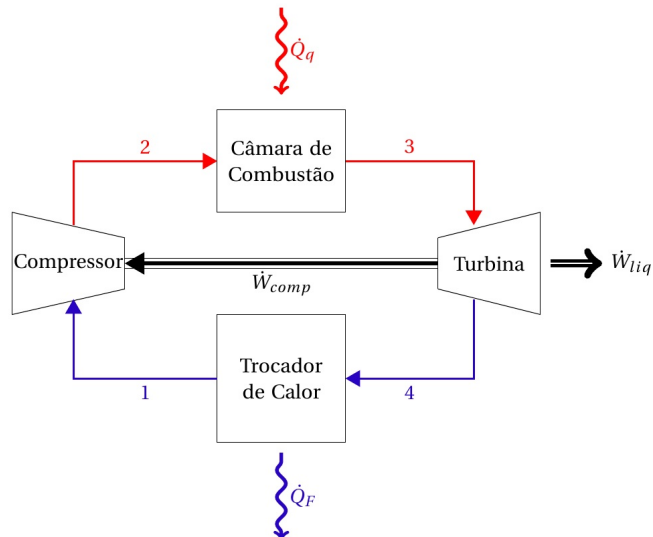
$$h_4 - h_3 = (h_{4s} - h_1)0,91 \rightarrow T_4 = T_3 + (T_{4s} - T_3)0,91 \rightarrow T_4 = 921,1764[K]$$

$$s_4 - s_{4s} = c_p \ln\left(\frac{T_4}{T_{4s}}\right) - R \ln\left(\frac{P_4}{P_{4s}}\right)$$

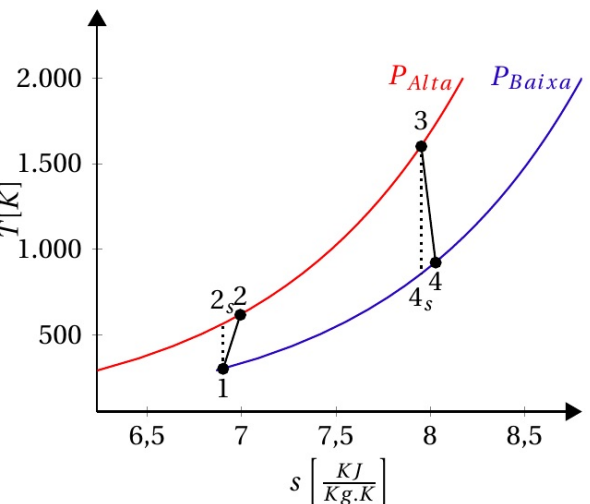
Atualizando a tabela dos estados:

Estado	P[KPa]	T[K]
1	90	300
2s	810	562,033
2	810	615,70
3	810	1600
4s	90	854,04
4	90	921,1764

1. Desenhe os componentes do ciclo



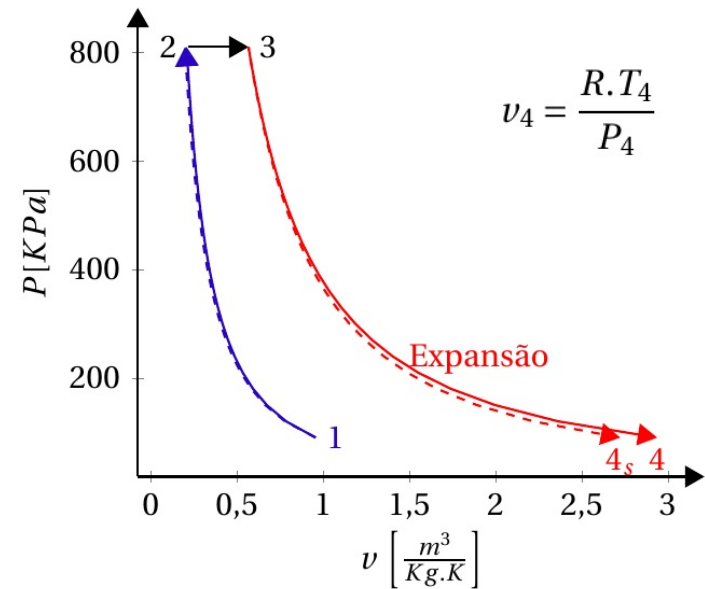
2. Faça o diagrama T-s



Procedimento de Solução:

Atualizando a tabela dos estados:

Estado	P[KPa]	T[K]
1	90	300
2s	810	562,033
2	810	615,70
3	810	1600
4s	90	854,04
4	90	921,1764

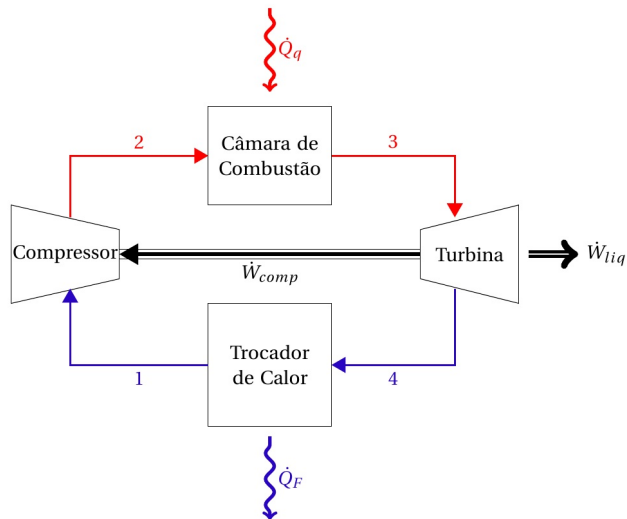


Estado	P[KPa]	T[K]
1	90	300
2s	810	562,033
2	810	615,70
3	810	1600
4s	90	854,04
4	90	921,1764

Procedimento de Solução:

Faça a tabela de calores e trabalhos dos componentes

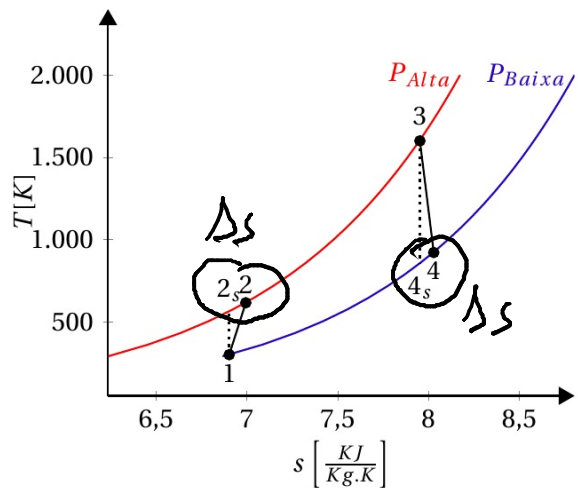
1. Desenhe os componentes do ciclo



Componente	$\dot{m} \cdot q$ [KJ/Kg]	$\dot{w} \cdot w$ [KJ/Kg]	isentrópico
Câmara de combustão	$c_p(T_3 - T_2) = 988,24$	0	1042,118868
Turbina	0	$c_p(T_4 - T_3) = -681,54$	-748,94384
Trocador de calor	$c_p(T_1 - T_4) = -623,66$	0	-556,25616
Compressor	0	$c_p(T_2 - T_1) = 316,96$	263,081132
Σ	$q_{liq} = 364,57$	$w_{liq} = -364,57$	485,86

η [%]	η_{iso} [%]	η_{carnot} [%]	bwr [%]	bwr_{iso} [%]
36,89	46,62	81,25	46,5	35,13

2. Faça o diagrama T-s



$$\eta = \frac{|w_{liq}|}{q_{cc}}$$

$$\frac{h_4}{h_3} \Rightarrow \dot{m} = \frac{h_3}{s} \Rightarrow \frac{h_3}{s} \frac{h_4}{h_3} = \frac{h_4}{s} = \dot{m} = \dot{w}$$