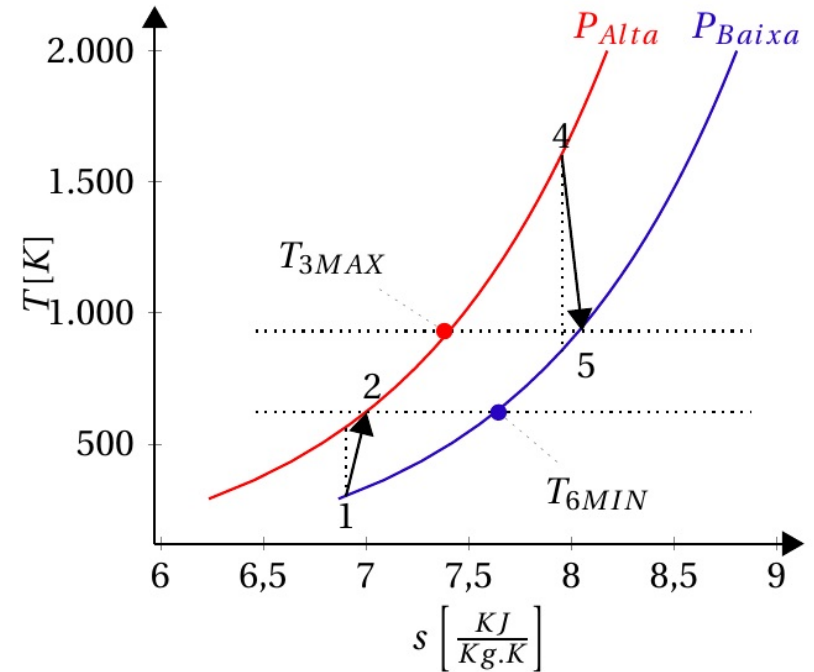
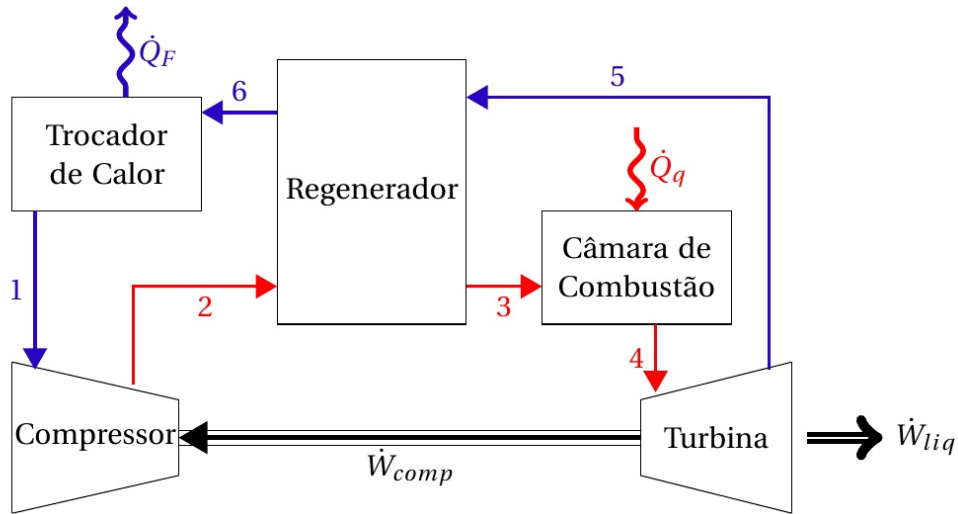


Ciclo de Potência a gás Brayton Regenerativo

EXERCÍCIO

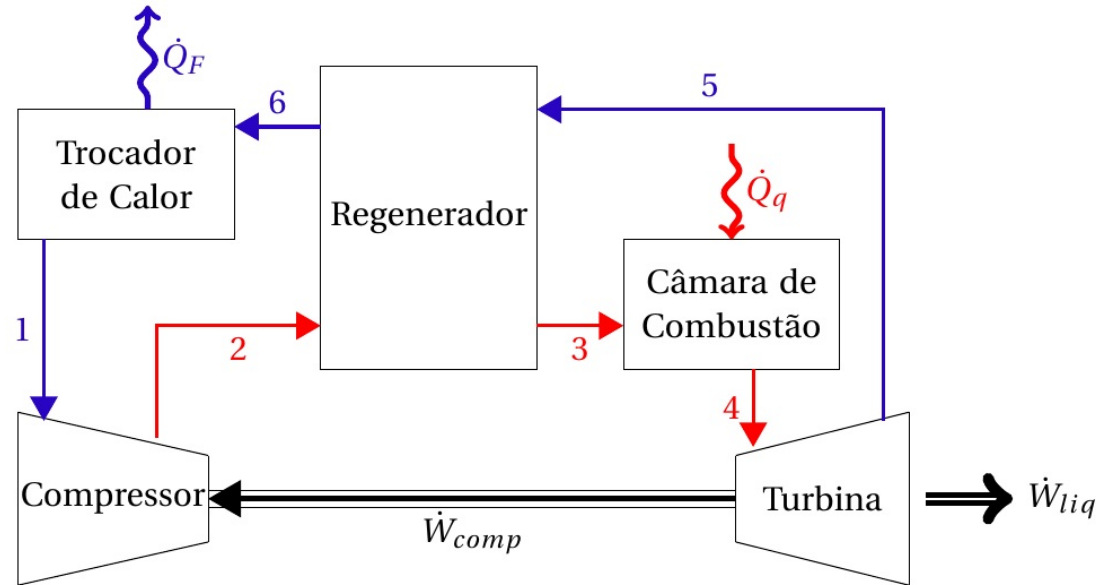


www.cienciastermicas.com

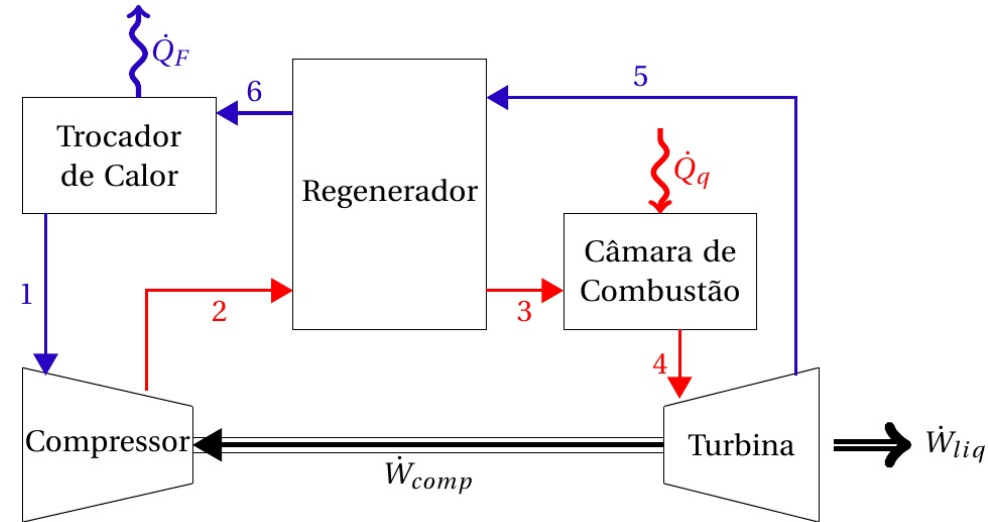
Sistemas de Potência a gás: ciclo Brayton Regenerativo. Exercício

Ar entra no compressor de um ciclo regenerativo a ar padrão Brayton com fluxo volumétrico de $75[m^3/s]$ a 1bar e 290K. A razão de compressão é 22 e a temperatura máxima no ciclo é 1900K. A eficiência isoentrópica do compressor é de 88% e da turbina é de 93%. A efetividade do regenerador é de 80%. Assumindo comportamento de gás ideal, determine:

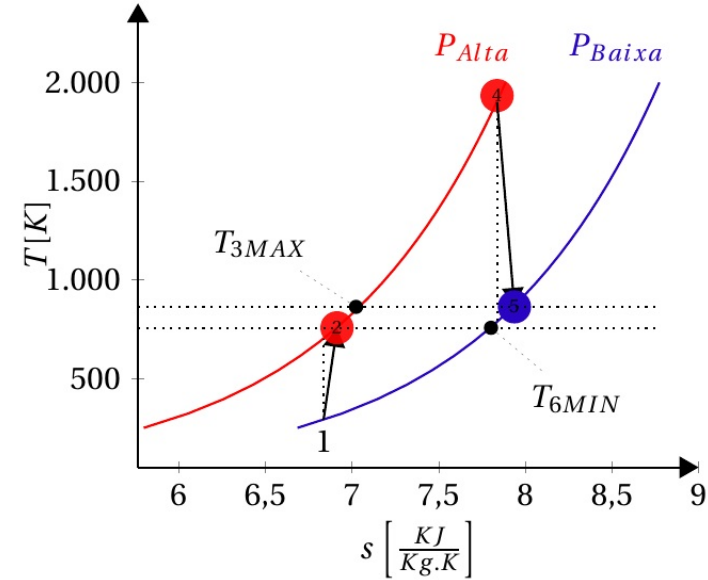
- Trabalho desenvolvido pela turbina e compressor
- Eficiência térmica
- bwr



1. Desenhe os componentes do ciclo



2. Faça o diagrama T-s



Faça uma tabela dos estados e preencha os valores conhecidos

Ar entra no compressor de um ciclo regenerativo a ar padrão Brayton com fluxo volumétrico de $75[m^3/s]$ a 1bar e 290K. A razão de compressão é 22 e a temperatura máxima no ciclo é 1900K. A eficiência isoentrópica do compressor é de 88% e da turbina é de 93%. A efetividade do regenerador é de 80%. Assumindo comportamento de gás ideal, determine:

- Trabalho desenvolvido pela turbina e compressor
- Eficiência térmica
- bwr

Estado	P[bar]	T[K]
1	1	290
2s	22	
2	22	
3	22	
4	22	1900
5s	1	
5	1	
6	1	

Atualizando a tabela dos estados:

Estado	P[bar]	T[K]
1	1	290
2s	22	701,37
2		
3		
4		1900
5s		
5		
6		

Calcule as propriedades restantes

- Ponto 2s

Do enunciado: $r = \frac{P_2}{P_1} = 22$. Logo, $P_2 = P_{2s} = 22[\text{bar}]$

$$\frac{T_{2s}}{T_1} = \left(\frac{P_2}{P_1}\right)^{\frac{k-1}{k}} \rightarrow \frac{T_{2s}}{290} = 22^{\frac{1,4-1}{1,4}} \rightarrow T_{2s} = 701,37[\text{K}]$$

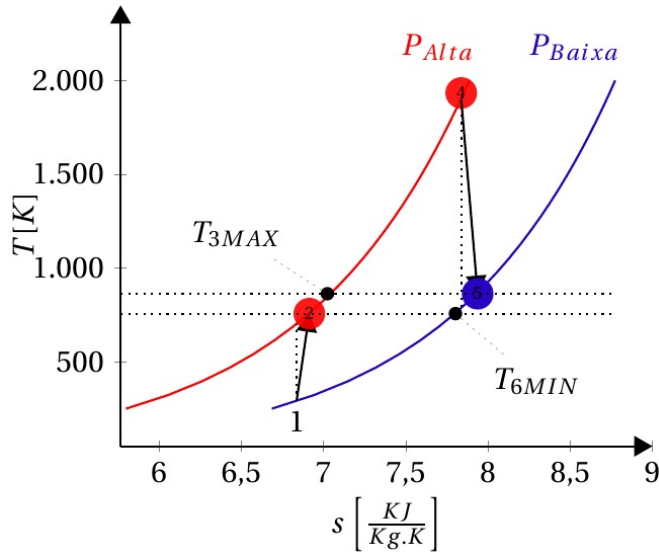
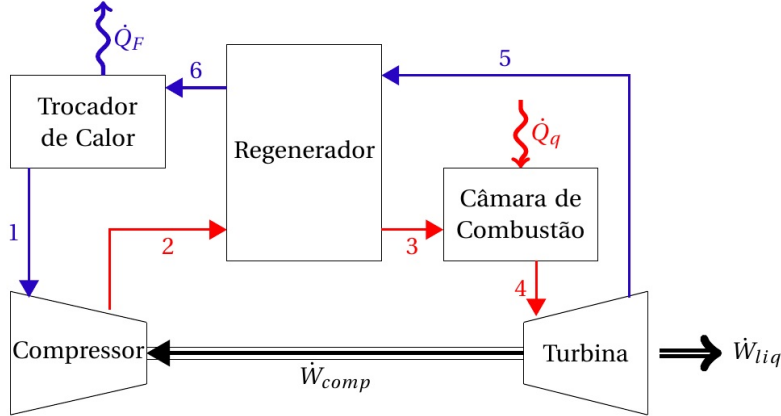
- Ponto 2

$$w_{cr} = \frac{w_{cs}}{\eta_c}$$

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

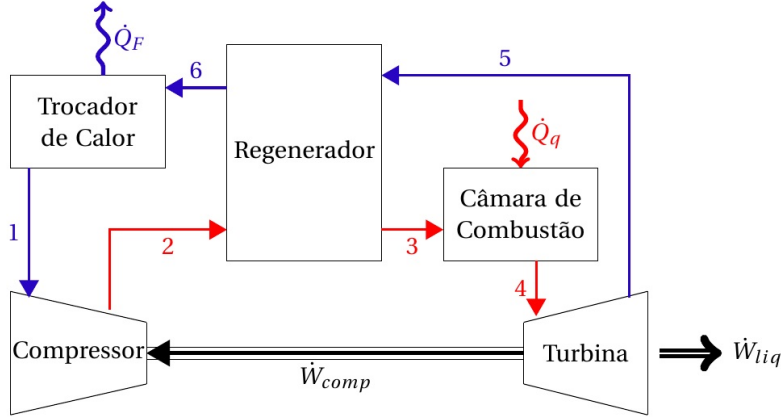
$$T_2 = 290 + \frac{701,37 - 290}{0,88} = 757,466[\text{K}]$$

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



Atualizando a tabela dos estados:

Estado	P[bar]	T[K]
1	1	290
2s	22	701,37
2	22	757,466
3		
4		1900
5s		
5		
6		



- Ponto 3

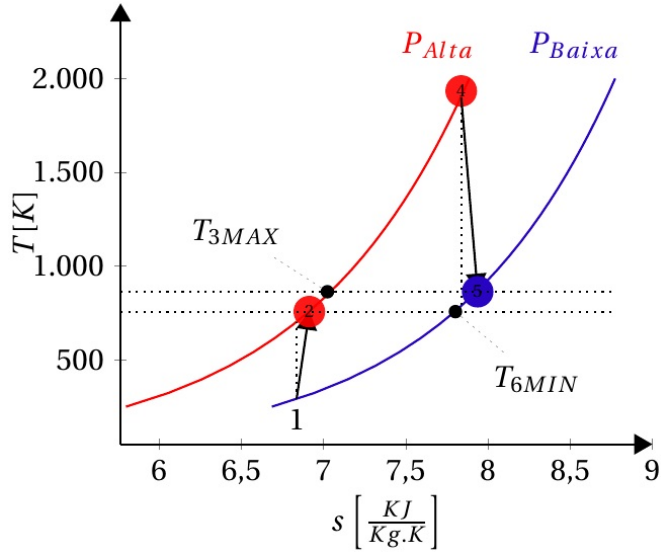
Para o cálculo do ponto 3 iremos precisar da temperatura no ponto 5. Portanto, vamos seguir com os próximos pontos.

- Ponto 4

A pressão no ponto 4 é igual à pressão no ponto 3, $P_4 = 22[bar]$. A temperatura também foi fornecida.

Atualizando a tabela dos estados:

Estado	P[bar]	T[K]
1	1	290
2s	22	701,37
2	22	757,466
3		
4	22	1900
5s		
5		
6		



- Ponto 5s

O ponto 5s está na linha de pressão de baixa, logo $P_5 = P_{5s} = P_1 = 1[\text{bar}]$. Para a temperatura, novamente utilizamos as equações isoentrópicas:

$$\frac{T_{5s}}{T_4} = \left(\frac{P_5}{P_4}\right)^{\frac{k-1}{k}} \rightarrow \frac{T_{5s}}{1900} = \left(\frac{1}{22}\right)^{\frac{1,4-1}{1,4}} \rightarrow T_{5s} = 785,60[\text{K}]$$

- Ponto 5

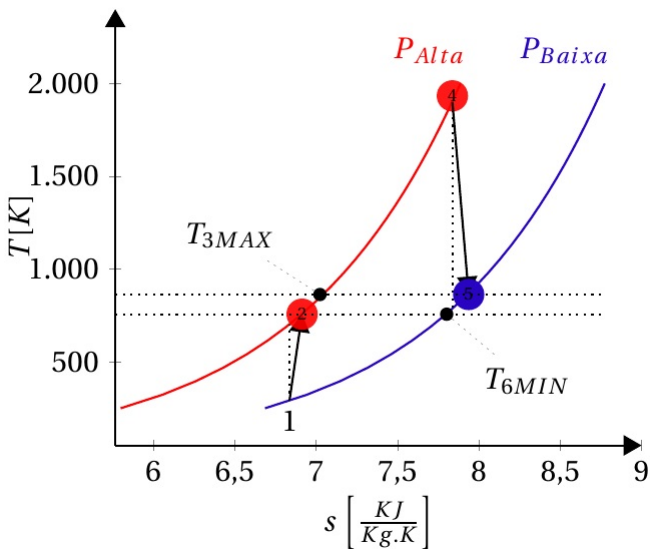
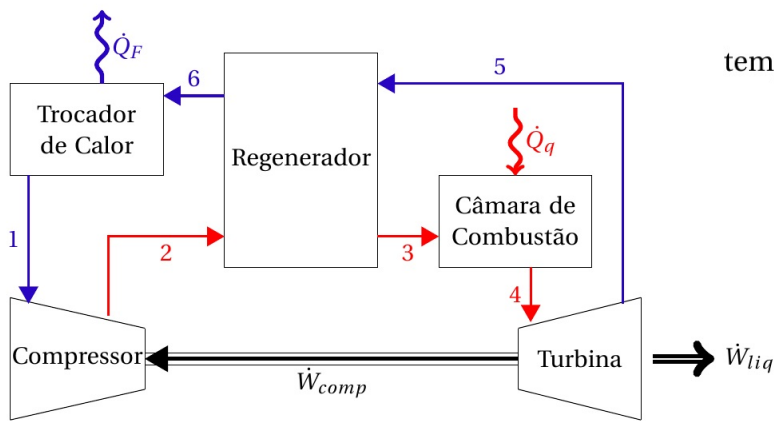
$$w_{Tr} = \eta_T \cdot w_{Ts}$$

$$h_5 - h_4 = (h_{5s} - h_4)0,93 \rightarrow T_5 = T_4 + (T_{5s} - T_4)0,93 \rightarrow T_5 = 863,61[\text{K}]$$

$$h_{5-5s} = c_p \ln\left(\frac{T_5}{T_{5s}}\right) - R \ln\left(\frac{P_5}{P_{5s}}\right)$$

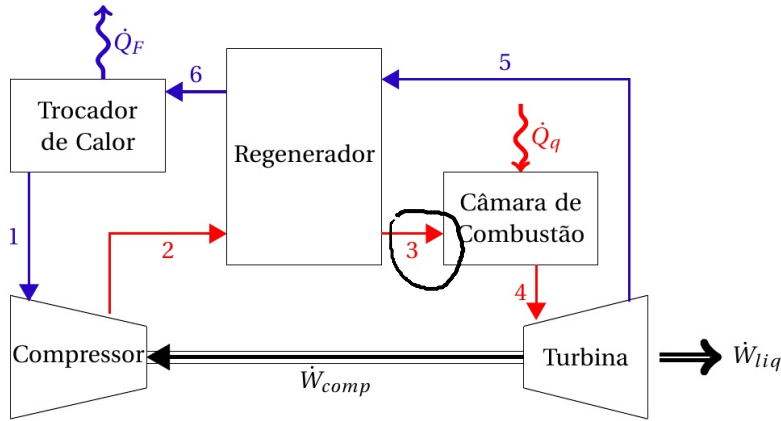
Estado	P[bar]	T[K]
1	1	290
2s	22	701,37
2	22	757,466
3		
4	22	1900
5s	1	785,60
5		
6		

Estado	P[bar]	T[K]
1	1	290
2s	22	701,37
2	22	757,466
3		
4	22	1900
5s	1	785,60
5	1	863,61
6		



Atualizando a tabela dos estados:

Estado	P[bar]	T[K]
1	1	290
2s	22	701,37
2	22	757,466
3	22	842,38
4	22	1900
5s	1	785,60
5	1	863,61
6		



• Ponto 3

$$\epsilon = \frac{h_3 - h_2}{h_5 - h_2} = \frac{-(h_6 - h_5)}{h_5 - h_2}$$

$$T_3 = \epsilon(T_5 - T_2) + T_2$$

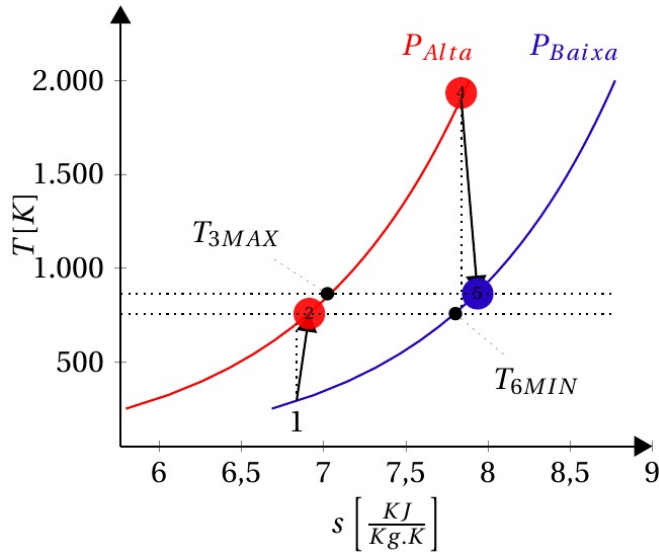
$$T_3 = 0,8(863,61 - 757,466) + 757,466 = 842,38$$

• Ponto 6

~~$$\dot{m}h_2 + \dot{m}h_5 = \dot{m}h_3 + \dot{m}h_6 \rightarrow h_6 - h_5 = h_2 - h_3$$~~

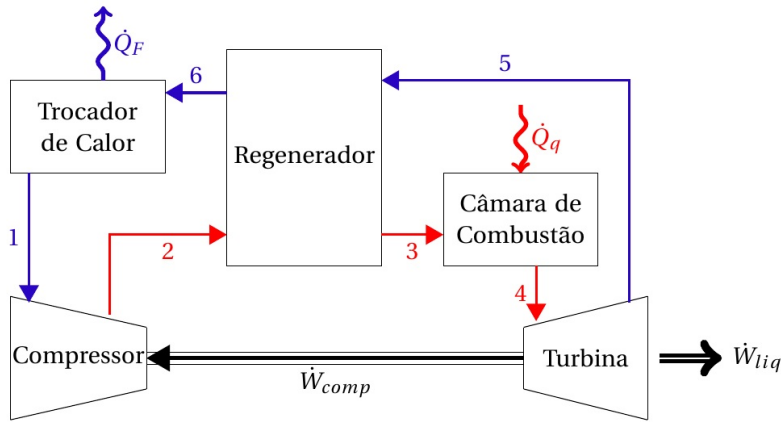
$$h_6 - h_5 = -(h_3 - h_2)$$

$$T_6 = T_2 + T_5 - T_3 \rightarrow T_6 = 757,466 + 863,61 - 842,38 = 778,696$$



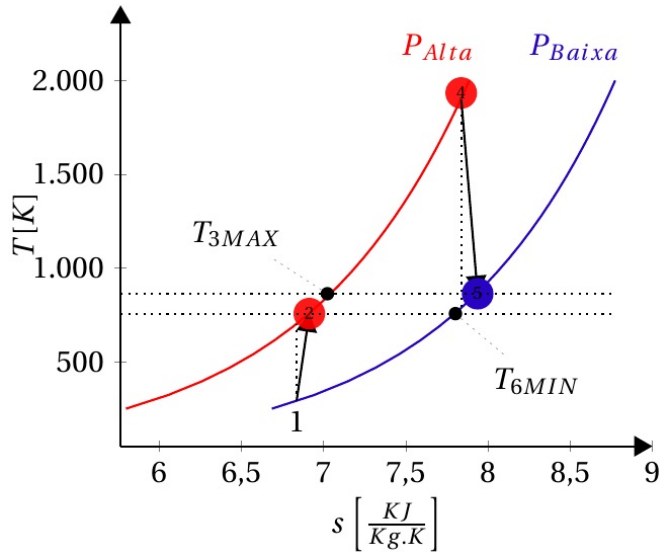
Atualizando a tabela dos estados:

Estado	P[bar]	T[K]
1	1	290
2s	22	701,37
2	22	757,466
3	22	842,38
4	22	1900
5s	1	785,60
5	1	863,61
6	1	778,696



Estado	P[bar]	T[K]
1	1	290
2s	22	701,37
2	22	757,466
3	22	842,38
4	22	1900
5s	1	785,60
5	1	863,61
6	1	778,696

$$de = \delta q + \delta w$$



Componente	q[KJ/Kg]	w[KJ/Kg]
Câmara de combustão	$c_p(T_4 - T_3) = 1061,85$	0
Turbina	0	$c_p(T_5 - T_4) = -1040,53$
Trocador de calor	$c_p(T_1 - T_6) = -490,647$	0
Compressor	0	$c_p(T_2 - T_1) = 469,33$
Σ	$q_{liq} = 571,2$	$w_{liq} = -571,2$

$$\eta = \frac{571,2}{1061,85} = 53,8\%$$

$$bwr = \frac{469,33}{1040,53} = 45\%$$