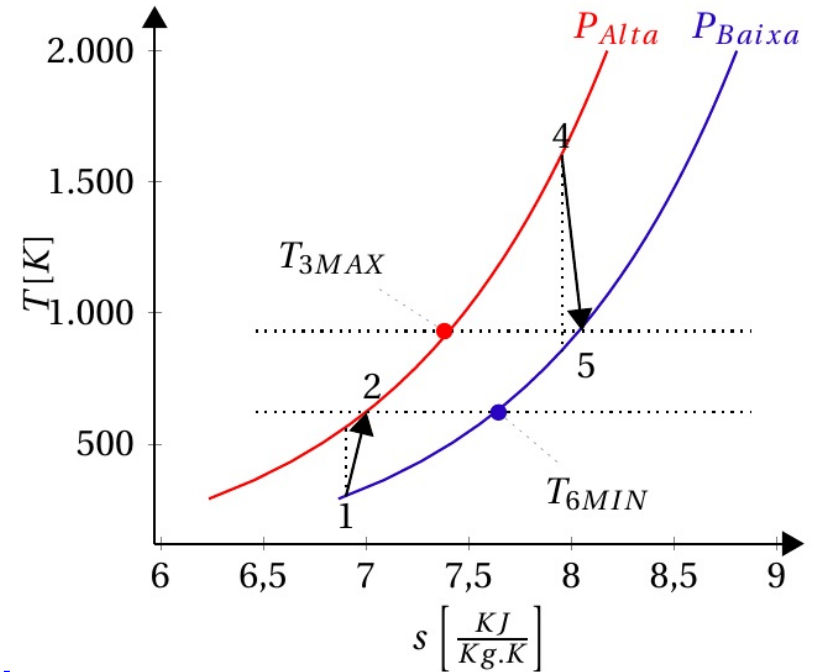
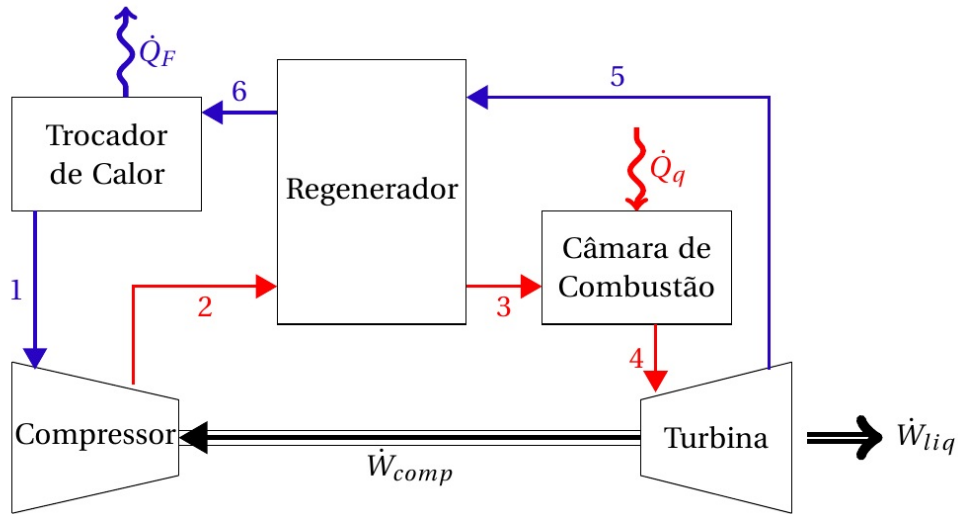


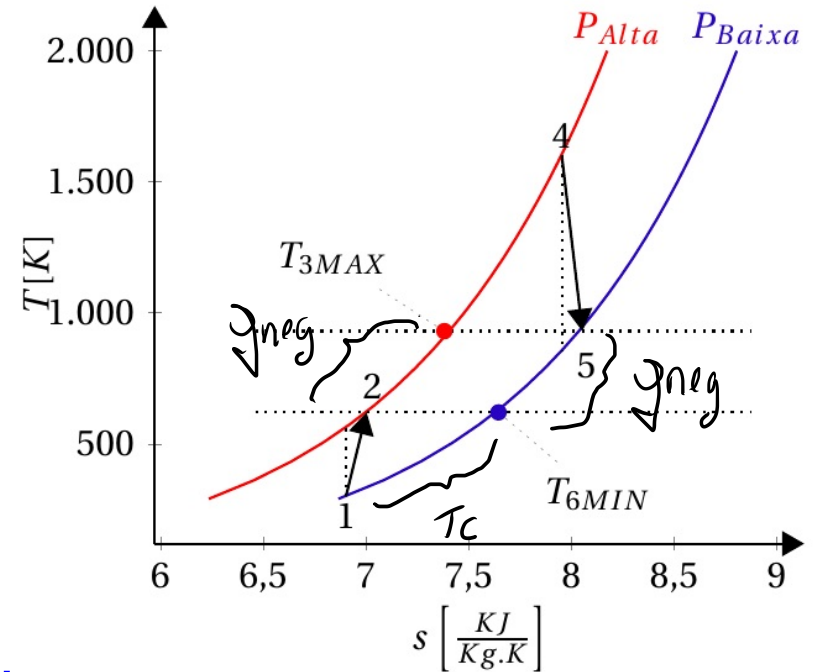
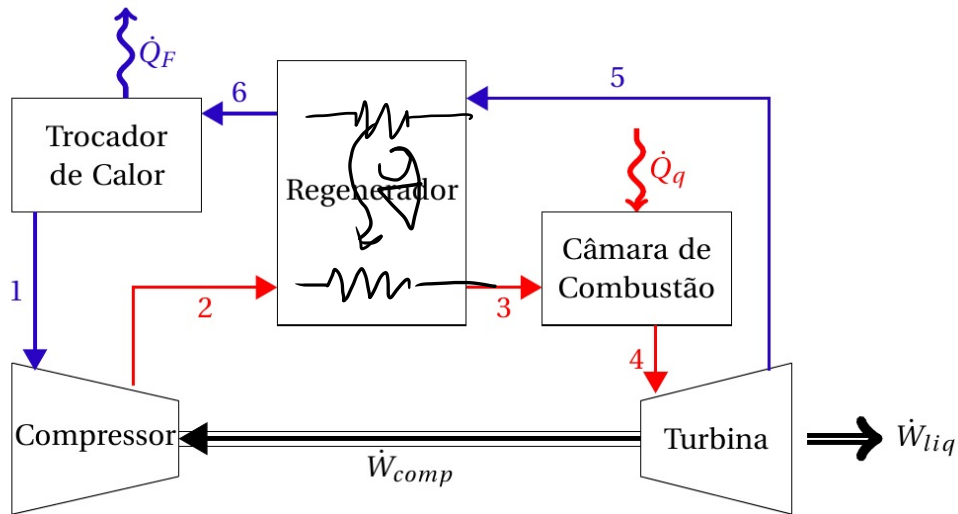
# Ciclo de Potência a gás Brayton Regenerativo

## TEORIA



# Ciclo de Potência a gás Brayton Regenerativo

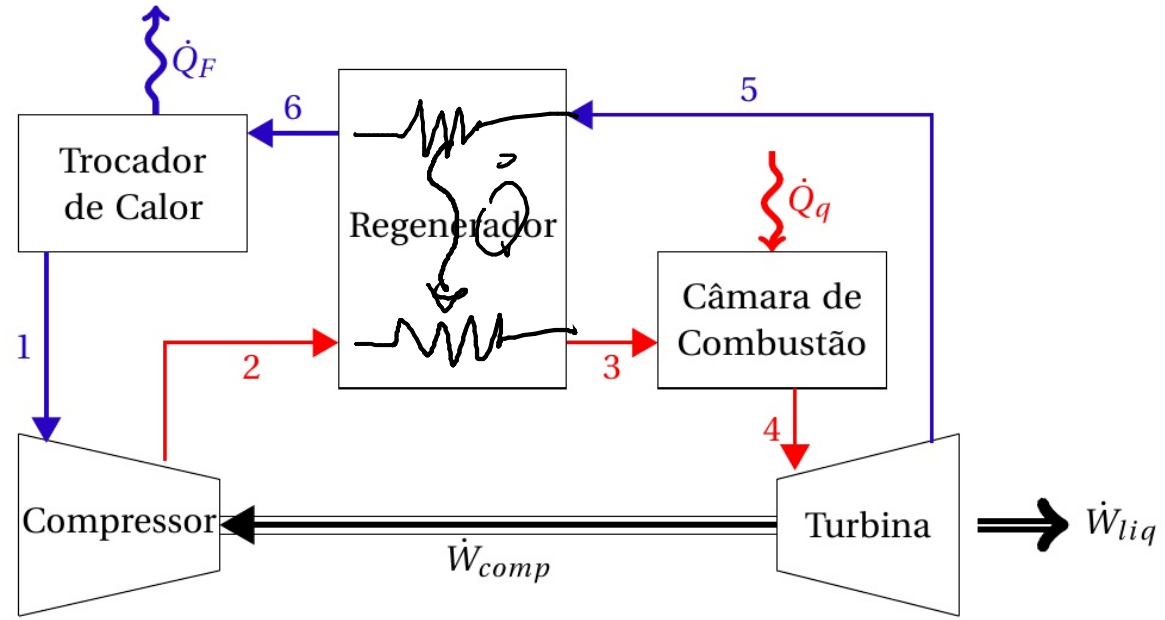
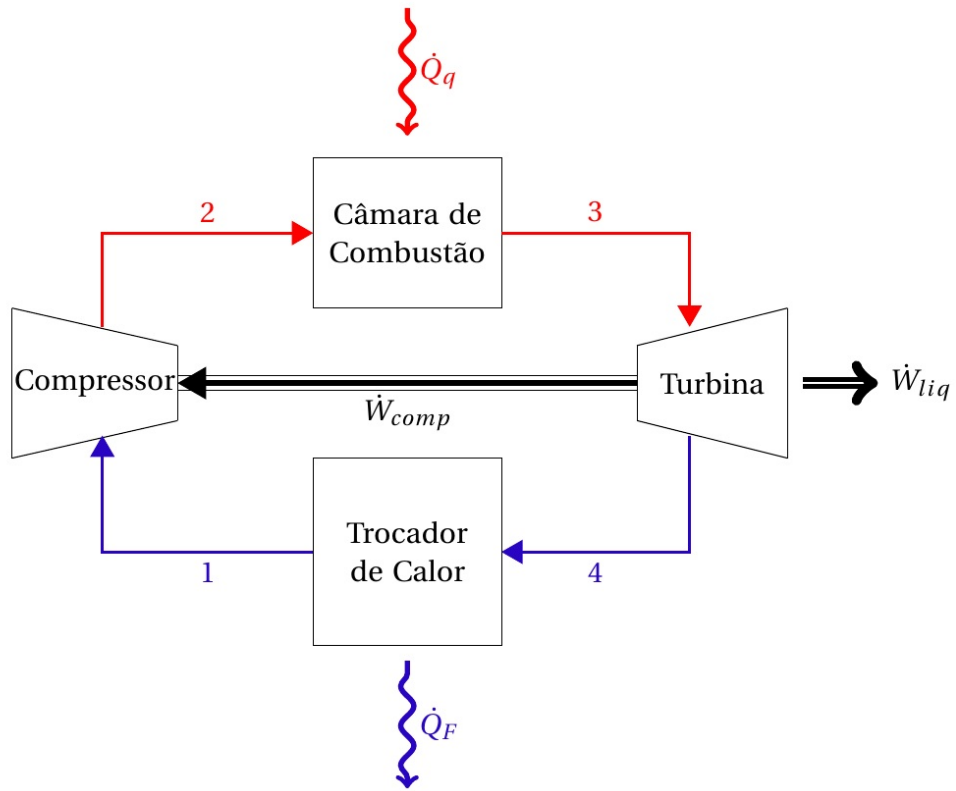
## TEORIA



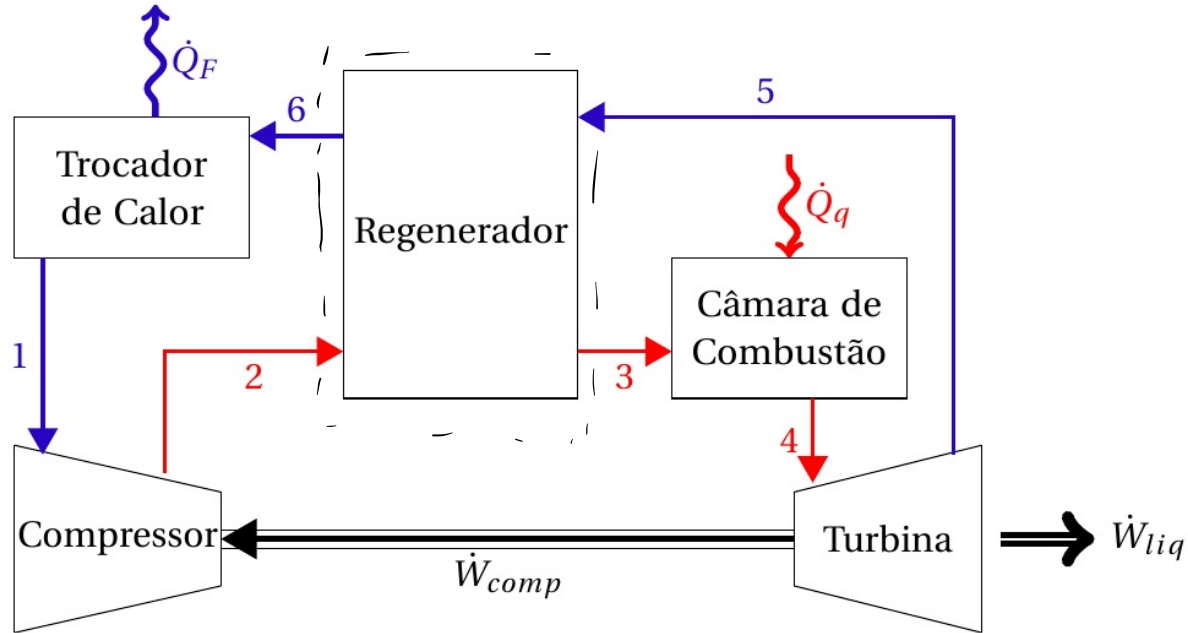
# Sistemas de Potência a gás: ciclo Brayton Regenerativo

## Objetivos da aula:

1. Identificar os componentes do ciclo Brayton regenerativo
2. Desenhar o diagrama  $T - s$
3. Fazer balanço de energia em cada componente para calcular trabalhos, calores e rendimento do ciclo
4. Identificar a efetividade do regenerador



## Balço de massa e energia no regenerador



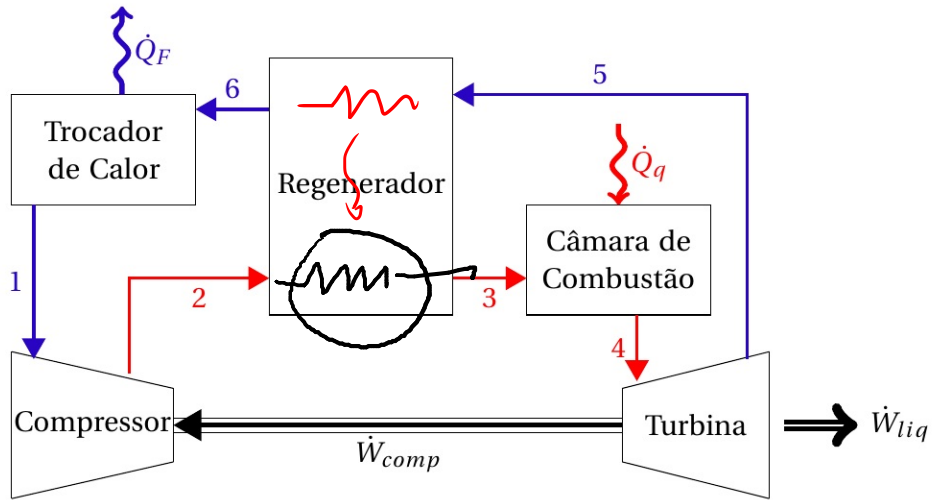
$$\frac{d}{dt} = 0 \quad \text{reg. permanente}$$

O balanço de massa é:

$$\frac{dm}{dt} = \dot{m}_e - \dot{m}_s$$

$$0 = \dot{m}_2 + \dot{m}_5 = \dot{m}_3 + \dot{m}_6$$

$$\text{Mas } \dot{m}_2 = \dot{m}_3 = \dot{m}_5 = \dot{m}_6 = \dot{m}$$



Aplicando a primeira lei no volume de controle do regenerador:

$$\cancel{dE = \dot{Q} + \dot{W}}$$

$$dE = h_s - h_e$$

Considerando que o regenerador:

- não realiza trabalho:  $\dot{W} = 0$
- é adiabático (não troca calor com o meio externo):  $\dot{Q} = 0$
- regime permanente
- desprezando variações de energia cinética e potencial

$$\sum (h_s - h_e) = 0$$

sendo  $h_s$  e  $h_e$  as entalpias saindo e entrando no V.C, respectivamente. Assim:

$$\cancel{\dot{m}.h_2} + \cancel{\dot{m}.h_5} = \cancel{\dot{m}.h_3} + \cancel{\dot{m}.h_6}$$

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

Para gases ideais e com valores específicos constantes:

$$c_p(T_3 - T_2) = -c_p(T_6 - T_5)$$

$$T_6 = T_5 + T_2 - T_3$$

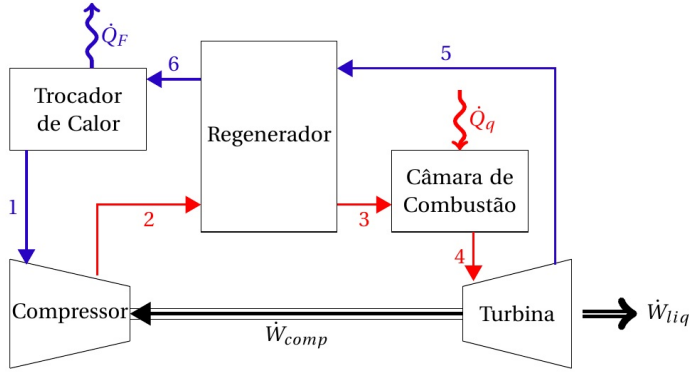
$$E = \int \dot{Q} \Delta x$$

$$\dot{Q}_{max} = \dot{m} c_p (T_5 - T_2)$$

$$\dot{Q} = \dot{m} (h_6 - h_5) < 0$$

$$\dot{Q} = \dot{m} (h_3 - h_2) > 0$$

## Efetividade do regenerador



$$\epsilon = \frac{\dot{Q}}{\dot{Q}_{MAX}}$$

$$\dot{Q}_{MAX} = C_{min} \cdot \Delta T_e$$

- $C_{min} = \min(C_f, C_q)$   
 $C_f = c_{pf} \cdot \dot{m}_f$ , sendo  $c_{pf}$  o calor específico do fluido frio  
 $C_q = c_{pq} \cdot \dot{m}_q$ , sendo  $c_{pq}$  o calor específico do fluido quente  
 $\dot{m}_q$  e  $\dot{m}_f$ : taxas mássicas dos fluidos quente e frio, respectivamente
- $\Delta T_e$ : a máxima diferença de temperatura no trocador, determinada pelas diferenças das temperaturas de entrada dos fluidos quente e frio.

Para análise a ar frio o calor específico é considerado constante e avaliado à temperatura ambiente. Considerando regime permanente, temos que  $C_q = C_f = C_{min}$ . Assim:

$$\epsilon = \frac{C_f \cdot (T_3 - T_2)}{C_{min} \cdot (T_5 - T_2)}$$

$$\epsilon = \frac{T_3 - T_2}{T_5 - T_2}$$

para gases ideais,  $dh = c_p \cdot dT$

$$\epsilon = \frac{h_3 - h_2}{h_5 - h_2}$$

$$q_{MAX} = \dot{m} c_p (T_5 - T_2)$$

$$q = \dot{m} c_p (T_3 - T_2)$$

$$\epsilon = \frac{T_3 - T_2}{T_5 - T_2}$$

$$\epsilon = 1 \quad \checkmark$$

$$\epsilon = \frac{T_3 - T_2}{T_5 - T_2}$$

$$\epsilon < 100\% \Rightarrow T_3 - T_2 = T_5 - T_2$$

$$T_3 = T_5$$

$$\epsilon = \frac{T_5 - T_6}{T_5 - T_2}$$

$$T_6 = T_2 \quad \epsilon = 100\%$$

