Uma unidade fabril necessita de ar comprimido.

Como primeira hipótese foi proposta uma turbina a gás cujo trabalho útil faz acionar um compressor. O compressor da turbina a gás é adiabático reversível e a turbina tem um rendimento isentrópico de 80%. A razão de pressões do ciclo é 10 e a temperatura máxima do ciclo é 600 °C.

Hipóteses: considere que o ar é gás perfeito, com calores específicos constantes.

Dados: $P_{atmosférica} = 1bar, T_{atmosférica} = 17°C, c_p = 1\ kJ/kgK, R_{ar} = 0.287\ kJ/kgK$

1) Preencha a tabela:

	T (°C)	P (bar)
Entrada do compressor	17	1
Saída do compressor	288.6	10
Entrada da turbina	600	10
Saída da turbina (ideal)	177.8	1
Saída da turbina (real)	262.3	1

2) Qual o trabalho especifico do ciclo e o seu rendimento?

W= 1*(600-262.3)-1*(288.6-17) = 66.1 kJ/kg

$\boldsymbol{\eta}$= 66.1/(1*(600-288.6))=0.21

Foi proposto o esquema alternativo para a turbina a gás indicado na figura:

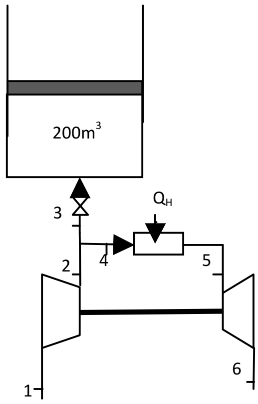
Do ar que sai do compressor (2) uma parte do caudal (4) descreve o ciclo e outra (3) é utilizada para encher um tanque adiabático, com uma parede móvel e com volume inicial de 200m^3 .

O tanque inicialmente contem ar à temperatura atmosférica e a 8 bar. A pressão dentro do tanque permanece constante durante o enchimento.

O compressor é adiabático reversível e a turbina tem um rendimento isentrópico de 80%. A razão de pressões do ciclo é 10 e a temperatura máxima do ciclo é 600 °C.

3) Preencha a tabela:

	T (°C)	P(bar)
1	17	1
2	288.6	10
3	288.6	10
4	288.6	10
5	600	10
6s	177.8	1
6	262.3	1



4) Para que o volume do tanque passe para o dobro, 400m^3, ao fim de 10minutos permanecendo a pressão constante, qual deve ser o caudal mássico em 3, [kg/s]?

M_{ini}= 800*200/0.287/290= 1922.4 kg

Balanço energia U_{final}-$U_{inicial}$= w+m_{entrou} Entalpia.

$U_{final}-U_{inicial}= -P(V_{final}-V_{inicial}) +(M_{final} - M_{inicial})Cp*T_3$

$P*V_{final}/R/T_{final}*Cv*T_{final}-P*V_{inicial}/R/T_{inicial} *Cv* T_{inicial} = -P(V_{final}-V_{inicial})+(M_{final} - M_{inicial})Cp*T_3$

$M_{final}=[(V_{final}- V_{inicial})*P/R/k+ P*(V_{final}-V_{inicial})/Cp]/T_3 + M_{inicial}=$

=((400-200)*800/0.287/1.4+800*(400-200)/1)/(288.6+273)+1922.4=2916.4 kg

m3= (2916.4 -1922.4)/600= 1.66 kg/s

5) Nas condições da alínea 4, qual o caudal mássico de ar em 1, [kg/s]?

W turbina=W compressor

m5 Cp(T5-T6)=(m3+m5) Cp (T2-T1)

m5=m3(T2-T1)/((T5-T6)-(T2-T1))=6.8kg/s

m1=m3+m4= 6.8+1.66= 8.46 kg/s

6) Qual o trabalho útil do ciclo durante os 10min, [kJ]?

W_{util}= w compressão do ar para o tanque= 1.66*1*(561.6-290)*600= 269970 kJ

7) Qual o rendimento do ciclo?

$\boldsymbol{\eta}$= W util/Qh= 269970/(6.8*1*(873-561.56)*600)=0.21

2º test Termo 09 - I - Repescagem

20/JUNHO/2016

a) $\begin{cases} \frac{dM}{dt} = +\dot m_1 + \dot m_2 \\ \frac{dU}{dt} = \dot Q + \dot m_1 h_{amb} + \dot m_2 h_{amb} \\ \frac{dS}{dt} = \frac{\dot Q}{T_b} + \dot m_1 s_{amb} + \dot m_2 s_{amb} + \dot\sigma \end{cases}$

$\frac{dU}{dt} = \cancel{\dot Q}^{\,0} + \frac{dM}{dt} \cdot h_{amb}$

$\int \frac{dU}{dt} dt = \int \frac{dM}{dt} h_{amb} dt \Leftrightarrow M_f \bar c_v T_f - \cancel{M_i \bar c_v T_i}^{\,0} = (M_f - \cancel{M_i}^{\,0}) \bar c_p T_{amb}$

c/ $u = \bar c_v T$ (T em K)
$h = \bar c_p T$

$\boxed{T_f = \frac{c_p}{c_v} T_{amb}} \Leftrightarrow \boxed{T_f = \gamma T_{amb}}$

$R = 0{,}288 \ kJ/kgK$
$c_p = 1 \ kJ/kgK$
$c_v = 0{,}712 \ \frac{kJ}{kgK}$
$\gamma = 1{,}404$

$\boxed{T_f = 1{,}404 \times 300K = 421 K}$

---

b) $\frac{dU}{dt} = \dot Q + \frac{dM}{dt} h_{amb} \Leftrightarrow \int \frac{dU}{dt} dt = \int \dot Q dt + \int \frac{dM}{dt} h_{amb} dt \Leftrightarrow Q_T = M_f [\bar c_v T_f - \bar c_p T_{amb}]$

Se $T_f = T_{amb} \Rightarrow Q_T = \frac{p_f V}{R T_{amb}} \underbrace{[\bar c_v - \bar c_p]}_{<0} T_{amb} \Rightarrow \boxed{Q_T < 0}$

---

c) Se $Q_T = 0 \Rightarrow T_f = \gamma T_{amb}$ || Pelo B. Entropia $\int \frac{dS}{dt} = \int \frac{\dot Q}{T_b} dt + \int \dot\sigma dt + \int \frac{dM}{dt} s_{amb} dt$

$\Leftrightarrow M_f s_f - \cancel{M_i s_i}^{\,0} = \int \frac{\dot Q}{T_b} dt + \sigma_T + s_{amb}(M_f - \cancel{M_i}^{\,0})$

$\Leftrightarrow M_f (s_f - s_{amb}) = \int \frac{\dot Q}{T_b} dt + \sigma_T \Leftrightarrow M_f \left[\bar c_p \ln \frac{T_f}{T_{amb}} - R \ln \frac{p_f}{p_{amb}}\right] = \int \frac{\dot Q}{T_b} dt + \sigma_T$

Se $\dot Q = 0$ e $\sigma = 0$ $\Rightarrow T_f = \gamma T_{amb}$ (B. Energia)

$\Rightarrow M_f \left[\bar c_p \ln \frac{\gamma T_{amb}}{T_{amb}} - R \ln \frac{p_f}{p_{amb}}\right] = 0 \Longrightarrow p_f = p_{amb} \gamma^{c_p/R}$

Mas $p_f > p_{amb} \Rightarrow$ IMPOSSÍVEL

Condição de equilíbrio obriga a que $p_f = p_{amb}$

d) B. Energía $\Rightarrow Q_T = M_f\left[\bar{c}_v T_f - \bar{c}_p T_{amb}\right]$

$T_f < \gamma T_{amb} \Rightarrow Q_T < 0$

$T_f = \gamma T_{amb} \Rightarrow Q_T = 0$

$T_f > \gamma T_{amb} \Rightarrow Q_T > 0$

B. Entropía

$p_f = p_{amb}$

$$M_f\left[\bar{c}_p \ln\frac{T_f}{T_{amb}} - \underbrace{R\ln\frac{p_f}{p_{amb}}}_{0}\right] = \sigma_T + \int \frac{\dot{Q}}{T_b}\,dt$$

$Q_T = M_f\left[\bar{c}_v T_f - \bar{c}_p T_{amb}\right]$

$M_f\left[\bar{c}_p \ln\frac{T_f}{T_{amb}}\right]$	σ_T	$\int \frac{\dot{Q}}{T_b}dt$	Q_T	
$T_f > T_{amb}$ $\quad >0 \Leftarrow$	>0	$>0 \Leftarrow$	$T_f > \gamma T_{amb} \Rightarrow Q_T > 0$	$T_f > \gamma T_{amb}$
$T_f > T_{amb}$ $\quad >0 \Leftarrow$	>0	<0	$T_f < \gamma T_{amb} \Rightarrow Q_T < 0$	$T_{amb} < T_f < \gamma T_{amb}$
$T_f < T_{amb}$ $\quad <0 \Leftarrow$	>0	<0	$T_f < \gamma T_{amb} \Rightarrow Q_T < 0$	$T_f < T_{amb}$
$T_f > T_{amb}$ $\quad \Leftarrow$	>0	0	$T_f = \gamma T_{amb} \Rightarrow Q_T = 0$	$T_f = \gamma T_{amb}$