

Maquinas Térmicas - Tarefa 3

Carlos Adir Ely Murussi Leite
150121059

24 de Setembro de 2022

1 Compressor de dois estágios

Aqui iremos analisar um compressor de dois estágios como mostra a Figura (1), cujo diagrama é dado pela Figura (2)

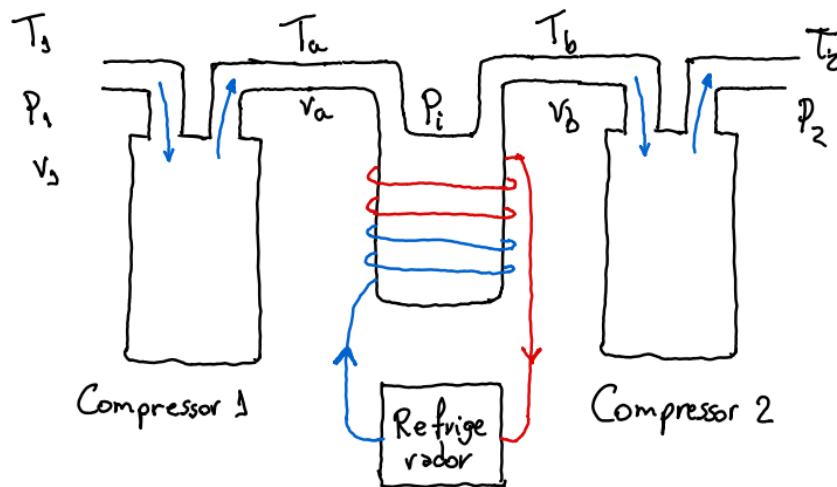


Figure 1: Representação simplificada do compressor de dois estágios

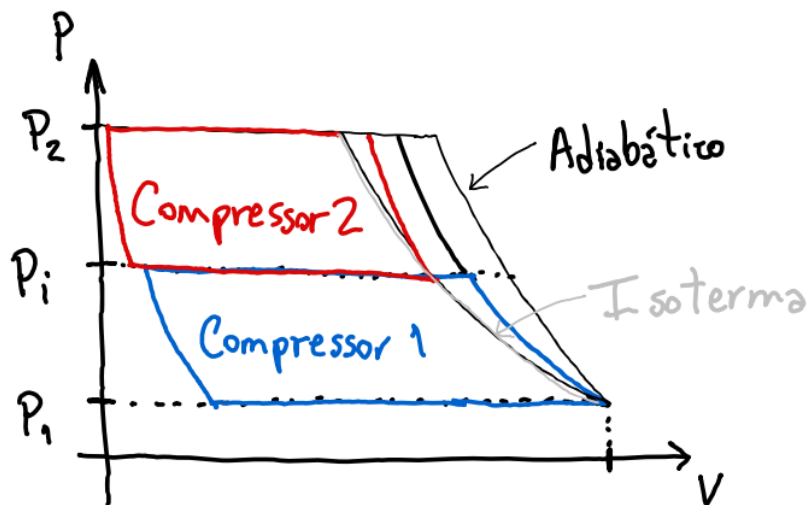


Figure 2: Diagrama do compressor de 2 estágios

2 Resultados de apenas um ciclo

Para um ciclo direto temos, usamos o mesmo código do ciclo duplo, mas com $P_i = P_2$ e então pegamos o trabalho feito apenas pelo compressor 1. Para diferentes fluidos temos a Tabela (1) e a Figura (3) mostra os valores termodinâmicos para Ar quando $P_i = P_2$

Fluido:	Ar	CH ₄	N ₂	O ₂
\dot{W} (J/s):	9810	1763436	11022	6637

Table 1: Valores de potência consumida pela compressão de diferentes fluidos em apenas um estágio

Unit Settings: SI K Pa J mass deg

$$\alpha_{a,1} = 1.08$$

$$\alpha_{b,3} = 1.079$$

$$h_{amb} = 298571 \text{ [J/kg]}$$

$$\dot{m}_{in,b} = 0.1077 \text{ [kg/s]}$$

$$\dot{m}_{total,a} = 0.1099 \text{ [kg/s]}$$

$$P_1 = 100000 \text{ [Pa]}$$

$$RPM = 100 \text{ [1/min]}$$

$$V_{rel} = 0.02$$

$$\dot{W}_{exp,a} = 190.1 \text{ [J/s]}$$

$$\dot{W}_{net,a} = 9810 \text{ [J/s]}$$

$$\alpha_{a,3} = 1.079$$

$$FAD = 300 \text{ [m}^3/\text{h]}$$

$$\dot{m} = 0.1077 \text{ [kg/s]}$$

$$\dot{m}_{res,a} = 0.002198 \text{ [kg/s]}$$

$$\dot{m}_{total,b} = 0.1099 \text{ [kg/s]}$$

$$P_2 = 1.000E+07 \text{ [Pa]}$$

$$T_{amb} = 298.2 \text{ [K]}$$

$$\dot{W}_{comp,a} = 9620 \text{ [J/s]}$$

$$\dot{W}_{exp,b} = 192.4 \text{ [J/s]}$$

$$\dot{W}_{net,b} = 192.4 \text{ [J/s]}$$

$$\alpha_{b,1} = 1.08$$

$$fluido\$ = 'Air'$$

$$\dot{m}_{in,a} = 0.1077 \text{ [kg/s]}$$

$$\dot{m}_{res,b} = 0.002198 \text{ [kg/s]}$$

$$n = 0.8$$

$$P_1 = 1.000E+07 \text{ [Pa]}$$

$$v_{air} = 0.7738 \text{ [m}^3/\text{kg]}$$

$$\dot{W}_{comp,b} = -4.529E-14 \text{ [J/s]}$$

$$\dot{W}_{net} = 10003 \text{ [J/s]}$$

Figure 3: Tabela com valores termodinâmicos para o caso de $P_i = P_2$ com o fluido Ar

3 Resultados de ciclo duplo

Plotando a potência total de compressão em função da pressão intermediária temos a Figura (4)

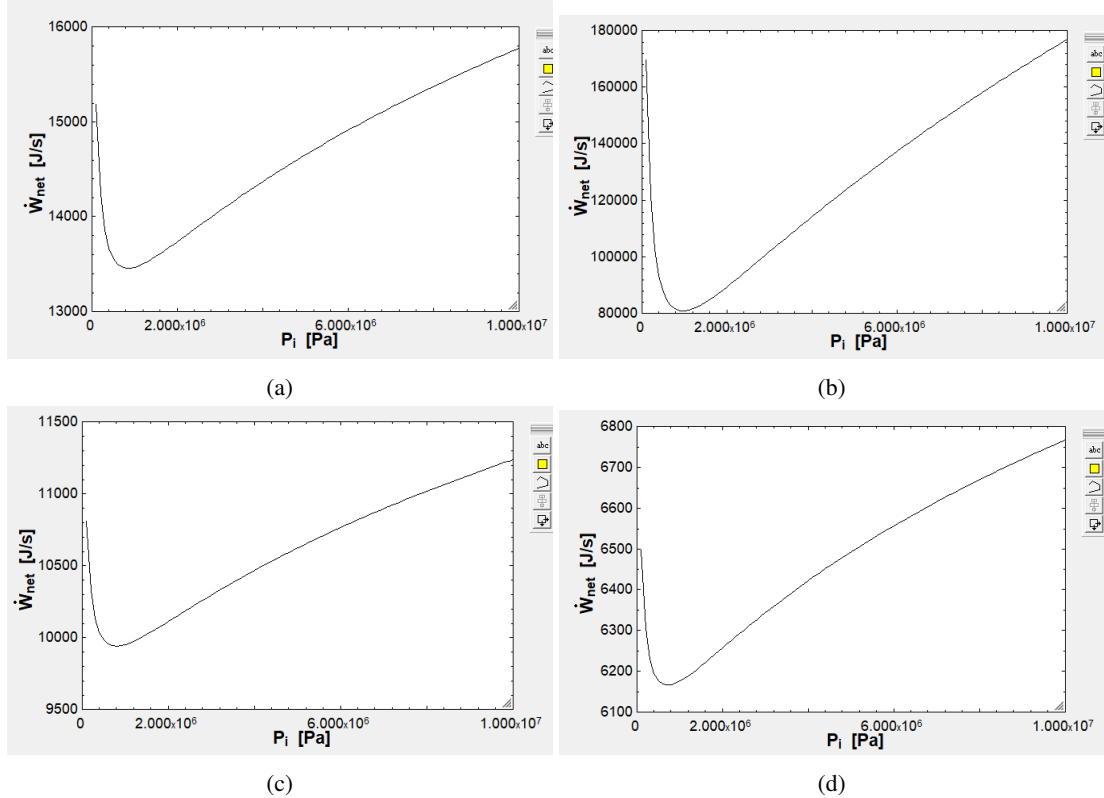


Figure 4: Potência total consumida para consumir o gás (a) Ar, (b) CH₄, (c) N₂ e (d) O₂

Fazendo a otimização e calculando a pressão intermediária P_i ótima, a que reduz o trabalho total, temos

a Tabela () com os valores da pressão P_i ótima para diferentes fluidos e a Figura (5) mostra todos os valores termodinâmicos nessas pressões.

Fluido:	Ar	CH ₄	N ₂	O ₂
P_i (kPa):	777	961	795	713

Table 2: Valores ótimos da pressão intermediária P_i para diferentes fluidos

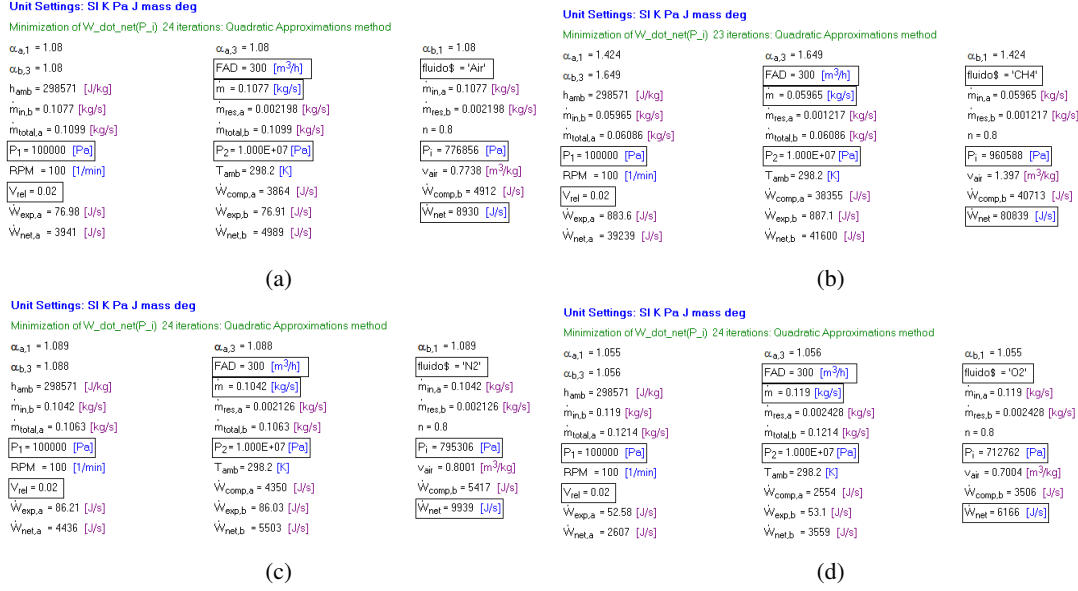


Figure 5: Tabelas com os valores termodinâmicos na pressão P_i ótima, a que reduz o trabalho total, para (a) Ar, (b) CH₄, (c) N₂ e (d) O₂

Código EES utilizado

```
1 FAD = 300 [m^3/h] "Fluxo Volumetrico"
2 RPM = 100 [1/min] "Rotacao do compressor"
3 V_rel = 0.02 "Razao entre espa o morto Vc e o volume deslocado Vs"
4 n = 0.8 "Se n = 0, adiabatico, se n = 1, isotermico"
5
6 fluido$='Air'
7 "fluido$='CH4'"
8 "fluido$='N2'"
9 "fluido$='O2'"
10 P_1 = 1 [bar] * Convert(bar, Pa) "Pressao do ambiente"
11 P_2 = 100 [bar] * Convert(bar, Pa) "Pressao do segundo reservatorio"
12 "P_i = 10 [bar] * Convert(bar, Pa)"
13
14 "Condicoes iniciais"
15 v_air = Volume(fluido$, P=101325 [Pa], T=ConvertTemp(C, K, 0 [C]))
16 m_dot = (FAD/v_air) * Convert(kg/h, kg/s)
17 T_amb = ConvertTemp(C, K, 25) "Temperatura ambiente"
18 h_amb = Enthalpy(Air, T=T_amb) "Entalpia do ar ambiente"
19
20 "Primeiro compressor. Ciclo A"
21 m_dot_in_a = m_dot
22 m_dot_total_a = m_dot_in_a + m_dot_res_a
23 m_dot_res_a = V_rel * m_dot_total_a
24 P_a[1] = P_1
25 P_a[2] = P_i
26 P_a[3] = P_i
27 P_a[4] = P_1
28 T_a[1] = T_amb
29 T_a[2] = Temperature(fluido$, P=P_a[2], V=v_a[2])
30 T_a[3] = T_a[2]
31 T_a[4] = Temperature(fluido$, P=P_a[4], V=v_a[4])
32 h_a[1] = Enthalpy(fluido$, T=T_a[1])
33 h_a[2] = Enthalpy(fluido$, T=T_a[2])
34 h_a[3] = Enthalpy(fluido$, T=T_a[3])
35 h_a[4] = Enthalpy(fluido$, T=T_a[4])
36 u_a[1] = IntEnergy(fluido$, T=T_a[1])
37 u_a[2] = IntEnergy(fluido$, T=T_a[2])
38 u_a[3] = IntEnergy(fluido$, T=T_a[3])
39 u_a[4] = IntEnergy(fluido$, T=T_a[4])
40
41 alpha_a_1 = n+(1-n)*Cp(fluido$,T=T_a[1])/Cv(Air, T=T_a[1])
42 alpha_a_3 = n+(1-n)*Cp(fluido$,T=T_a[3])/Cv(Air, T=T_a[3])
43 v_a[1] = Volume(fluido$, P=P_a[1], T=T_a[1])
44 v_a[2] = v_a[1] * (P_a[1]/P_a[2])^(1/alpha_a_1)
45 v_a[3] = v_a[2]
46 v_a[4] = v_a[3] * (P_a[3]/P_a[4])^(1/alpha_a_3)
47 W_dot_comp_a = m_dot_total_a * (u_a[2] - u_a[1])
48 W_dot_exp_a = m_dot_res_a * (u_a[3] - u_a[4])
49 W_dot_net_a = W_dot_comp_a + W_dot_exp_a
50
51 "Segundo compressor. Ciclo B"
52 m_dot_in_b = m_dot_in_a
53 m_dot_total_b = m_dot_in_b + m_dot_res_b
54 m_dot_res_b = V_rel * m_dot_total_b
55 P_b[1] = P_i
56 P_b[2] = P_2
57 P_b[3] = P_2
58 P_b[4] = P_i
59 T_b[1] = T_amb
60 T_b[2] = Temperature(fluido$, P=P_b[2], V=v_b[2])
61 T_b[3] = T_a[2]
62 T_b[4] = Temperature(fluido$, P=P_b[4], V=v_b[4])
63 h_b[1] = Enthalpy(fluido$, T=T_b[1])
64 h_b[2] = Enthalpy(fluido$, T=T_b[2])
65 h_b[3] = Enthalpy(fluido$, T=T_b[3])
66 h_b[4] = Enthalpy(fluido$, T=T_b[4])
67 u_b[1] = IntEnergy(fluido$, T=T_b[1])
68 u_b[2] = IntEnergy(fluido$, T=T_b[2])
69 u_b[3] = IntEnergy(fluido$, T=T_b[3])
70 u_b[4] = IntEnergy(fluido$, T=T_b[4])
71
72 alpha_b_1 = n+(1-n)*Cp(fluido$,T=T_b[1])/Cv(Air, T=T_b[1])
73 alpha_b_3 = n+(1-n)*Cp(fluido$,T=T_b[3])/Cv(Air, T=T_b[3])
74 v_b[1] = Volume(fluido$, P=P_b[1], h=h_b[1])
75 v_b[2] = v_b[1] * (P_b[1]/P_b[2])^(1/alpha_b_1)
76 v_b[3] = v_b[2]
77 v_b[4] = v_b[3] * (P_b[3]/P_b[4])^(1/alpha_b_3)
78
79 W_dot_comp_b = m_dot_total_b * (u_b[2] - u_b[1])
80 W_dot_exp_b = m_dot_res_b * (u_b[3] - u_b[4])
```

```
81 W_dot_net_b = W_dot_comp_b + W_dot_exp_b
82
83 "Juntando ambos ciclos"
84 W_dot_net = W_dot_net_a + W_dot_net_b
```