

e4-10

October 2, 2024

1 Importando Bibliotecas

```
[1]: import numpy as np
import CoolProp.CoolProp as CP
```

2 Análise Energética

2.1 Constantes

```
[2]: M = 28.97 # kg/kmol massa molar do ar
R_bar = 8314 # J/(kmol K)
profit = 0.115 # $US / (kW h)
```

2.2 Condições conhecidas

2.2.1 Entrada de produtos de combustão

```
[3]: p1 = 1 # atm
t1 = 400 # Fahrenheit
av1 = 2e5 # ft³/min

# Convertendo para SI
p1 = p1 * 1.01325e5 # Pa / N/m²

t1 = ((t1 - 32) / 1.8) + 273.15 # kelvin
av1 = (2e5 * 0.028317) / 60 # m³/s
```

2.2.2 Sainda do da combustão

```
[4]: p2 = 1 # atm
t2 = 260 # Fahrenheit

# Convertendo para SI
p2 = p2 * 1.01325e5 # Pa / N/m²
t2 = ((t2 - 32) / 1.8) + 273.15 # kelvin
```

2.2.3 Entrada da água

```
[5]: p3 = 40 # lbf/in²
t3 = 102 # Fahrenheit
m3_dot = 275 # lb/min

# Convertendo para SI
p3 = p3 * 6894.8 # Pa / N/m²
t3 = ((t3 - 32) / 1.8) + 273.15 # Kelvin
m3_dot = (m3_dot * 0.4536) / 60 # kg/s
```

2.2.4 Saida da água

```
[6]: p5 = 1 # lbf/in²
x5 = 93 # % qualidade

# Convertendo para SI
p5 = p5 * 6894.8 # Pa / N/m²
x5 = x5 / 100 # adimensional
```

2.3 Taxa de fluxo de massa e propriedades

Calculando

$$\dot{m}_1 = \frac{(AV)_1}{v_1}$$
$$v_1 = \frac{\bar{R}T_1}{Mp_1}$$

```
[7]: u1 = (R_bar * t1) / (M * p1) # m³/kg
m1_dot = av1 / u1 # kg/s
```

2.3.1 Adquirindo as entalpias pelo CoolProp

```
[8]: h1 = CP.PropsSI('H', 'T', t1, 'P', p1, 'Air') # J/kg
h2 = CP.PropsSI('H', 'T', t2, 'P', p2, 'Air') # J/kg
h3 = CP.PropsSI('H', 'T', t3, 'P', p3, 'Water') # J/kg
h5 = CP.PropsSI('H', 'P', p5, 'Q', x5, 'Water') # J/kg
```

2.3.2 Calculando a portencia da turbina

$$\dot{W}_{cv} = \dot{m}_1 (h_1 - h_2) + \dot{m}_3 (h_3 - h_5)$$

```
[9]: w_dot = m1_dot * (h1-h2) + m3_dot * (h3 - h5) # w

f"Potencia da turbina = {w_dot * 1e-3} kW"
```

```
[9]: 'Potencia da turbina = 877.5416257594741 kW'
```

2.3.3 Calculando temperatura antes de passar pela turbina (efetuar trabalho)

$$0 = \dot{m}_1 (h_1 - h_2) + \dot{m}_3 (h_3 - h_4)$$

$$h_4 = \frac{\dot{m}_1}{\dot{m}_3} (h_1 - h_2) + h_3$$

```
[10]: h4 = (m1_dot / m3_dot ) * (h1 - h2) + h3 # Balanço de energia

t4 = CP.PropsSI('T', 'P', p3 , 'H', h4, 'Water') # K

f"Temperatura T4 = {t4} K"
```

```
[10]: 'Temperatura T4 = 452.51120450481653 K'
```

2.3.4 Ganho anual (8000) hours

```
[11]: VA = w_dot * 1e-3 * 8000 * profit

f"Ganho Anual: $US {VA:,.2f}"
```

```
[11]: 'Ganho Anual: $US 807,338.30'
```