

1 Ciclo Brayton

O ciclo Brayton ideal é composto por quatro processos e estados análogos ao ciclo de Rankine, porém sem mudanças de fase do fluido de trabalho. São eles:

- 1-2 Compressão isentrópica $\Delta s = 0$
- 2-3 Aquecimento isobárico $\Delta P = 0$
- 3-4 Expansão isentrópica $\Delta s = 0$
- 4-1 Resfriamento isobárico $\Delta P = 0$

Além disso, utilizamos algumas hipóteses para simplificar a modelagem. Tais como:

- Em turbinas a gás o ar é o único fluido de trabalho, sendo desconsiderado combustíveis ou produtos da combustão.
- Ar é tratado como gás ideal.
- A combustão é modelada apenas como uma troca de calor.

Uma outra hipótese comum é considerar os calores específicos do ar como constantes (c_p , c_v e k) é iguais aos da temperatura de 300 K. No entanto, como o ciclo Brayton envolve grandes variações de temperatura, essa aproximação muitas vezes gera resultados errados.

Assim como no ciclo Rankine, para definir o ciclo Brayton é preciso de no mínimo 2 estados conhecidos. Esses estados geralmente são a entrada do compressor (1) e a entrada da turbina (3). Os estados podem ser dados especificando as suas temperaturas e suas pressões (ou uma das pressões e a razão de compressão).

Dessa forma, a tabela de propriedades pode ser preenchida da seguinte maneira

Tabela 1: Brayton simples

Estado	T	P	h	s
1	T_{baixa}	P_{baixa}		s_1
2		P_{alta}		s_1
3	T_{alta}	P_{alta}		s_3
4		P_{baixa}		s_3

Para os seguintes cálculos é preciso determinar a entalpia de cada estado. Para isso é preciso ter a temperatura de cada estado analisado, uma vez que a entalpia é função apenas da temperatura para gases ideais ($h = f(T)$). Há duas metodologias para isso: 1) Usando as tabelas 2) Usando c_p constante. A primeira metodologia sempre será mais correta.

1.1 Entalpias: Usando a tabela

Para processos isentrópicos (1-2 e 3-4) podemos relacionar as temperaturas dos estados com a pressão relativa (P_r). Assim, podemos aplicar a seguinte equação para determinar as pressões relativas desconhecidas (P_{r2} e P_{r4}) a partir das conhecidas (P_{r1} e P_{r3})

$$\frac{P_e}{P_s} = \frac{P_{re}}{P_{rs}} \quad (1)$$

Uma vez determinada as pressões relativas basta calcular a temperatura referente (usando os dados tabelados) e então determinar as entalpias.

$$P_r = f(T) \quad (\text{tabelado}) \quad (2)$$

$$h = f(T) \quad (\text{tabelado}) \quad (3)$$

1.2 Entalpias: Usando c_p constante

Para processos isentrópicos com c_p constante, podemos determinar as temperaturas desconhecidas a partir da razão de pressões e de calores específicos ($k = \frac{c_p}{c_v} \approx 1.4$)

$$\frac{P_e}{P_s} = \left(\frac{T_e}{T_s}\right)^{\frac{k}{k-1}} \quad (4)$$

Uma vez determinada as temperaturas dos estados, a variação de entropia pode ser calculada pela variação de temperaturas e c_p :

$$\Delta h = c_p \Delta T \quad (5)$$

1.3 Demais cálculos

Os demais cálculos do ciclo Brayton são análogos ao ciclo Rankine (vide nota anterior). Atenção especial para a vazão mássica. Normalmente é fornecida a vazão volumétrica, a qual não se conserva, mas pode ser convertida para mássica pelo volume específico.

$$v = \frac{\bar{R} * T}{P} \quad (6)$$

$$\dot{m} = \frac{\dot{v}}{v} \quad (7)$$