

Aula de exercícios

Questão 1– UHE

A turbina de uma Usina hidrelétrica possui as seguintes características:

- Queda nominal: 48 m
- Potência nominal da turbina : 165,6 MW
- Vazão nominal: 389 m³/s

Pede-se:

a) Rendimento do conjunto (Turbina + sistema hidráulico) - %

Solução:

$$165600 \text{ kW} = 9,8 \times 48\text{m} \times 389 \text{ m}^3 \times (\eta_H \times \eta_T)$$

$$\eta_H \times \eta_T = 90,49\%$$

b) Sabendo que a potência do gerador é 160MW na condição nominal determine o rendimento do gerador elétrico

Solução:

$$\eta_g = \text{Potência elétrica} / \text{Potência mecânica}$$

$$= 160.000 \text{ kW} / 165.600 \text{ kW} = 96,6\%$$

c) Considerando que o FC – Fator de capacidade anual desta Usina é de 80%, calcule a energia anual gerada

Solução:

$$\text{EG anual} = 160 \text{ MW} \times 0,80 \times 8760\text{h/ano} = 1.121.280 \text{ MWh/ano}$$

d) Qual a potência elétrica média anual gerada pela Usina?

Solução

$$\text{FC} = \text{Pmédia} / \text{Pmáx}$$

$$\text{Pmédia} = 160 \text{ MW} \times 0,8 = 128 \text{ MW},$$

Questão 2 – UHE

Uma usina foi projetada e instalada no Rio 2 para aproveitar a vazão firme do Rio.

Dados:

- Rendimento hidráulico = 95%
- Rendimento da turbina = 95%
- Rendimento do gerador elétrico- 85%
- Altura topográfica – 200 m

a) Calcule a potência instalada da Usina e sua energia anual gerada

Solução:

$$P \text{ (kW)} = 9,8 \times 200\text{m} \times 3 \text{ m}^3 \times 0,95 \times 0,95 \times 0,85 = 4,5 \text{ MW}$$

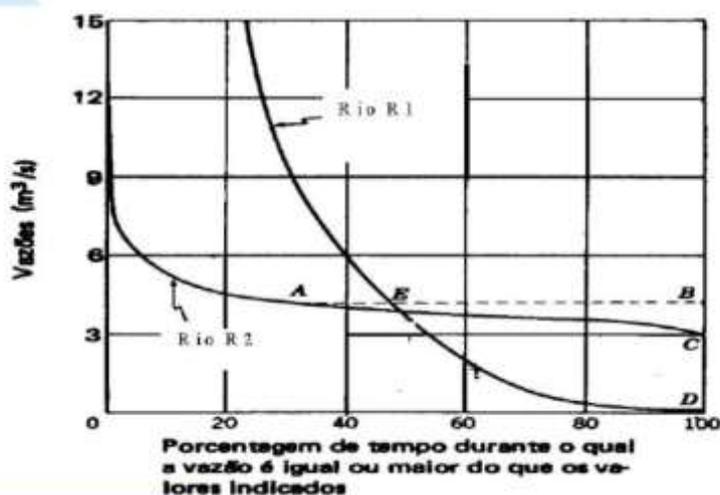
$$EG = 4,5 \text{ MW} \times FC (100\%) \times 8760\text{h/ano} = 39.420 \text{ MWh /ano}$$

b) Caso esta usina, como as mesmas características (Potência, Rendimento e alturas topográficas) fosse instalada no Rio 1, qual seria sua energia anual gerada, considerando a mesma vazão firme do Rio 2 ?

$$EG = 4,5 \text{ MW} \times FC \text{ (do gráfico = 53\%)} \times 8760\text{h/ano}$$

$$EG = 20.892,6 \text{ MWh/ano}$$

Curvas de Duração ou Persistência



Questão 3 - Termelétrica

A figura abaixo mostra o esquema de uma termelétrica que se utiliza do ciclo vapor (Ciclo Rankine).

a) Calcule o rendimento térmico do ciclo (%)

b) Apresente as funções dos seguintes componentes do ciclo:

- Caldeira:

- Turbina a vapor:

- Gerador elétrico:

- Condensador:

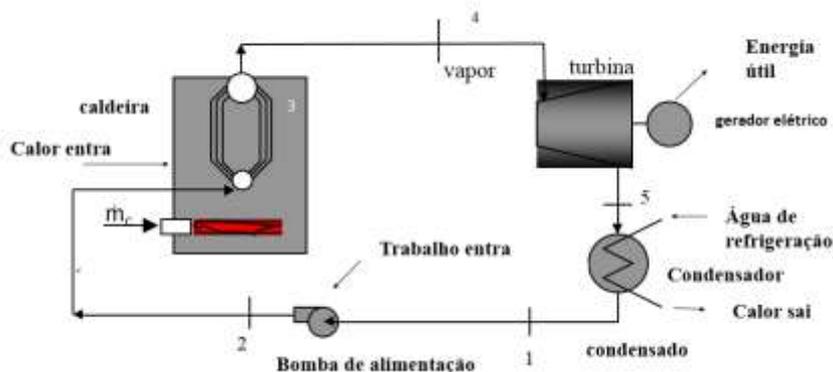
- Bomba de alimentação:

Dados:

- Trabalho realizado pela turbina – 792,4 kJ/kg

- Trabalho realizado pela bomba = 2 kJ/kg

- Calor fornecido ao ciclo = 2605,7 kJ/kg



Solução:

a)

$$\text{Rendimento} = (792,4 - 2) \text{ kJ/kg} / 2605,7 \text{ kJ/kg} = 30,33 \%$$

b)

Caldeira : Transforma água em vapor de alta temperatura e pressão

Turbina a vapor: Transforma a energia contida no vapor que sai da caldeira em energia mecânica

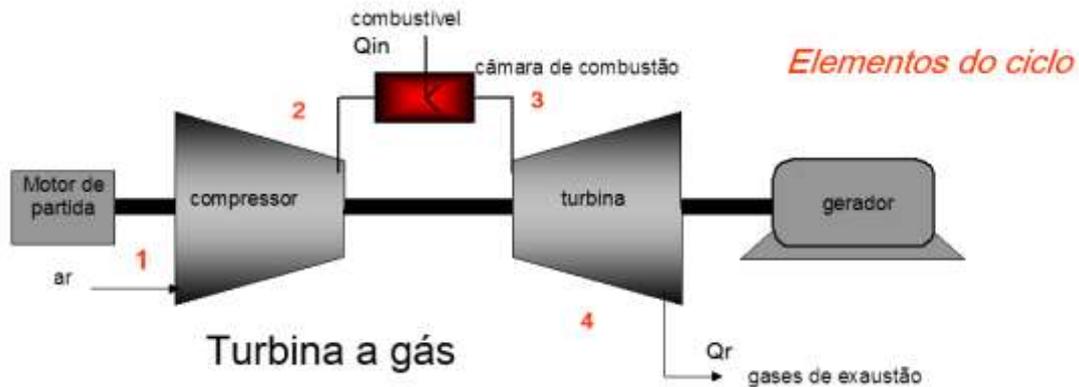
Gerador elétrico : Transforma a energia mecânica produzida pela turbina em energia elétrica

Condensador: condensa o vapor que sai da turbina

Bomba de alimentação. Bombeia a água que sai do condensador até a caldeira

Questão 4 – Termelétrica – Ciclo à gás

O esquema abaixo representa o ciclo utilizado em uma termelétrica a gás de ciclo simples ou aberto (Ciclo de Brayton).



Para este tipo de usina pede-se:

- Rendimento térmico (%) e trabalho útil realizado (kJ/kg)
- Dê uma explicação sucinta do seu funcionamento destacando as funções de seus principais componentes.

Dados:

Calor fornecido ao ciclo = 448 kJ/kg

Calor rejeitado do ciclo = 207,4 kJ/kg

Solução:

Rendimento (%) = $(448 - 207,4) \text{ kJ/kg} / 448 \text{ kJ/kg} = 53,7 \%$

Trabalho = $(448 - 207,4) \text{ kJ/kg} = 240,6 \text{ kJ/kg}$

b)

O ar é admitido no compressor. Neste é realizada a compressão do ar com consequente aumento de pressão e temperatura. O ar comprimido é injetado na câmara de combustão junto com o combustível. Na câmara é feita a combustão do combustível. Os gases de combustão saem da câmara em alta pressão e temperatura e entram na turbina a gás. Nesta, os gases ao passar pelas palhetas da turbina (que estão conectadas a um eixo) a fazem girar transformando a energia dos gases em energia mecânica rotacional. O eixo da turbina é acoplado ao eixo do gerador elétrico e este transforma a energia mecânica rotacional em energia elétrica. Os gases de escape da turbina a gás são enviados para o meio ambiente.