

Exercício 5 (aula 2).

O gerador de uma turbina de um parque gerador é síncrono e trabalha com uma corrente de 155 A na tensão de 4160 V e um fator de potência de 85%. Sabe-se que a velocidade angular nominal desse gerador é de 600 RPM, que a turbina adotada é uma Francis de eixo horizontal e que a altura topográfica do aproveitamento é de 85 m. Adotando os rendimentos abaixo, determine a vazão firme dessa turbina.

Dados:

$\eta_C = 89\%$ (rendimento da canalização / conduto forçado)

$\eta_G = 95\%$ (rendimento do gerador elétrico)

$\eta_T = 90\%$ (rendimento da turbina).

Considere nula as perdas na tomada d'água.

Solução:

- 1- Determinação da velocidade específica a turbina a ser empregada no aproveitamento a partir da equação empírica.

$$M_s = \frac{2300}{\sqrt{H_{TOP}}} = \frac{2300}{\sqrt{85}} = 250 \text{ RPM}$$

Da tabela (dada em aula e usada no Exercício 3), verifica-se que é a velocidade específica da turbina Francis.

- 2- Determinação da potência no eixo que deve ser entregue ao eixo mecânico do gerador para que ele desenvolva os valores fornecidos no enunciado do exercício

SG - Potência aparente disponibilizada pelo gerador

$$S_G = \sqrt{3} V_L I_L = \sqrt{3} \times 460V \times 155A = 1.116.800 VA$$

A Potência ativa desenvolvida:

$$P_G = S_G \times \cos \phi = 1.116.800 VA \times 0,85 = 949.280 W$$

Cálculo da potência mecânica disposta no eixo motor do gerador.

$$\eta_G = \frac{P_G}{P_{MG}} \Rightarrow P_{MG} = \frac{949.280 W}{0,95} = 999.240 W$$

Cálculo da Potência motor em CV

$$P_{MG}(CV) = \frac{P_{MG}(W) \times 1 CV}{736 W} = 1358 CV$$

Dado que o acoplamento entre turbina e gerador é rígido e de eficiência máxima /

$$P_{MT}(CV) = P_{MG}(CV)$$

3- Cálculo da potência mecânica - Hidráulica do fluido que a turbina demanda.

$$\eta_T = \frac{P_{MT}}{P_H} \Rightarrow P_H(CV) = \frac{1358}{0,9} = 1509 CV$$

4- Determinação da altura disponível do aproveitamento e da vazão firme.

PTA (Perda na tomada d'água) = 0 (do enunciado)

PCA (Perda na canalização) =

$$= [H_{TOP}] [1 - \eta_c] = [85] - (1 - 0,89) = 9,35 \text{ m}$$

H_D - Altura disponível

$$H_D = H_{TOP} - PTA - PCA = 85 - 0 - 9,35 = 75,65 \text{ m}$$

Cálculo da vazão firme.

$$P_H = 1509 \text{ CV} \times 736 \text{ W} = 1110,624 \text{ kW}$$

$$P_H (\text{kW}) = 9,8 H_D Q = 9,8 \times 75,65 \times Q$$

$$Q = 1,50 \text{ m}^3/\text{s}$$

Portanto, deve-se prever uma "vazão firme" maior que $1,50 \text{ m}^3/\text{s}$ para a referida turbina, dado que as perdas na tomada d'água não foram consideradas. Da tabela (dada em aula), para uma velocidade específica de 250 RPM, a turbina a ser escolhida terá as seguintes especificações:

- Turbina Francis Veloz
 - Velocidade específica = 250 RPM (ns)
 - Altura topográfica = 85 m \rightarrow disponível = 75,5 m
 - Vazão firme = $1,5 \text{ m}^3/\text{s}$
 - Velocidade angular nominal = 600 RPM
- $n_T \neq n_s$

A velocidade angular está ligada à frequência do
Sinal do gerador ^{gerado} pela armadura e o n.º de polos do
estator de máquina, que é igual ao n.º de polos do
rotor.