# Escola Politécnica da Universidade de São Paulo

## Departamento de Engenharia de Energia e Automação Elétricas PEA

### Disciplina : PEA 2420 – PRODUÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA

### Professor : Dorel Soares Ramos

Lista de Exercícios (17/09/2012)

**1ª Questão**

As turbinas da hidrelétrica de Sobradinho, no Rio São Francisco, possuem as seguintes características:

* Queda Disponível - Hd : 27,2 m
* Vazão Nominal : 715 m3 / s
* Potência Nominal : 242 000 CV
* Rotação Nominal : 75 rpm

PEDE-SE :

1. Calcular o rendimento do conjunto (turbina + circuito hidráulico) da usina (%) e o número de polos das máquinas.
2. Calcular a velocidade específica das turbinas (rpm), utilizando a fórmula mais “rigorosa”.
3. Analisando as fórmulas empíricas para a rotação específica e considerando o resultado do item anterior, determinar o tipo de turbina utilizado em Sobradinho.
4. Calcular a potência elétrica de cada máquina de Sobradinho (MW), a partir da vazão e da altura de queda, adotando um rendimento de 95 % para o gerador e o rendimento mecânico calculado no item (a) . Assuma a aceleração da gravidade de 9.81 m / s2.

**Fórmulas:**

**ns = (n . √ PMEC ) / [Hd . Hd \*\*(1/4)] (geral)**

**ns = 2300 / √ Hd (Francis – empírica)**

**ns = 3100 / √ Hd (Kaplan – empírica)**

**ns = 2600 / √ Hd (Propeller – empírica)**

**ns = √ ro 510 / √ Hd (Pelton – empírica)**

**2ª Questão**

As turbinas da hidrelétrica de Ilha Solteira, no Rio Paraná, possuem as seguintes características:

* Queda Nominal ou Disponível : 48 m Vazão Nominal : 389 m3 / s
* Potência Nominal : 225.000 CV n° Pares de Polos = 42

**PEDE-SE :**

1. Calcular o rendimento do conjunto (turbina + circuito hidráulico) da usina (%).
2. Calcular a velocidade específica das turbinas (rpm), utilizando a fórmula mais “rigorosa”. Considerando as características da Usina, deduza qual é, provavelmente, o tipo de turbina utilizado ?
3. Sabendo-se que a potência elétrica de cada grupo gerador é de 160 MW, para condições nominais, determine o rendimento dos geradores de Ilha Solteira.

**3ª Questão**

As turbinas da hidrelétrica Henry Borden possuem as seguintes características:

* Queda Nominal : 684 m Vazão Nominal : 12,7 m3 / s
* Potência Nominal : 89.232 CV Rotação Nominal : 450 rpm

**PEDE-SE :**

1. Calcular o rendimento do conjunto (turbina + circuito hidráulico) da usina (%).
2. Calcular a velocidade específica das turbinas (rpm), utilizando a fórmula mais “rigorosa”. Considerando as características da Usina, deduza qual é, provavelmente, o tipo de turbina utilizado ?

**4ª Questão**

Em um aproveitamento hidrelétrico, o nível de montante encontra-se na cota 890 m e o de jusante na cota de 750m. Sabendo-se que a vazão é de 60 m3/s e o comprimento do encanamento de aço do conduto forçado é de 1000 m, com diâmetro de 4,5 m, sendo o rendimento total da turbina de 92%, do gerador de 94% e a perda na tomada d’água de 1% da altura topográfica, determinar:

1. As quedas bruta e disponível, bem como a perda de carga total da planta (tomada d’água + conduto forçado).
2. As Potências (i) Bruta, (ii) disponível na entrada da turbina, (iii) no eixo do gerador e (iv) potência elétrica.
3. O rendimento do sistema de adução e rendimento total do aproveitamento.
4. Utilizando as fórmulas empíricas dadas em sala, avalie os tipos de turbina possíveis de implementar no aproveitamento em questão. Se a rotação da turbina real deve ser da ordem de 250 rpm, utilize a fórmula mais rigorosa e refine sua estimativa para o tipo de turbina.
5. Qual o número de pares de polos do gerador correspondente ao item anterior ?

(**Adotar λ = 115 – Aço soldado / Ferro fundido com 10 anos de uso**)



5**ª Questão**

A turbina Pelton de 4 injetores da Central do Capivari, no Rio Cachoeira, Estado do paraná, apresenta as seguintes características:

* HTop = 710 m
* Q = 10 m3/s
* n = 514 rpm

Pede-se determinar:

1. A Potência Bruta do aproveitamento.
2. A velocidade específica da turbina e o número de pares de polos do gerador.
3. Estimativa da Potência Mecânica no eixo do Gerador.
4. Rendimento do circuito hidráulico e turbina em conjunto.
5. Rendimento total do aproveitamento.