

CENTRO UNIVERSITÁRIO UNIVATES

O FUNCIONAMENTO DE UMA USINA HIDROELÉTRICA

**Bruno J. Bastos
Daiana Cristina Heid
Eduardo Scheeren
Luis Guilherme Seidel**

Lajeado, maio de 2014

CENTRO UNIVERSITÁRIO UNIVATES
(ENGENHARIAS)

O FUNCIONAMENTO DE UMA USINA HIDROELÉTRICA

Bruno J. Bastos
Daiana Cristina Heid
Eduardo Scheeren
Luis Guilherme Seidel

Trabalho apresentado na disciplina de Física Eletromagnetismo do Curso das Engenharias, do Centro Universitário Univates, como parte integrante da segunda nota do semestre.

Professor: Vanessa Paula Reginatto.

Lajeado, maio de 2014

RESUMO

Neste estudo foi apresentado o funcionamento de uma usina hidrelétrica. Geração e distribuição de energia elétrica desde a fonte geradora. Também foram estudadas as diversas formas de energia: a energia térmica, mecânica, elétrica e química.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	5
2 OBJETIVOS.....	6
3 BARRAGEM.....	7
4 GERADOR.....	8
4.1 Funcionamento do gerador.....	8
4.2 Principais partes de uma turbina hidráulica.....	9
5 ENERGIA.....	12
5.1 Energia hidráulica.....	12
5.2 Energia potencial e cinética.....	12
5.3 Energia mecânica.....	12
5.4 Energia elétrica.....	12
6 Transformador.....	13
7 CONCLUSÃO.....	14
BIBLIOGRAFIA.....	15

1 INTRODUÇÃO

Muitas usinas hidrelétricas são construídas no país, e o potencial hídrico é usado para geração de energia elétrica. Apesar de existirem diversas usinas hidrelétricas no Brasil, que é um dos países que possui maior concentração de potencial hídrico do mundo, esse processo não é muito rápido nem muito barato. Além dos gastos com a construção são necessários diversos tipos de gastos com estudos ambientais que requerem estudos de viabilidade bem como opções para buscar o melhor local para instalação, considerando os efeitos sobre o meio ambiente. É necessário avaliar a relação custo benefício, avaliando as questões relacionadas à flora e fauna da região.⁽¹⁾

2 OBJETIVOS

O objetivo desse trabalho é saber como é o funcionamento de uma usina hidrelétrica, o funcionamento do gerador, e as energias envolvidas no processo.

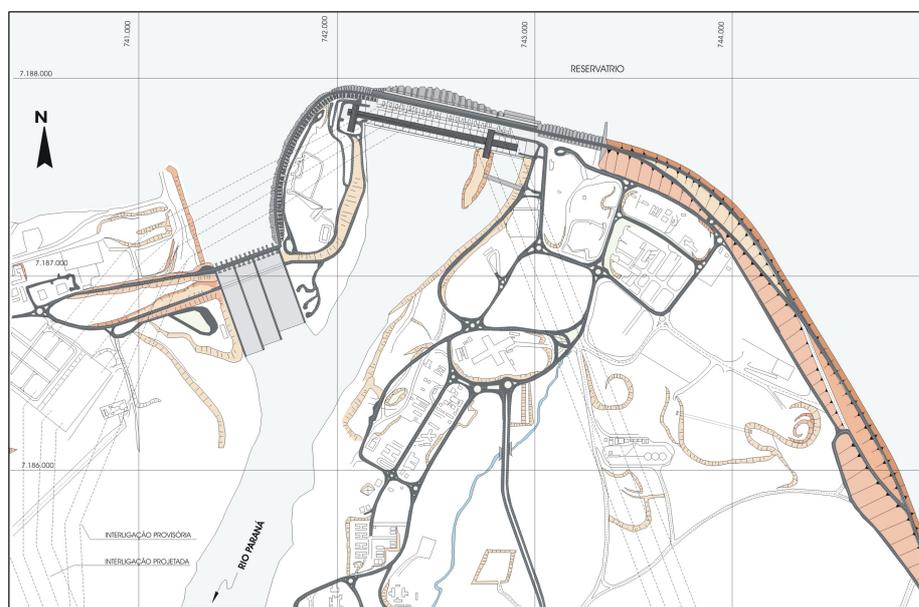
3 – BARRAGEM

A barragem é uma estrutura construída no leito do rio, podendo ser de terra, alvenaria ou concreto, a qual serve para represar a água e criar um reservatório. À medida que esse reservatório vai aumentando seu nível de água, a energia potencial da qual a usina dispõe aumenta, podendo gerar mais energia.

Na estrutura da barragem existem elementos que permitem o controle do nível da água no caso de cheias dos rios, podendo ou não ter comportas como é o caso do vertedouro. A tomada de água é a estrutura que permite a capta a água para o conduto forçado que a canaliza e a envia para as turbinas, esse podendo ser externos ou subterrâneos. E o canal de fuga é o local de saída da água após ela movimentar as turbinas.

A usina de Itaipu é feita, predominantemente de concreto, onde o reservatório tem uma elevação de 220 metros sobre o nível do solo, e a casa de força tem um comprimento de 968 metros e largura de 99 metros, onde existem 20 unidades geradoras. A tomada de água da usina é composta por 20 comportas com uma vazão de 750 m³/s cada, onde existem 20 condutos forçados com uma descarga nominal de 690 m³/s de água.

Figura 1 – Esquema da barragem na usina de Itaipú.



4 GERADOR

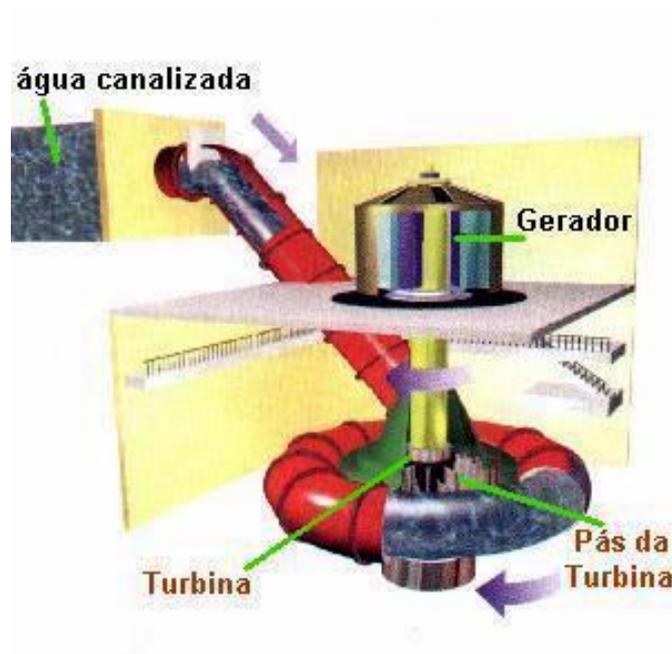
4.1 Funcionamento do gerador

O gerador é basicamente formado por um eixo, um excitador, um rotor e um estator. O gerador está mecanicamente acoplado à turbina a qual transforma a energia cinética da água em energia mecânica e, o excitador envia a corrente elétrica para o rotor, que é uma série de grandes eletroímãs os quais rodam dentro de uma espiral de fios de cobre, chamado estator. O campo magnético entre a espiral e os ímãs cria uma corrente elétrica.

O funcionamento do gerador está diretamente ligado a conceitos de diferença de potencial considerando essa variação, e o agente responsável por essa transferência é a força eletromotriz. Estando essa num circuito fechado imerso num campo magnético, a unidade de potencial é dada em Volt (V), já no sistema internacional é dado em Joule/Coulomb (J/C).⁽²⁾

Na usina hidrelétrica as bobinas são fixadas ao redor de um eixo formando um tipo de anel, onde ao redor, sobre um eixo móvel há um circuito, ligado a uma fonte de energia elétrica. Conforme figura 2, verifica-se o circulo montado pelas pás em torno do eixo fixo.

Figura 2: turbinas de um gerador



Uma corrente elétrica criará um campo magnético onde se encontram as bobinas fixas. Quando a parte do gerador fixado ao eixo gira, o campo magnético, criado pela corrente elétrica, varia na região onde se encontram as bobinas fixas, induzindo corrente elétrica.⁽³⁾

Em usinas hidrelétricas o movimento do campo magnético é obtido através da queda de água represada. Considerando que se deve controlar a vazão de água e ter o cuidado para que a água atinja um nível de energia suficiente para colidir com as pás da turbina, fazendo com que essas girem o circuito fixado ao eixo do gerador elétrico.

Após esse processo a energia passa pela subestação elevadora onde será transformada em alta tensão, após o transporte passara por subestações abaixadoras onde a energia será reduzida e transportada para o consumo da população.

O numero de geradores na usina varia conforme o seu tamanho e a quantia de água represada.

Os geradores da usina de Itaipu, 20 no total, tem 10 na frequência de 50 hz, de 823,6 MW de potência, e 10 na frequência de 60hz, de 737 MW, com tensão nominal de 18 Kv.

4.2 Principais partes de uma turbina hidráulica

Para haver uma produção mais eficiente de energia existem diversos tipos de turbinas que são adaptadas conforme aumentam a altura e vazão da água.

Nas turbinas de Pelton, não há palhetas fixas, mas um conjunto de bocais com uma agulha móvel, como uma válvula para controlar a vazão. Nessas turbinas a água é transformada em energia cinética pelo bocal acelerando-a até certa velocidade então, o jato de água, é dirigido para uma série de conchas curvas montadas em um rotor. Essas turbinas são usadas para quedas de água de 350 metros à 1100 metros, operando à uma velocidade maior que os outros tipos de turbinas.

Nas turbinas de Francis, o rotor tem a forma de um cilindro vazado com paredes formadas por palhetas curvas. Então, a água que entra é dirigida por um tubo em espiral e um sistema de palhetas fixas que forçam a água a atravessar a parede do rotor de forma radial, empurrando suas palhetas. Elas possuem um pré-

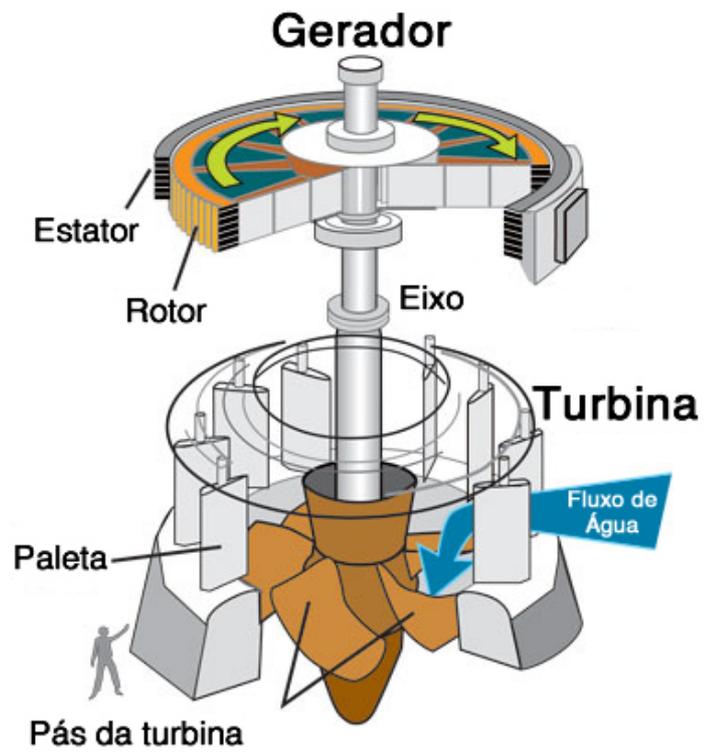
distribuidor, que é um conjunto de pás fixas, que regulam o ângulo de entrada da água, e um distribuidor, que é um conjunto de pás móveis as quais controlam a quantidade de água que entra no rotor, variando assim a potência gerada. As turbinas de Itaipu somam 20, do tipo Francis, com queda de água de 118,4 metros, tem a velocidade de 90,9 rpm a 50hz e 92,3 rpm a 60hz, com vazão unitária de 645 m³/s.

A principal função das turbinas é transformar energia hidráulica em energia mecânica. Para tal sua composição básica é formada por:

- Caixa espiral, que é uma tubulação que envolve o rotor, seu objetivo é distribuir a água igualmente na entrada da turbina;
- Pré-distribuidor, composto por anéis que são mentados em um conjunto de paletas fixas, tem influencia sobre a perda de carga e turbulência no escoamento, sua principal função é direcionar água para a entrada do distribuidor;
- Distribuidor, formado por palhetas móveis que se movimento ao mesmo tempo e de maneira igual, sua função é controlar a potencia da turbina, pois regula a vazão;
- Rotor e eixo, onde ocorre a conversão de potencia hidráulica em mecânica, no eixo da turbina;
- Tubo de sucção, é o duto de saída da agua, possui função de desacelerar o fluxo de agua para devolvê-la ao rio;
- Alternador, sua função é transformar energia mecânica em energia elétrica, o numero de pares de polos existentes, é proporcional a quantidade de eletricidade gerada por rotação completa do alternador.

A figura 3 apresenta uma ilustração de todos os componentes mencionados acima.

Figura 3: componentes do gerador



5 ENERGIA

São utilizadas diferentes tipos de energias nas atividades do cotidiano, como a energia hidráulica, potencial e cinética, mecânica e elétrica.

5.1 Energia hidráulica

É a energia obtida a partir da conversão de energia potencial de massas de água à energia mecânica através da rotação dos eixos das turbinas hidráulicas. A potência hidráulica máxima pode ser obtido através de um desnível, calculado por:

$$P = \rho Q H g \quad (\text{equação 1})$$

Onde,

- Potência (P): Watt(W)
- Queda (H): m
- Densidade (ρ): kg/m³
- Vazão volumétrica (Q): m³/s
- Aceleração da gravidade (g): m/s²

5.2 Energia potencial e cinética

A água represada apresenta energia potencial que se converte em cinética quando entra em movimento. Essa energia é transferida para as turbinas que movimentam o gerador e acabam por converter a energia cinética em elétrica. ⁽⁴⁾

5.3 Energia mecânica

A energia mecânica é a soma da energia potencial e cinética.

5.4 Energia elétrica

A energia elétrica pode ser obtida através da energia química, ou mecânica sendo essa última a fonte deste estudo, através de turbinas e geradores transformam essa forma de energia em elétrica. É obtida pela diferença de potencial entre dois pontos de um condutor gerando corrente elétrica em seus terminais.⁽⁵⁾

6 TRANSFORMADOR

O funcionamento de um transformador é baseado no fenômeno de indução eletromagnética, onde um circuito é submetido a um campo magnético variável e nele aparece uma corrente elétrica cuja intensidade é proporcional às variações do fluxo magnético.

Consistem de dois enrolamentos de fios envolvidos em um quadro metálico. Quando uma corrente alternada é aplicado ao primeiro enrolamento, produz um campo magnético proporcional à intensidade da corrente e ao número de espiras do enrolamento. O fluxo magnético é transmitido ao enrolamento secundário, onde ocorre uma indução eletro magnética, surgindo uma corrente elétrica que varia de acordo com a corrente do primeiro e a razão do número de espiras dos dois enrolamentos. A relação entre as voltagens é dada por $V_p/V_s=N_p/N_s$ e, as correntes, por $N_p/N_s=I_s/I_p$. Desse modo um transformador ideal, que não dissipa energia, com cem espiras no primário e cinquenta no secundário, percorrido por uma corrente de 1 Ampere, sob 110 Volts, fornece no secundário, uma corrente de 2 Amperes sob 55 Volts.

Os transformadores de Itaipu são monofásicos operando à frequência de 50hz com potência nominal de 825 MW, e 60hz com potência de 768 MW. Têm tensões superiores de 1.550 /110 kV e tensão inferior de 125 kV.

7 CONCLUSÃO

Através deste estudo, pode-se concluir que a energia elétrica é um recurso natural, amplamente explorado, principalmente no Brasil. Sendo fundamental para a economia do país, porém está associado ao alto custo de instalação e manutenção. Sendo muito utilizada por toda indústria e população em geral. Sua captação e transformação envolvem processos altamente tecnológicos.

BIBLIOGRAFIA

BONSOR, Kevin, 2007. Disponível em: <http://ciencia.hsw.uol.com.br/usinas-hidreletricas.htm> acesso em 04 de maio de 2014.

⁽⁴⁾BRANCO, Renata. **Energia mecânica elétrica**. 2012. Disponível em: < <http://www.manutencaoesuprimentos.com.br/conteudo/7513-energia-mecanica-eletrica>> Acesso em: 06 de maio de 2014.

⁽⁵⁾CAVALCANTE, Kleber. **Energia elétrica**. 2014. Disponível em: < <http://www.brasil-escola.com/fisica/energia-eletrica.htm>>. Acesso em: 27 de abril de 2014

CEPA,turmaB.2000 disponível em: < <http://www.cepa.if.usp.br/energia/energia2000/turmaB/grupo4/Frame2.htm>> acesso em: 03 de maio de 2014.

⁽³⁾CONÇALVES FILHO, Aurelio; TOSCANO, Carlos. **Física para o ensino médio**. Primeira edição, 4ª impressão, editora Scipione, pag 375 a 377. 2003.

⁽¹⁾Cruz, Carla Buiatti and Silva, Vicente de Paulo da **Grandes projetos de investimento: a construção de hidrelétricas e a criação de novos territórios**. *Soc. nat. (Online)*, Abr 2010, vol.22, no.1, p.181-190. ISSN 1982-45

⁽²⁾GRACIOLLI, Daniel; BALZAN JÚNIOR, Valmir; MENDONÇA JUNIOR, Jeferson; MILANI, Guilherme H.; PEREIRA, José Pereira. **Transformação e geração de energia elétrica**. 2011. Disponível em: < <http://www.cafw.ufsm.br/mostraciencias/2011/resumos/118.pdf>>. Acesso em: 06 de maio de 2014.

ITAIPU, binacional disponível em: < <ftp://itaftp.itaipu.gov.br/Imprensa/>> acesso em: 09/05/2014.