

Sistema Híbrido Eólico/Solar de Geração de Energia Renovável

David R. Zanghelini (Católica-SC) david@catolicasc.org.br
Rudinei A. Welter (Católica -SC) rudi@catolicasc.org.br
Julio C. Berndsen (Católica -SC) joberndsen@catolicasc.org.br
Djonny Weinzierl (Católica -SC) weinzierl@catolicasc.org.br
Tanatiana F. Guelbert, (UTFPR) guelbert@utfpr.edu.br

Resumo:

Este projeto de iniciação científica apresenta uma breve explanação da preocupação física, política e legal em que o Brasil se encontra em relação ao meio ambiente e a demanda energética. O estudo contempla a perspectiva a respeito do desenvolvimento e aprimoramento da tecnologia fotovoltaica e eólica juntamente com um estudo da arte, bem como, sua aplicação em um sistema que visa a integração das duas fontes e o tratamento necessário da energia para o consumo. Por fim, foi desenvolvido um protótipo educacional para simulação das etapas do processo de um sistema híbrido. Como considerações finais, o estudo identificou, preliminarmente, que o sistema híbrido eólico/solar de geração de energia renovável é viável em locais que não tem acesso ao sistema de energia elétrica convencional, tais como, propriedades rurais e vilarejos distantes.

Palavras chave: energia eólica, energia solar, fontes alternativas, sistema híbrido de geração de energia elétrica.

Hybrid System Wind/Solar Renewable Energy Generation

Abstract:

This undergraduate research project presents a brief explanation of the concern physical, political and legal in which Brazil has been in relation to the environment and the energy demand. A perspective on the development and improvement of the photovoltaic and wind power technology along with a study of art, their application in a system that aims to integrate the two sources and the energy treatment for consumption. Describe some common applications with basic design of a system of water pumping and residential system, along with a study of usage. A educational prototype was developed to simulate the stages of a hybrid system.

Key-words: solar, wind, alternative energy sources, hybrid system of electric power generation.

1. Introdução

Os Impactos ambientais causados por diversos tipos de geração de energia elétrica e a capacidade promissora do aproveitamento de novos recursos no Brasil estão chamando a atenção de muitos pesquisadores e investidores na área de geração de energias renováveis. Desenvolver métodos para reduzir o impacto ambiental, gerando uma energia limpa e renovável faz parte do interesse social e científico. Apesar de ainda não receber uma meta para redução de emissão de gases do efeito estufa, o Brasil é um dos países signatários do protocolo de Kyoto, que tem dentre vários compromissos: reformar os setores de energia, promover o uso de fontes energéticas renováveis, limitar as emissões de metano no gerenciamento dos resíduos do sistema energético, proteger florestas e outros sumidouros de carbono. Portanto, com esta visão global, a tendência para fontes alternativas é imperativa.

(CIÊNCIA E TECNOLOGIA, 2010; ONU, 2010).

O crescimento esperado do país exige a expansão das indústrias e isto exige mais geração de energia elétrica para suprir a demanda. Já existem muitos incentivos governamentais no Brasil e no mundo para pesquisa e desenvolvimento, fabricação e utilização de energias renováveis. Segundo Fraidenraich (2003), no Brasil esta em vigor desde 2002 a lei N° 10.438 que estabelece metas para expansão de geração através de fontes alternativas de energia. Isto demonstra a importância do tema e também a preocupação futura de suprir as necessidades, cada vez maiores, da humanidade. Projetos de demonstração de um sistema híbrido eólico/solar são citados por Fraidenraich (2003) como estratégia de desenvolvimento de uma tecnologia nacional no livro fontes renováveis de energia no Brasil. Além disto, existem dois sistemas híbridos de grande porte, instalados pelo centro de pesquisas de energia elétrica (CEPEL) em uma vila no Pará e outro na Amazônia, em cooperação técnica com um laboratório federal dos Estados Unidos (CRESESB, 2010).

As células fotovoltaicas tiveram redução significativa nos custos de fabricação em função da demanda ocasionada pelo apelo ambiental em vários países. Estudos indicam que este custo poderá reduzir ainda mais quando o processo de fabricação deixar de utilizar a tecnologia de purificação de silício de grau eletrônico (Si-Ge) já usada na indústria de eletrônicos. Uma purificação específica, silício de grau solar (Si-Gs), é objetivo de pesquisa e desenvolvimento, já que foi comprovado que a conversão de radiação em energia elétrica exige um grau de purificação menor do que as células usadas hoje (FRAIDENRAICH, 2003). Segundo Hinrichs (2010) a empresa alemã Enercon desenvolveu uma pá que tem eficiência de 56%. Este valor se encontra muito próximo do limite teórico de 59,3% descrito por Gusmão do Nascimento (2003). Portanto esses sistemas estão cada vez mais acessíveis e necessitam de análises constantes objetivando verificar a viabilidade de utilização por um maior número de usuários.

Conhecer as formas de integração é vital para o sistema híbrido, o que também torna indispensável o conhecimento de cada sistema de geração envolvido, tratamento da energia e os métodos para armazenamento. Descreve-se neste projeto a integração da energia solar e eólica visando o complemento de energia e a confiabilidade desse sistema já que se pode aproveitar a energia eólica mesmo sem sol, e aproveitar a energia solar mesmo sem vento.

2. Desenvolvimento

Por meio da energia primária encontrada na natureza em sua forma bruta, pode-se capturá-la e adaptá-la para o aproveitamento em forma de energia necessária para o homem. Farret (1999) descreve que o processo de transformação é dividido em três etapas: energia primária, sistema de conversão e carga elétrica. Neste estudo, propõe-se utilizar a energia primária da movimentação das massas de ar junto com aproveitamento dos raios solares, unindo estes sistemas, o que é denominado de sistema híbrido.

2.1 Sistema Solar

Nas células solares recentes, basicamente, o efeito fotovoltaico é o potencial elétrico estabelecido, entre dois materiais diferentes que passaram por um processo de dopagem, quando a junção destes é iluminada com radiação de fótons. Quando esta célula recebe luz, a energia dos fótons é absorvida pelos átomos do material, conforme pode ser visualizado na Figura 1. A constituição da célula fotovoltaica é similar a função do diodo comum.

Uma diferença de potencial de 0,5 Volts com corrente contínua dos elétrons é estabelecida na

barreira potencial da junção. Essa corrente é proporcional à quantidade de energia na luz incidente e também a área da célula fotovoltaica, podendo gerar 0,1 ampères por de célula com 1000 Watts por de luz solar. Para que essas células possam ser utilizadas são montados conjuntos de células conectadas em série, até atingir uma tensão suficiente para poder carregar uma bateria de 12 Volts, por exemplo. (HINRICHS, 2010; FRAIDENRAICH, 2003).

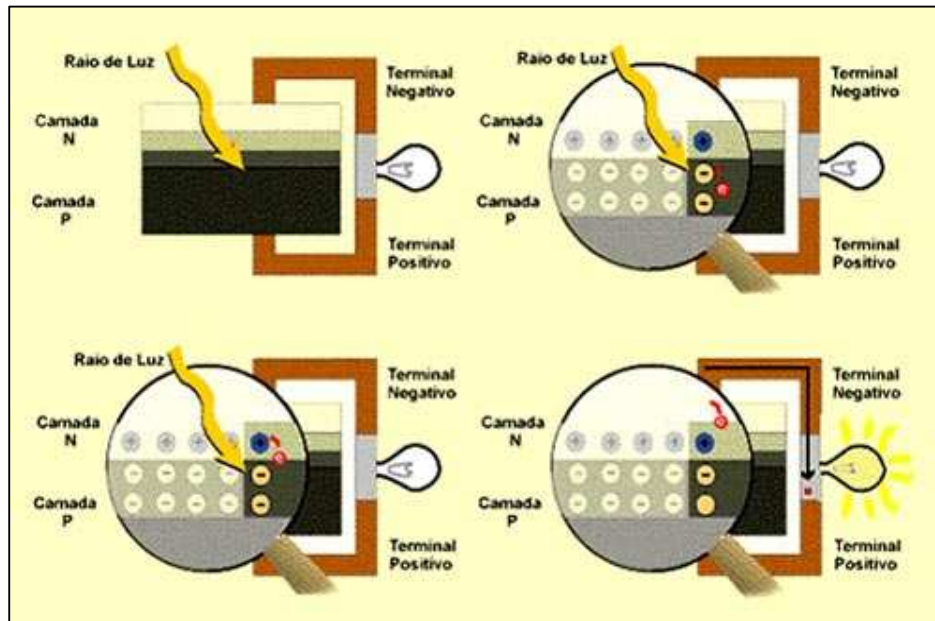


Figura 1 - Representação do efeito fotovoltaico

Fonte: (CRESESB, 2010)

2.2 Sistema Eólico

Em um sistema eólico convencional as pás capturam a energia cinética dos ventos girando o rotor que está ligado através do eixo ao gerador, transformando a energia mecânica da rotação em energia elétrica, conforme Figura 2. Um campo magnético será produzido por ímãs permanentes numa intensidade que atravessará um conjunto de enrolamentos. Ao variar no tempo, levará a indução de tensões nos terminais, visto através da Lei da indução de Faraday descrito por Farret (1999). Esta turbina é montada no alto de uma torre, para melhor o aproveitamento do vento que varia em cada local, dependendo de diversos fatores. De acordo com Hinrichs (2010) é possível conectar a geração eólica à rede de energia elétrica utilizando o inversor síncrono que transformará CC em CA com frequência de 60 Hz, como é o caso do Brasil.

Para sistemas menores, como os residenciais, aerogeradores diretamente com saída CC podem armazenar energia em baterias ou utilizar em equipamentos resistivos como aquecedores, torradeiras e lâmpadas (HINRICHS, 2010).

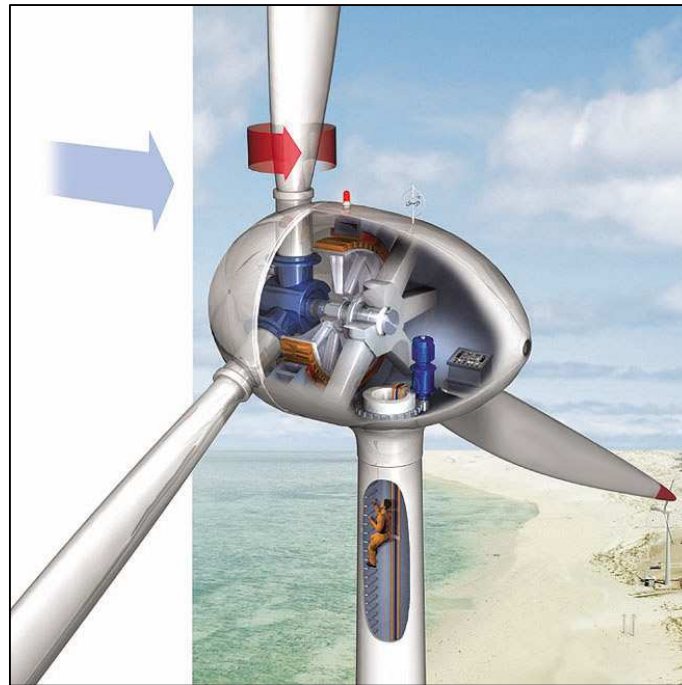


Figura 2 - Representação de um sistema eólico

Fonte: (PETROBRÁS, 2010)

2.3 Sistema Híbrido

O conceito do sistema híbrido, na geração de energia renovável, é aumentar a eficiência com a integração de novos sistemas ou sistemas já utilizados. A integração dos dois sistemas, eólico/solar, tem por objetivo a complementação, pois em dias nublados os ventos podem variar muito, ocasionando problemas com o sistema eólico, já, durante a noite não se pode obter energia da célula fotovoltaica. Diante deste cenário, apresenta-se a disposição do sistema proposto neste projeto, conforme Figura 3.

O sistema híbrido pode conter quaisquer tipos de geração, como é o caso da rede de energia elétrica no Brasil, que consiste em hidroelétricas, termoelétricas, eólicas, solar, entre outras e todas funcionam como geração híbrida suprindo uma rede comum.

Os geradores podem operar de acordo com as associações em série ou paralelo, no entanto, para a “geração”, é usual a associação em paralelo, pois a corrente gerada por diferentes fontes de energia é somada à rede elétrica, elevando a potência total.

O sistema híbrido pode operar diretamente conectado à carga, que pode ser utilizado para bombeamento de água e aplicações que não exijam estabilidade e eficiência. No sistema eólico/solar não se pode armazenar ventos e luz, por isso durante os períodos de baixa geração e para a utilização posterior, o método convencional de armazenamento são as baterias. Utilizando-se baterias estacionárias de ciclo profundo tem-se o melhor desempenho com 4 a 5 anos de vida útil, já, as baterias de chumbo ácido, nestas aplicações, tem sua vida útil limitada a 2 anos (CRESESB, 2010).

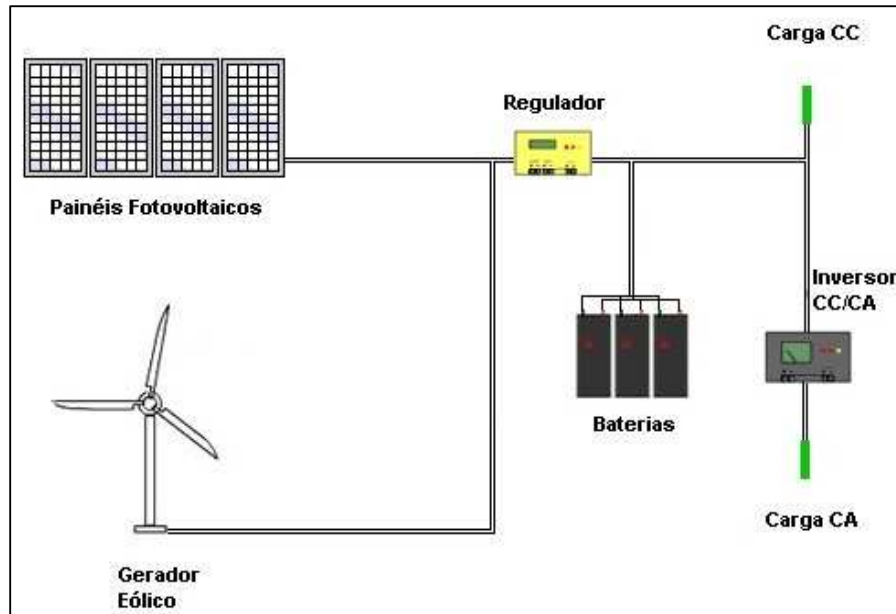


Figura 3 - Representação do sistema híbrido eólico/solar

Fonte: (BALNER, 2010)

Portanto, visando o armazenamento, o sistema pode operar ligado à bateria, mas deve-se configurar um sistema com controlador de carga, que regula os níveis de carga e descarga das baterias, garantindo o máximo de sua vida útil. Conforme Farret (1999) e Fraidenraich (2003) este sistema desconecta a geração quando as baterias se encontram com a tensão desejável, e desconectam a carga quando o nível de tensão for mínimo.

Se existe necessidade de CA então a configuração exige um inversor. Na inversão de CC para a CA a forma de onda pode ser quadrada até uma senoidal pura. Quanto mais quadrada a forma de onda invertida, maior será a limitação. Os inversores de onda quadrada são mais baratos e só podem ser usados em equipamentos específicos que possuem fontes de alimentação preparadas como: computadores, televisores e aparelhos eletrônicos que possuem fontes conversoras. Os semi-senoidais permitem uma gama maior de aplicações e os inversores com ondas senoidais de fidelidade podem ser usados em qualquer equipamento CA. Deve-se levar em consideração o fator de conversão e as cargas. O mesmo deve superar a potência de pico do equipamento de maior consumo. Motores exigem uma corrente muito maior na partida, antes de entrar em regime permanente, por isso todos os equipamentos devem ser analisados.

Outra alternativa, historicamente muito utilizada, é o princípio da bateria em águas confinadas em barragens e combustíveis. Utilizando a mesma estratégia, é possível bombear água para um reservatório servindo de bateria, que durante períodos de baixa geração eólica/solar pode-se utilizar a geração hídrica, e, desta forma, tornando a geração ainda mais limpa já que não necessita de baterias químicas (FARRET, 1999; HINRICHS, 2010).

Pode-se, ainda, aplicar o sistema operando hibridamente com a rede de energia elétrica convencional, e toda produção excedente pode ser vendida para as concessionárias

(HINRICHS, 2010).

2.4 Eficiência Energética

Para dimensionar qualquer sistema de geração de energia de baixa potência, seja residencial, predial ou rural, é recomendado revisar as cargas. Faz-se necessário buscar uma redução do consumo de energia elétrica através de equipamentos de alta eficiência. Atualmente, por meio de um selo (Figura 4), o programa nacional de conservação de energia elétrica (PROCEL) tem importante papel, que auxilia os usuários na identificação de equipamentos que consomem menos energia. Por meio deste selo, o usuário estará contribuindo com a economia e consequentemente com redução de vários fatores do longo processo de agressão ao meio ambiente. No entanto, ressalta-se a importância de uma consciência global voltada para a necessidade e prioridade de redução das fontes de energias não renováveis.



Figura 4 – Selo PROCEL

Fonte: (ELETROBRAS, 2011)

3. Protótipo

O protótipo foi construído e desenvolvido nos laboratórios do Centro Universitário da Católica Santa Catarina, campus de Jaraguá do Sul. Primeiramente foram determinadas as características de cada componente para aquisição como por exemplo: Painel solar, baterias, conversores, sinalizadores, potenciômetros, chaves e outros. Com base no design desenvolvido e previamente concebido foi construído o protótipo. Na Figura 5 pode-se observar o conjunto integral que tem por finalidade simular as fontes de energia híbrida (solar e eólica).



Figura 4 – Selo PROCEL

Fonte: (ELETROBRAS, 2011)

4. Considerações Finais

São muitas as aplicações para a energia solar e eólica, dentre as mais utilizadas estão as telecomunicações, que se tornaram mais estáveis e autônomas em virtude da substituição dos geradores a combustível, pois a única manutenção será ao fim da vida útil da bateria, em média 3 anos. Sistemas de iluminação pública com fontes alternativas são cada vez mais frequentes. Os sistemas de emergência e sinalização no mar também funcionam muito bem com energia solar, da mesma forma são utilizados para refrigeração de medicamentos em postos de saúde móveis, no entanto, pode-se considerar que a aplicação mais importante seja para vilas ou lugares em que a rede de energia elétrica não atende devido à distância e viabilidade. Povoados pobres ou distantes tem sido beneficiados cada vez mais com fontes alternativas para iluminação e bombeamento de água, contribuindo com a melhoria da qualidade de vida destas populações. Nestas aplicações, estudos indicam que o investimento é viável, as fontes eólica e solar são bem recebidas e possuem futuro promissor.

A ideologia do sistema híbrido de energia é de extrema importância para o futuro das gerações, pois diversas fontes de energia alternativas buscam a integração entre o homem e a natureza visando um equilíbrio sustentável. Existe uma tendência de geração de pequeno porte suprindo parcialmente ou até mesmo totalmente as necessidades de consumo, nesse caso um sistema híbrido busca a complementação entre diversas fontes alternativas, ampliando assim a confiabilidade de geração.

Em países como Japão, Alemanha e EUA, a aquisição desses sistemas é viável devido a incentivos governamentais, controle do conhecimento de tais tecnologias e preço da energia da rede elétrica mais caro. No Brasil, ainda é inviável utilizar esta aplicação, pois o custo da energia da rede elétrica brasileira é muito mais acessível.

Mesmo com incentivos governamentais para importação de equipamentos, o atual processo torna-se muitas vezes inacessível, considerado viável apenas em sistemas rurais, vilarejos distantes e telecomunicações. Entretanto, o Brasil ainda tem metas para cumprir e o futuro visa muitas fontes alternativas com promessa de pesquisa e desenvolvimento nacional segundo a lei N° 10.438, de 26 de Abril de 2002.

Referências

BALNER. *Instalación Híbrida Eólico-Solar*. Disponível em <http://www.balner.com>. Acesso em: 23 Set. 2010.

CIÊNCIA E TECNOLOGIA. *Protocolo de Quioto. Mudanças Climáticas*. Disponível em: <http://www.mct.gov.br>. Acesso em: 06 Out. 2010.

CRESESB. *Energia Solar Fotovoltaica*. Disponível em <http://www.cresesb.cepel.br>. Acesso em: 23 Set. 2010.

ELETOBRAS. *Selo PROCEL*. Disponível em <http://www.eletobras.com/elb/procel/main.asp>. Acesso em: 02 Jun. 2011.

FARRET, Felix Alberto. *Aproveitamento de Pequenas Fontes de Energia Elétrica*. Santa Maria: Ed da UFSM, 1999.

FRAIDENRAICH, Naum. *Análise de viabilidade econômica*. In: TOLMASQUIM, Mauricio Tiomno (Org.). *Fontes Renováveis de Energia no Brasil*. Rio de Janeiro: Ed Interciência, 2003.

FRAIDENRAICH, Naum. *Descrição da tecnologia fotovoltaica*. In: TOLMASQUIM, Mauricio Tiomno (Org.). *Fontes Renováveis de Energia no Brasil*. Rio de Janeiro: Ed Interciência, 2003.

GUSMÃO DO NASCIMENTO, Marcos Vinícios. *Descrição da tecnologia eólica*. In: TOLMASQUIM, Mauricio Tiomno (Org.). *Fontes Renováveis de Energia no Brasil*. Rio de Janeiro: Ed Interciência.

HINRICHS, Roger A. (Org.). *Eletricidade de fontes solares, eólicas e hídricas*. In: _____. *Energia e Meio Ambiente*. 4. ed. norte americana: Ed Cengage Learning, 2010.

ONU. *Protocolo de Quioto. Nações unidas no Brasil*. Disponível em <http://www.onu-brasil.org.br>. Acesso em: 06 Out. 2010.

PETROBRÁS. *Turbina Eólica*. Disponível em <http://www.perfecta.art.br>. Acesso em: 23 Set. 2010.