



Revisão sobre energia eólica e transmissão de dados via wireless de um aerogerador

Monir Göethel Borba¹, Lírío Schaeffer²

¹ Universidade Federal do Rio Grande do Sul (monir.borba@ufrgs.br)

² Universidade Federal do Rio Grande do Sul (schaefer@ufrgs.br)

Resumo

O presente artigo apresenta uma revisão sobre o controle de variáveis importantes para o correto funcionamento de um aerogerador. Normalmente aerogeradores são instalados em locais de difícil acesso e que não contam com a presença de uma rede elétrica tradicional. Visando aumentar ao máximo a vida útil destes equipamentos, é importante haver o controle de variáveis que possam causar algum problema no funcionamento. A temperatura deve ser monitorada, pois quando está acima do normal pode ocasionar derretimento do revestimento das peças. Temperaturas muito baixas também influenciam, pois pode causar o congelamento de partes móveis. Outro quesito que deve ser monitorado é a velocidade do rotor. Os aerogeradores possuem uma velocidade máxima de rotação para extração da energia cinética do vento. O excesso de rotação também pode ocasionar a quebra das pás através do aumento da força incidente do vento nas pás. As informações da temperatura e velocidade de rotação podem ser obtidas através de um hardware, que realiza leituras dos sensores e as repassa para o usuário, através de redes de comunicação sem fio. De posse dos valores mensurados, o usuário poderá tomar as decisões de controle desejadas.

Palavras-chave: Aerogerador. Temperatura. Rotação. Rede de comunicação sem fio.

Área Temática: Energia e Energias Renováveis.

Review about Wind energy and wireless data transfer of a wind turbine

Abstract

This study presents a review about the control of important variables for the correct operation of a wind turbine. Typically wind turbines are installed in places of difficult access and lack of a traditional power grid. Aiming to maximize the lifetime of these devices, it is important to have control of variables which could cause a problem. The temperature should be monitored because when it is above the normal can lead to melting of the coating of parts. Very low temperatures also influence because it can cause the freezing of moving parts. Another parameter that should be monitoring is the rotor speed. Wind turbines have a maximum speed for extraction of kinetic energy from the wind. Excessive speed can also cause breakage of the blades by increasing the incident wind strength is spades. Information about temperatures and rotation speed can be obtained through a hardware that performs sensor readings and pass to user through wireless communication networks. With the measured values, the user can make the desired decisions about the wind turbine

Key words: Wind turbine. Temperature. Rotation. Wireless network.

Theme Area: Energy and Renewable Energy



1 Introdução

A necessidade de fontes de energias renováveis que possam substituir as fontes fósseis aumenta a cada dia. Não só pela consciência ambiental, mas pelo fato de fontes fósseis serem finitas. Neste contexto, as energias renováveis vêm ganhando destaque na matriz energética de muitos países. No Brasil, o número de aerogeradores aumenta gradativamente conforme esta opção de energia se torna viável. Devido ao elevado custo inicial destes materiais é preciso aumentar a sua vida útil ao máximo. Para que isso ocorra, o aerogerador deve operar com condições limites de temperatura e velocidade. Com este intuito é importante haver um gerenciamento, muitas vezes remoto, de informações de funcionamento do aerogerador.

2 Energia eólica

As primeiras utilizações desta fonte de energia pelo homem remete a antiguidade, quando a força dos ventos era usada para mover embarcações a vela ou para girar um moinho. Desde então o uso da energia eólica vem sendo aprimorada. Hoje a sua principal utilização está concentrada na geração de energia elétrica através de aerogeradores. Com a crescente busca de fontes de energias alternativas, a energia eólica é considerada como uma das mais promissoras fontes naturais. O vento não se esgota, é uma energia limpa, amplamente distribuída globalmente e pode ser utilizada para substituir fontes de combustíveis fósseis, auxiliando na redução do efeito estufa.

3 Aerogeradores

O aerogerador (também chamado de turbina eólica) é uma das peças principais de um sistema de geração de energia eólica. Ele é quem transforma a ação do vento em energia elétrica quando a energia cinética do vento prova o movimento rotativo nas pás que estão conectadas a um gerador elétrico no interior do aerogerador. As turbinas eólicas possuem varias configurações, podendo ser divididas quanto ao tipo da turbina (interação entre as pás e o vento), tipo do rotor e número de pás.

A primeira forma de classificar um aerogerador é em relação ao tipo de turbina, que pode ser de arraste ou de sustentação. Os equipamentos dotados de turbina de arraste têm suas pás empurradas pelo vento. O nome “arraste” vem do efeito das forças de fricção, que agem na direção paralela à superfície de um objeto. Sendo assim, o arraste é a força que faz resistência ao movimento da pá do aerogerador através do ar. Esta configuração é pouco eficiente, pois a velocidade das pás não consegue ultrapassar a velocidade do vento. A outra configuração de turbina possível é turbina de sustentação. O seu funcionamento está baseado no mesmo conceito utilizado para o funcionamento de aeronaves. O vento passa mais rapidamente sobre o lado mais extenso formado pelo contorno da superfície da pá, criando assim uma área de baixa pressão. A diferença de pressão entre as duas superfícies resulta em uma força de sustentação, rotacionando as pás do aerogerador. Este é o tipo mais utilizado para geração de energia elétrica.

Outra forma de classificar os aerogeradores é em relação ao tipo do rotor, que pode ser de eixo vertical ou horizontal. O rotor de eixo vertical possui o gerador elétrico instalado na sua base, o que auxilia na captação de ventos sem precisar um mecanismo de orientação. Os rotores de eixo horizontal são mais eficientes que os de eixo vertical, mas necessitam de um sistema de controle de posicionamento do rotor. Este sistema posiciona o rotor na direção de maior força do vento. São facilmente encontrados nos parque eólicos espalhados pelo mundo.

Com relação à quantidade de pás que compõem uma turbina eólica, existem máquinas com uma, duas, três ou multipás. Equipamentos com duas pás apresentam elevada eficiência



na geração de energia elétrica, mas são instáveis e propensos a turbulências durante o funcionamento. Os aerogeradores com três pás são os mais comumente utilizados para geração de energia elétrica, pois apresenta uma maior estabilidade no seu funcionamento. O modelo composto por multipás têm a sua principal aplicação no bombeamento de água em poços artesianos.

4 Temperatura e velocidade

O controle de algumas variáveis durante o funcionamento do aerogerador é necessário para prolongar o seu perfeito funcionamento. O controle da temperatura e da velocidade do aerogerador são importantes para evitarem o desgaste prematuro de muitas peças e até a sua posterior quebra. Existem diversas técnicas para o controle destas variáveis, levando em conta o tamanho do equipamento a ser observado.

O monitoramento do comportamento da temperatura permite que seja possível identificar avarias na turbina eólica, possibilitando que medidas de segurança sejam tomadas a fim de preservar o equipamento. Pelo fato do aerogerador possuir no seu interior uma máquina elétrica girante ocorre elevação na temperatura por causa do atrito. Esta elevação não é prejudicial desde que se mantenha dentro de um limite preestabelecido pelo fabricante. A dissipação elétrica que ocorre nos enrolamentos do gerador elétrico também é um fator que contribui para a elevação da temperatura do aerogerador. Os problemas que o aquecimento elevado pode causar dependem do valor que foi atingido, bem como o tempo que o equipamento permaneceu nesta temperatura e variam desde fusão do verniz isolante do enrolamento até o caso extremo de pegar fogo. Não é somente a alta temperatura que pode prejudicar o correto funcionamento do aerogerador. Uma temperatura muito baixa pode ocasionar uma grande condensação na parte interna do estator do gerador elétrico e ocasiona um curto circuito. Também pode ocorrer o congelamento de partes móveis e de fluidos refrigerantes.

A temperatura no interior do aerogerador pode ser mensurada através da utilização de sensores. Existem diversos tipos de sensores que dependem do local da sua aplicação. Podem ser termistores, termopares, termoresistências, sensores eletrônicos ou circuitos integrados. Os sensores de temperatura mais utilizados são os termopares, devido a sua simplicidade e confiabilidade. O termopar é um transdutor que compreende dois pedaços de fios dissimilares, unidos em uma das extremidades. O seu funcionamento está baseado na descoberta feita por Thomas J. Seebeck, que observou uma circulação de corrente elétrica quando a junção de um circuito fechado formado por dois metais diferentes foi submetida a uma diferença de temperatura. Com isto é possível medir a tensão de circuito aberto, através da junção de referência. Esta tensão é chamada tensão de Seebeck e aumenta à medida que a diferença de temperatura entre as junções aumenta, possibilitando a medição de diferença de temperaturas.

Outro fator que também merece cuidados durante o funcionamento de uma turbina eólica é a velocidade com que as pás vão girar. Existe um problema entre a teoria e a prática neste quesito. Como o objetivo da instalação de um aerogerador é produzir energia elétrica, na teoria, de um modo geral, quanto mais forte for a velocidade do vento, mais rápido as pás vão girar e maior será a quantidade de energia produzida. Na prática isto não é possível e não é desejado. Os aerogeradores são projetados e fabricados para atingirem a sua potência máxima de extração de energia com uma determinada velocidade de vento, devido às limitações físicas que os seus componentes apresentam. Se as pás girarem com uma alta velocidade, o vento vai encarar a elevada rotação das pás como um obstáculo, por exemplo, uma parede. Outro motivo para o controle da velocidade de rotação é que com ventos muito fortes as tensões internas que existem no material das pás podem superar a tensão de ruptura do material e ocasionar a quebra das pás.



O controle de velocidade de um aerogerador pode ser realizado mecanicamente através de freios ou de forma aerodinâmica por duas opções: controle ativo (*pitch*) ou controle passivo (*stall*). O controle mecânico é utilizado em aerogeradores de grande porte, geralmente como segundo ou terceiro mecanismos de parada, atuando no caso de falha do mecanismo principal. O mecanismo de freios tem seu funcionamento baseado no atrito entre duas peças, chamadas de pinças ou sapatas e um disco que fica preso ao eixo do gerador elétrico. O atrito que ocorre durante a frenagem pode dissipar muito calor, gerando o desgaste das peças e posterior troca ao fim de sua vida útil. O controle aerodinâmico de velocidade quando realizado de forma ativa é chamado de *pitch*. Seu funcionamento está baseado em um sistema que rotaciona as pás em torno do seu eixo longitudinal. Este movimento ajuda a modificar o ângulo que é formado entre a pá e a incidência do vento e tem como objetivo principal deixar as pás em uma posição paralela à direção do vento. No controle *stall*, que atua de forma passiva na redução da velocidade, as pás são desenvolvidas para que diminuam a rotação do aerogerador a partir de uma determinada velocidade do vento. As pás são fixas em relação ao seu eixo longitudinal. No caso dos aerogeradores de grande porte são utilizadas as três formas de controle de velocidade de maneira que uma complemente a outra.

5 Aquisição da informação

Para que ocorra qualquer tomada de decisão a respeito do controle da temperatura e da velocidade de um aerogerador é preciso que seja efetuada a leitura e interpretação dos dados obtidos pelos sensores. Para este propósito existem hardwares conhecidos como placas de aquisição de dados e são compostas por componentes eletrônicos, entradas e saídas digitais e analógicas e micro controladores. Dependendo do propósito do usuário existe uma gama muito grande destas placas e este hardware pode contar com dispositivos para comunicação sem fio e/ou rede Ethernet, display de LCD, relés, LED e outros.

Uma placa de aquisição de dados que está popularizada mundialmente e é utilizada em inúmeras aplicações é o Arduino, mostrada na figura 1. O Arduino ganhou notória popularização por vir de encontro com uma tendência mundial entre desenvolvedores de hardwares e softwares: ser uma plataforma de código aberto. Qualquer pessoa com conhecimento de circuitos eletrônicos pode fazer alterações dependendo da necessidade. Esta placa é composta por um microcontrolador, entradas e saídas digitais e analógicas que podem realizar a comunicação com diversos tipos de sensores e atuar no controle de lâmpadas, motores e outros dispositivos. Também é possível comunicar em tempo real com um computador através de um conector USB.

Figura 1 – Arduino





O Arduino por si só já é uma ferramenta muito eficiente, sendo que é possível acrescentar expansões de funcionalidades a ele. Estas expansões são chamadas de *shields* e disponibilizam funções mais específicas, tais como manipulação de motores, módulo bluetooth e sistemas de rede sem fio, como mostrado na figura 2.

Figura 2 – Shield para rede wireless ZigBee



6 Aquisição das informações

Devido ao fato de os aerogeradores de pequeno porte muitas vezes ser instalado em um local de difícil acesso é necessário o uso de equipamentos que possibilitem o gerenciamento remoto do equipamento. Existem dispositivos que possibilitam a transmissão de dados via rede de comunicação sem fio. Dentre as tecnologias existentes para esta função, as mais conhecidas são o Bluetooth, Wifi, ZigBee e o GSM/GPRS.

Em conjunto com o uso do Arduino, a rede mais comumente usada é o ZigBee, pois é uma rede voltada para o monitoramento, controle e automação residencial. Tem como principal função interligar sensores a unidades de controle com ênfase no baixo consumo de energia, segurança, baixo custo, aplicações que não necessitam de grandes taxas de transmissão de dados e ser baseada em uma norma aberta global. A rede ZigBee é desenvolvida pela ZigBee Alliance e pode ser caracterizada como uma malha que apresenta vários percursos entre cada dispositivo. Esta função permite desviar de um possível ponto de falha, podendo dispor de até 65.535 dispositivos, como o da figura 4, para cada módulo coordenador.

Figura 3 – Shield para rede wireless ZigBee





Outra rede de transmissão que pode ser aplicada para o monitoramento de aerogeradores é a rede GSM/GPRS, conhecida também como rede celular. A principal vantagem desta tecnologia é que ela faz uso da infraestrutura já existente das antes de transmissão de operadoras de telecomunicações. Com esta infraestrutura já pré-existente é possível obter grandes distâncias entre o local monitorado e o centro de controle. Seu funcionamento está baseado em realizar a transmissão dos dados obtidos pela placa de aquisição para um servidor na internet. A figura 4 apresenta uma rede GSM/GPRS desenvolvida para monitoramento de aerogeradores.

Figura 4 – Rede GSM/GPRS



A tecnologia GSM/GPRS traz a vantagem de transferir informações a respeito do que está sendo monitorado via rede 3G ou redes sociais. Os dados coletados são armazenados em um software que faz o envio, via mensagem de texto ou rede social, da atual situação do que está sendo observado. As figuras 5 e 6 mostram, respectivamente, uma mensagem de texto alertando sobre a intensidade da vibração na torre de um aerogerador e mensagem na rede social Twitter.

Figura 5 – Mensagem de texto no celular

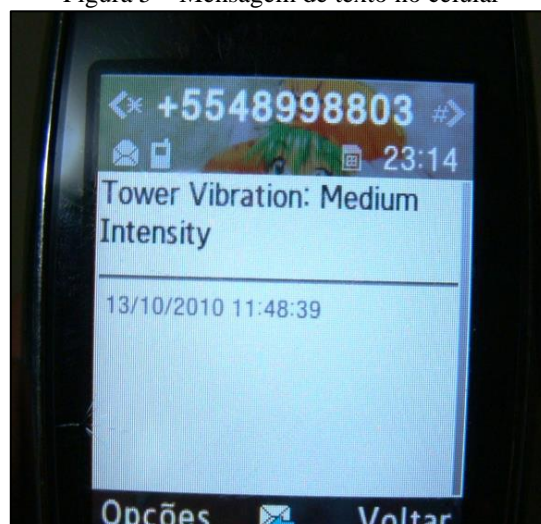




Figura 6 – Mensagem no Twitter



7 Considerações finais

Com a necessidade de explorar novas formas de geração de energia, as energias alternativas ganham cada vez mais importância. A energia eólica vem crescendo a cada dia no mundo todo como uma das principais fontes renováveis. Infelizmente o preço de um aerogerador ainda é elevado, o que torna importante o seu monitoramento para garantir o correto funcionamento. A temperatura e a velocidade com que o aerogerador está operando possuem um papel fundamental para o prolongamento do funcionamento do equipamento. É importante haver um monitoramento da temperatura e da velocidade de rotação das pás. Através de uma rede de comunicação sem fio é possível realizar o gerenciamento destas variáveis e, caso seja necessário, intervir no seu funcionamento.

Referências

- ACKERMANN, T. – **Wind power in power systems**. Chichester (UK): John Wiley & Sons, 2005.
- BATISTA, N. C.; MELÍCIO, R.; MATIAS, J. C. O.; CATALÃO, J. P. S. – **Photovoltaic and Wind energy systems monitoring and building/home energy management using ZigBee devices within a smart grid**. *Energy*, v. 49, p. 306-325. 2013.
- CASTRO, R. M. G. – **Introdução à energia eólica**. Universidade Técnica de Lisboa, 2008.
- CUSTÓDIO, R. S. – **Energia eólica para produção de energia elétrica**. Rio de Janeiro: Eletrobrás, 2009.
- GRUBER, V. – **Sistema de monitoramento remoto baseado em rede celular GSM/GPRS para gerenciamento de desgaste de pastilhas de freio e vibração da torre em aerogeradores**. 2007. 94p. Dissertação (Mestrado em Engenharia, área de Processos de Fabricação) Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2007.
- GRUBER, V.; SCHAEFFER, L.; SILVA, J. B.; RESTIVO, T. M. – **Model for remote data acquisition and monitoring integrating social media, NTIC's and 3G cell phone**



networks applied to monitoring small wind turbine. Journal of Telecommunications, v. 7, 2011.

MOREIRA, L. – **Medição de temperatura usando-se termopar.** Cerâmica Industrial, 2002.

ROSA, M. – **Monitoramento de temperatura do motor de aerogeradores de pequeno porte utilizando power line communication – plc.** 2012. 102p. Dissertação (Mestrado em Engenharia, área de Processos de Fabricação) Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012.

SILVA, O. L. – **Limitador de rotação para gerador eólico.** Projeto Bolsas IEL - SEBRAE - CNPq para Apoio ao Desenvolvimento Tecnológico de Micro e Pequenas Empresas. 2010.

SPACEK, A. D. – **Sistema de gerenciamento remoto de temperatura via rede wireless ZigBee aplicado a aerogeradores de pequeno porte.** 2012. 82p. Dissertação (Mestrado em Engenharia, área de Processos de Fabricação) Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012.

TARNOWSKI, G. C. – **Metodologia de regulação de potência ativa para operação de sistemas de geração eólica com aerogeradores de velocidade variável.** 2006. 124 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia, área de Processos de Fabricação) Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012.