

Sistema Sem Fio de Monitoramento de Temperatura para Bombeamento d'Água

Larissa Aguiar, Marieliton M. Barbosa, Thiago A. E. Alves, Tulio I. O. de Medeiros, Fabrício B. S. de Carvalho*

* Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica – Departamento de Engenharia Elétrica – Centro de Energias Alternativas e Renováveis (CEAR)
Universidade Federal da Paraíba – UFPB

Emails: larissa.aguiar@cear.ufpb.br, marielitonmb@gmail.com, thiagoalves@gmail.com, tulio.italo91@gmail.com, fabricio@cear.ufpb.br.

Resumo—Este artigo tem como objetivo descrever a implementação de uma solução de alarme, supervisão e tomada de decisão automática de um processo de monitoramento de temperatura para um sistema de bombeamento hidráulico. Por meio da integração entre sistema supervisor, microcontrolador, tecnologia ZigBee e sensores de temperatura, é possível prover a segurança necessária para o correto funcionamento do sistema dentro das condições operacionais esperadas.

Palavras-chave— Comunicação Sem Fio, Sensores, Controlador, Arduino.

I. INTRODUÇÃO

Em todo sistema automático para tomada de decisão é importante dispor de um preciso controle das grandezas elétricas e físicas que podem influenciar sua produtividade. Dentro desse contexto, o monitoramento remoto da temperatura de um sistema de bombeamento é uma aplicação palpável e comercial.

Neste trabalho, o sistema desenvolvido é responsável pelo monitoramento da temperatura de uma bomba d'água. Tal monitoramento é realizado do seguinte modo: um microcontrolador Arduino Atmega 328 processa informações de um sensor de temperatura LM35 que seria acoplado à bomba, e envia estas informações por meio de um módulo de comunicação XBee®, que opera na faixa de rádio de 2,4GHz (denominada ISM – *Industrial, Scientific and Medical*). Os dados coletados são transmitidos por esse módulo e recebidos pelo seu correspondente receptor, fisicamente acoplado a um computador, via porta serial. Após processados, os dados são exibidos na tela do computador por intermédio de uma interface de monitoramento.

O estudo das técnicas de controle de processo com ênfase no controle remoto de motores é abordado, com frequência, nas instituições da área da Engenharia devido à possibilidade da comprovação dos testes realizados em laboratório com as situações práticas encontradas no cotidiano [1].

A Figura 1 apresenta, em diagrama de blocos, o sistema final proposto pelo artigo para o monitoramento e controle da temperatura. Os dispositivos e mecanismos utilizados para este controle são descritos na Seção II. Na Seção III é apresentada a metodologia experimental adotada e os resultados preliminares obtidos, bem como as conclusões, são apresentadas na Seção IV.



Figura 1. Diagrama de blocos do sistema de controle de temperatura em bombas d'água.

II. DESCRIÇÃO DOS COMPONENTES DO SISTEMA PROPOSTO

A. Arduino®

A placa Arduino® é constituída de um microcontrolador Atmel AVR de 8 bits e componentes auxiliares para viabilizar a programação e a incorporação de outros circuitos. Tais placas permitem aos usuários um ambiente de desenvolvimento de hardware e software de forma totalmente aberta [2].

B. Sensor LM35®

Dentro do âmbito deste projeto, o sensor utilizado foi o LM35, fabricado pela National Semiconductor. Este sensor apresenta uma saída de tensão linear relativa à temperatura ao ser alimentado por uma tensão de 4 a 20 Vdc, tendo em sua saída um sinal de 10mV para cada Grau Celsius de temperatura. O LM35 apresenta valores de temperatura com variações menores que 1°C.

C. Módulo XBee

O XBee® é um módulo desenvolvido pela empresa Digi, que possibilita a comunicação em uma rede ZigBee com diversos dispositivos. Para realizar as suas configurações, atualizações e outras funções, o *software* X-CTU foi desenvolvido pelo fabricante [3].

III. METODOLOGIA EXPERIMENTAL

Para desenvolver o sistema proposto foi desenvolvida uma rotina computacional no Arduino e uma interface para o usuário visualizar e registrar a temperatura que está sendo monitorada.

A rotina implementada no Arduino lê a saída do sensor LM35 em miliVolts e em seguida realiza o tratamento deste

dado para ser exibido em °C. Obtendo o valor da temperatura, a rotina aguarda os comandos de controle da interface do sistema. Na interface, o usuário pode requisitar a qualquer momento o valor atualizado da temperatura e armazená-la em um arquivo de texto. O monitor da interface pode ser observado na Figura 2.

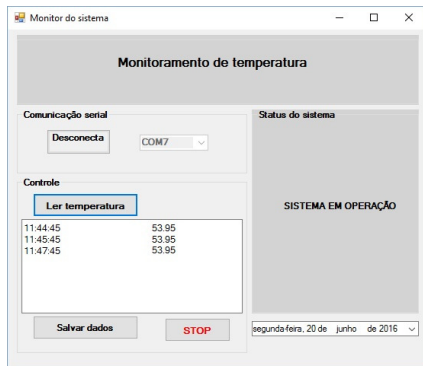


Figura 2. Interface do sistema desenvolvido.

No momento em que a temperatura da bomba hidráulica atinge o valor de 70 °C (temperatura próxima da temperatura crítica de operação de bombas residenciais) [4], o Arduino envia um sinal de alerta com o valor da temperatura por meio do XBee. Na outra ponta da comunicação, outro XBee recebe esse dado e o envia por meio da comunicação serial para a interface de monitoramento, que por sua vez mostra o valor desta temperatura e uma mensagem de alerta. Caso a temperatura continue a aumentar até chegar aos 80 °C (temperatura crítica de operação) [4], o Arduino está programado para desligar a bomba hidráulica, que está ligada por meio de um circuito de condicionamento do nível de tensão do Arduino para a tensão de operação da bomba. Após isso, outro sinal de alerta é enviado por meio do XBee. Ao receber este segundo alerta, a interface exibe o valor da nova temperatura e uma segunda mensagem é exibida na tela, informando o desligamento da bomba hidráulica. Na Figura 3 é mostrada a configuração experimental adotada.

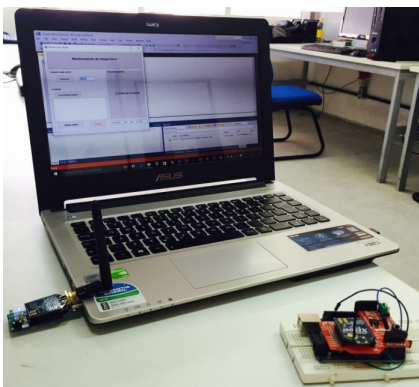


Figura 3. Montagem experimental.

Para aferir o alcance da comunicação, testes com 2 módulos ZigBee foram realizados em ambientes *indoor* (fechado) e *outdoor* (aberto). Na Figura 4 são apresentados os dados coletados

durante estes testes e os modelos de propagação de Friis e Log-distância. Como pode ser observado, as curvas encontradas têm um comportamento semelhante ao das curvas teóricas durante a maior parte do teste. Os obstáculos encontrados em ambiente *indoor* como as paredes, por exemplo, dificultam a comunicação entre os módulos ZigBee. Assim, o alcance máximo para ocorrer a comunicação em ambientes *indoor* e *outdoor* é de 50 m e 220 m, respectivamente. Pode-se perceber que à medida que um módulo se distancia de outro, o sinal que contém a informação perde potência até que este dado não seja mais recebido.

Em relação ao alcance, os resultados adquiridos experimentalmente foram inferiores ao especificado pelo fabricante para a transmissão em ambiente *outdoor*. O fabricante dos módulos ZigBee garante um alcance de até 3,2 km para este tipo de aplicação. Porém, os testes realizados corresponderam a apenas 6,87% do valor máximo descrito pelo fabricante. Mesmo obtendo resultados limitados, o alcance dos módulos viabiliza a comunicação para o monitoramento de temperatura para bombeamento d'água.

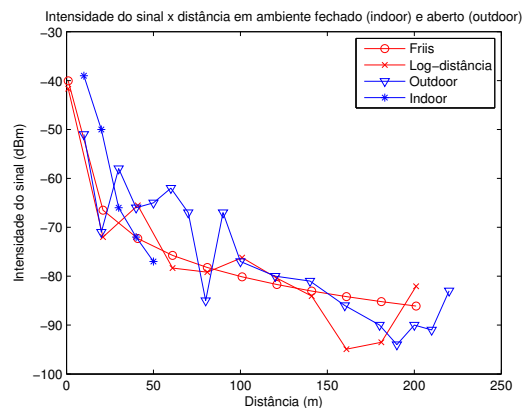


Figura 4. Característica de propagação do sinal em ambientes *indoor* e *outdoor* comparados aos modelos de Friis e Log-distância.

IV. CONCLUSÕES

Observou-se que o sistema desenvolvido obteve o resultado esperado, demonstrando sua viabilidade prática e comercial. O controle e monitoramento remoto da temperatura está presente em uma ampla área de aplicações. O gerenciamento adequado da variação da temperatura, seja de ambiente ou de dispositivos em operação, pode prevenir o mau funcionamento de equipamentos e garantir a supervisão eficiente do sistema.

REFERÊNCIAS

- [1] E. J. PATANÉ. *Implementação de Controle de Velocidade em Malha Fechada para Motores de Corrente Contínua utilizando Sistema de Aquisição de Dados*. Dissertação de Mestrado, Escola de Engenharia Mauá, Instituto Mauá de Tecnologia, 2008.
- [2] ARDUINO. *PWM*. Disponível em <http://www.arduino.cc/en/Tutorial/PWM>. Acessado em Julho de 2016.
- [3] ZIGBEE. *ZigBee Wireless Standard*. Disponível em <http://www.digi.com/resources/standards-and-technologies/rfmodems/zigbee-wireless-standard>. Acessado em Julho de 2016.
- [4] INTECH MACHINE. *Bombas D'água*. Disponível em <http://www.intechmachine.com.br/Produto.aspx?id=37>. Acessado em Julho de 2016.