

SISTEMA DE SUPERVISÃO E ATUAÇÃO DE VARIÁVEIS DO PROCESSO DE COMPOSTAGEM

TARSO RODRIGUES DE ÁVILA¹; DENIS TEIXEIRA FRANCO²; ERICO KUNDE CORREA³; MARCELO LEMOS ROSSI⁴

¹Universidade Federal de Pelotas – tarso.avila@hotmail.com

²Universidade Federal de Pelotas – denis.franco@inf.ufpel.edu.br

³Universidade Federal de Pelotas – ericokundecorrea@yahoo.com.br

⁴Universidade Federal de Pelotas – marcelo.rossi@ufpel.edu.br

1. INTRODUÇÃO

Considerando a crescente demanda da necessidade de trabalhar com compostagem, de grande e pequena escala, buscou-se criar um sistema que pudesse servir como monitoramento das grandezas mensuráveis do processo de compostagem e que também pudesse atuar sobre o sistema de compostagem.

Como existem sistemas de compostagem de grande e pequena escala, esse sistema foi projetado para ser escalável, ou seja, pode aumentar ou reduzir seu tamanho no processo de monitoração e atuação, mesmo durante o seu funcionamento e sem prejuízo à atividade a que se propõe.

O sistema proposto está baseado em um compromisso de projeto caracterizado pelo baixo custo e pela maximização das possibilidades, o que o torna acessível a diversas camadas da sociedade.

2. METODOLOGIA

Em vista ao apresentado, o sistema foi elaborado pensando em duas partes: 1. unidade controladora e 2. seus sensores/atuadores.

A unidade controladora é responsável por centralizar as informações, pelas tomadas de decisões e por atuar como sistema supervisor. Já os sensores/atuadores são elementos ligados à unidade controladora e executam ações baseadas nas suas solicitações.

O conjunto dos sensores/atuadores são ligados entre si e à unidade controladora formam, assim, uma rede de dispositivos.

De forma a reduzir o custo dessa rede, optou-se em fazer a conexão dos dispositivos na forma de anel, ou seja, a unidade controladora se liga ao primeiro sensor/atuador, que se liga ao próximo sensor/atuador que, por sua vez, se liga ao próximo elemento da rede. Essa ligação se estende até o último elemento da rede que se liga à unidade controladora.

Os sensores/atuadores podem ser considerados os braços da rede, pois são eles que irão interagir diretamente com sistema de compostagem. Eles são compostos por dispositivos inteligentes, dotados de um microprocessador, memória, programa e sensores e/ou atuadores. A função deles é de fechar a rede para que a mensagem possa trafegar por ela; receber comandos da unidade controladora e desempenhar ações para o qual foi projetado. Essas funções podem ser: realizar a leitura de determinado sensor e enviar o valor lido para a unidade controladora; acionar dispositivos que irão atuar sobre o sistema de compostagem como, por exemplo, motores para misturar o composto.

Já a unidade controladora tem uma função mais complexa. Ela é responsável pelo sistema supervisorio, por gerenciar a rede permitindo a escalabilidade, mesmo em funcionamento e por prezar o bom funcionamento da comunicação feita através da rede. Como as suas funções são mais complexas que a dos sensores/atuadores, a unidade controladora deve ser composta de uma unidade computacional mais potente. Para esse trabalho utilizou-se o minicomputador BeagleBone Black, que é capaz de executar o Sistema Operacional Linux e suas ferramentas computacionais a um custo inferior a um PC convencional. Seus recursos trazem diversas vantagens para a rede, como: capacidade de interagir com a internet, armazenar dados em um sistema de arquivo compatível com os de PC convencional e permitir que o usuário interaja com a rede utilizando apenas um navegador da Web (browser).

Para a interação do usuário com a rede, a unidade controladora é responsável pelo sistema supervisorio. Nesse sistema supervisorio o usuário é capaz de visualizar o histórico de leitura dos sensores da rede além de comandar manualmente os atuadores da rede. O sistema supervisorio é apresentado ao usuário por um servidor HTTP e Servlet Container. Desta forma o servidor HTTP permite ao usuário ter acesso ao sistema supervisorio através de qualquer navegador Web em Smartphones, Tablets e PCs. O Servlet Container é o *Jetty*, desta forma o sistema supervisorio consegue apresentar sites dinâmicos e receber comandos do usuário através do próprio navegador Web com um baixo custo computacional.

A Unidade Controladora também é a parte responsável por iniciar a transmissão de dados para seus sensores/atuadores. Isso é feito enviando um pacote à rede, direcionado a um determinado sensor/atuador. Apenas o sensor/atuador que irá interpretar o pacote transmitido irá responder à unidade controladora. Os elementos intermediários irão apenas repetir o pacote para que ele chegue ao destino correto. Assim, a estrutura da rede torna-se semelhante a uma rede *Token Ring* (KUROSE e ROSS, 2013; TANENBAUM e WETHERALL, 2011), na qual há um elemento da rede que controla a comunicação transferindo o *Token* e apenas o elemento da rede que recebe o *Token* tem direito a transmitir dados na rede. Como a Unidade Controladora monopoliza a comunicação na rede, a informação sempre retorna a ela.

Para garantir a integridade da comunicação é realizada a análise do pacote através de *Checksum*. Caso sejam identificados erros de bits no pacote ou perdas de pacote, ocasionados por transientes elétricos durante a comunicação ou pela abertura momentânea da rede (adicionado ou removido sensores/atuadores), a unidade controladora repete a solicitação que fez ao sensor/atuador e, dessa forma, consegue garantir a integridade de toda a informação que trafega na rede. Para permitir que o sistema seja escalável, a Unidade Controladora identifica todos os elementos da rede através do Número do Dispositivo. O Número do Dispositivo corresponde ao nome momentâneo que os elementos da rede recebem e seu objetivo é identificar os elementos da rede, portanto tem a mesma função do número de IP para os computadores ligados à internet. Sempre que um sensor/atuador é adicionado à rede, esse se inicia com o valor do número do dispositivo igual a zero. Ao iniciar ou a cada 15 minutos, a unidade controladora faz com que todos os elementos da rede passem a ter o número de dispositivo igual a zero e, em seguida, comecem a oferecer a cada elemento da rede um Número de Dispositivo diferente de zero. Dessa forma, é possível remover

elementos da rede ou adicionar novos, sem ter que reiniciar todo o sistema, garantindo a escalabilidade da rede automaticamente.

O protocolo usado no sistema de comunicação pode ser facilmente entendido através de cinco sequências, cada uma composta por oito bits. Essas sequências possuem funções bem definidas para a comunicação. A primeira sequência é chamada de “Comando”, pois é ela a responsável por informar qual ação cada elemento da rede deverá realizar. A segunda sequência é denominada “Número de Dispositivo”. Apenas os elementos cujo número de dispositivo correspondente ao indicado nesse campo irá executar o “Comando”. A terceira sequência chama-se “Número do Sensor”. Nesta é informado qual dos seus sensores ou atuadores o elemento da rede deverá utilizar. A quarta sequência é a “Mensagem”, nela é onde as informações de atuação ou leitura são trocadas entre a Unidade Controladora e os elementos da rede, ou seja, caso o sensor faça uma leitura, será na “Mensagem” que o valor irá percorrer. A última sequência é o *Checksum*. O *Checksum* é um valor calculado, baseado nas outras sequências, para validar a integridade de todo o pacote.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Atualmente, os elementos da rede interpretam nove comandos diferentes, sendo eles: “Oferece o Número de IP”: comando enviado pela unidade controladora para modificar o número do dispositivo de um elemento da rede; “Confirmação de Recebimento de IP”: comando enviado pelos elementos da rede avisando à unidade controladora que modificaram o seu número do dispositivo após receberem o comando que oferece o número de IP; “Confirmação de Número de Dispositivo”: comando enviado pela unidade controladora para verificar se há algum elemento da rede com um determinado número de dispositivo; “Controlar LED”: comando enviado pela unidade controladora para acender ou apagar um LED de um elemento da rede; “Leitura do sensor”; “Grava Nome do Dispositivo”, pois além do número do dispositivo a unidade controladora pode solicitar que os elementos da rede gravem o nome em uma memória não volátil, de forma a reconhecer a função desses elementos na rede após o processo de numeração dos dispositivos; “Lê Nome do Dispositivo”: comando para recuperar o nome do dispositivo; “Verifica Status”: comando para verificar status dos elementos da rede (como estão os LEDs, atuadores, etc.); “Checksum Inválido”: comando que os elementos da rede enviam à unidade controladora quando identificam um pacote corrompido.

É possível observar as possibilidades do sistema através de sua rede. Por cada sequência do pacote ser de oito bits (LATHI, 1998; COUCH, 2012; HAYKIN, 2004), pode-se dizer que os elementos da rede possuem capacidade para identificar até 255 comandos diferentes. Também é possível adicionar até 254 elementos à rede, pois nenhum elemento pode ter o número do dispositivo igual a zero (início da rede) nem 255 (identificação de *checksum* inválido). Cada elemento da rede pode ter até 255 sensores e 255 atuadores, já que a distinção entre o uso de sensor e de atuador pode ser feita pelo campo “Comando”.

4. CONCLUSÕES

Com o arranjo da rede do sistema na forma de anel, tem-se como vantagem a simplificação de métodos de acesso à comunicação na rede, pois o enlace é de uso exclusivo a apenas dois elementos da rede e, dessa forma, não há a necessidade de criar mecanismos complexos de acesso ao enlace como, por exemplo, o CSMA, o que permite que a rede seja mais simples. Outra vantagem da ligação em anel é o número de conexões de cada dispositivo, pois no anel cada elemento da rede está ligado a apenas outros dois dispositivos e, dessa forma, cada elemento da rede precisa de apenas dois conectores e não há a necessidade de utilizar dispositivos extras para sua expansão, como hubs e switches.

Para testes com esse sistema foram criados quatro elementos sensor/atuador, sendo que cada um possui um sensor de temperatura e um LED, a fim de simular o acionamento de um atuador. Esse sistema está em testes na UFPel e tem demonstrado bom funcionamento, com a necessidade de pequenos ajustes na parte do sistema de supervisão.

Tem-se, também, que o presente trabalho possui capacidade de permitir o controle e automação de sistemas de compostagens bem como de outros sistemas.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

KUROSE, J. F.; ROSS, K. W.; **Computer Networking – A Top-Down Approach**. 6 ed., Pearson, 2013.

TANENBAUM, A. S.; WETHERALL, D., **Redes de Computadores**. 5 ed., Pearson Prentice Hall, 2011.

LATHI, B. P. **Modern Digital and Analog Communication Systems**. 3 ed., New York: Oxford University Press, 1998.

COUCH, Leon W. **Digital and Analog Communication Systems**. 8 ed., [S. L.]: Prentice-hall International, 2012.

HAYKIN, Simon. **Sistemas de Comunicação Analógicos e Digitais**. 1a. ed., Bookman, 2004.