

Modalidade do trabalho: Relatório técnico-científico

Evento: XXIII Seminário de Iniciação Científica

COMPARAÇÃO DE EQUIPAMENTOS DE CONTROLE DA TEMPERATURA DE UM SECADOR CONTINUO¹

Saul Vione Winik², Oleg Khatchatourian³.

¹ Projeto de Iniciação Científica

² Estudante do Curso de Engenharia Elétrica, do Departamento de Ciências Exatas e Engenharias da Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul; E-mail: saul.winik@gmail.com;

³ Professor Doutor do Departamento de Ciências Exatas e Engenharias, Orientador; E-mail: olegkha@uniju.edu.br;

INTRODUÇÃO

O cultivo da soja tem papel de destaque na cultura agrícola brasileira, gerando vários empregos e benefícios para as regiões produtoras do grão. Sabe-se que a colheita da soja no Brasil é realizada no outono, neste período a umidade atinge altos índices, este fator está diretamente relacionado na qualidade do grão. A alta umidade favorece a proliferação de micro-organismos e fungos que causam danos aos grãos de soja, por consequência influenciam na qualidade e conservação dos grãos (PUZZI, 1986). Antes do grão de soja chegar à mesa do consumidor ele passa pelo seguinte processo: Colheita->Recebimento->Pré-limpeza->Secagem->Limpeza->Armazenamento->Expedição. Deste fluxograma foi dado enfoque na etapa de secagem. Atualmente existem vários tipos dos secadores, com suas diversas classificações e características particulares (WEBER, 2005). Para dar conta da preservação de um grande volume de soja, bem como evitar perdas do produto pela contaminação com bactérias, fungos, vírus ou pragas, o processo de secagem é realizado. Porém é necessário que esse processo ocorra com a menor variação da temperatura do ar possível, pois assim as perdas são menores. Pensando nisso foi realizado o estudo de dois equipamentos de controle de temperatura de baixo custo, sendo nomeados de Controle A e Controle B. Este trabalho tem como objetivo comparar os dois equipamentos e decidir qual dos dois é o mais adequado para a aplicação.

METODOLOGIA

O Controlador A da temperatura do ar de secagem de um aparato que simula um secador de grãos de soja em leito fixo e fluxo contínuo do ar de secagem em 04 etapas. Onde a primeira é a coleta de dados da temperatura pelo sensor LM35Z e o envio de um sinal de tensão correspondente à temperatura medida. Na segunda etapa, o enviado sinal passa por um filtro passa baixa com uma frequência de corte de 160 Hz. A terceira etapa é composta por um conjunto de 03 circuitos comparadores paralelos e idênticos, porém com ajustes distintos. A Figura 01 representa um dos circuitos.

Modalidade do trabalho: Relatório técnico-científico

Evento: XXIII Seminário de Iniciação Científica

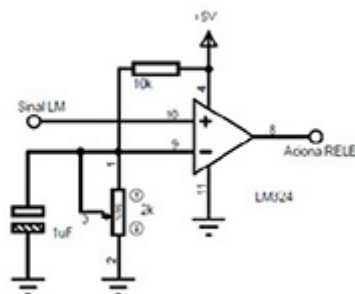


Figura 01 – Circuito com AMPOP montado

Para que sejam acionados em diferentes temperaturas é calibrado o potenciômetro de cada comparador separadamente. O comparador só satura sua saída quando a tensão na entrada positiva supera o sinal de entrada inversora, calibrado anteriormente. Como o sinal proveniente do LM35Z é de 10 mV para cada 1°C, foi utilizada a regra do divisor de tensão para calcular a faixa de ajuste que podemos obter para o circuito montado. Assim o ajuste para acionamento dos relés é entre 0°C e 83°C. A última etapa inicialmente o sinal da saída de cada comparador acende um led de diferente coloração como um sinal luminoso de que uma das resistências térmicas está sendo ligada. Em seguida o mesmo sinal de saída satura o canal gate do transistor BC548 fazendo com que o pino do coletor entre em curto com o emissor. Tendo como resultado o desligamento acionamento de um dos Relés, que por sua vez desligando uma das resistências térmicas.

O Controlador B utiliza o mesmo sensor de temperatura, mas ao invés de comparar seu sinal com um sinal de referência, ele amplifica aproximadamente 03 vezes o valor da tensão para cada 1°C. A Figura 02 demonstra o circuito equivalente do amplificador montado.

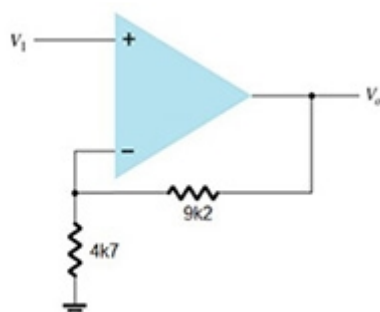


Figura 02 – Circuito Equivalente do amplificador

Em seguida envia este sinal amplificado para o microcontrolador PIC18F4520, onde este através de um código desenvolvido na linguagem C++ controla as 06 resistências térmicas de 600W cada. O acionamento das resistências ocorre separadamente dependendo do que o código definir como

Modalidade do trabalho: Relatório técnico-científico

Evento: XXIII Seminário de Iniciação Científica

necessário. Seu ajuste comparado com o controle A é mais refinado, pois é utilizado um teclado numérico para a escolha da temperatura desejada tendo assim maior precisão para o valor de referência de temperatura. Tem a capacidade de controlar a temperaturas de 0°C até 120°C. A Figura 03 e 04 demonstra o equipamento Controlador B montado em dois momentos.

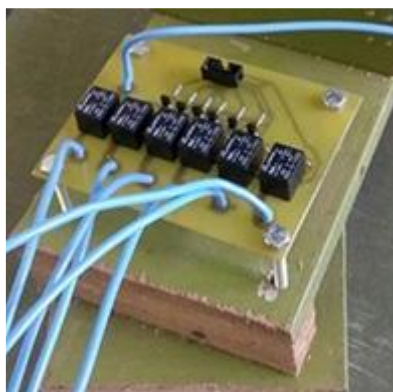


Figura 03 – Equipamento Montado: parte de acionamento

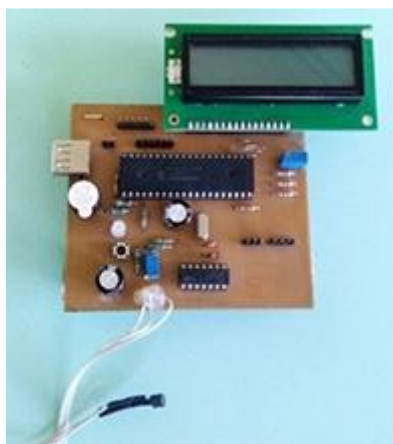


Figura 04 – Equipamento Montado: parte de controle e coleta da temperatura

Foram realizados experimentos práticos utilizando os dois controles. Estes experimentos consistem em controlar a temperatura do ar de um aparato que simula um secador contínuo. Os experimentos testaram o quão preciso e refinado foi o controle de cada um dos equipamentos, medindo a resposta para estabilizar a temperatura no valor desejado e qual seria o erro padrão de cada um. A Figura 05 demonstra o aparato utilizado em uma versão digitalizada.

Modalidade do trabalho: Relatório técnico-científico
Evento: XXIII Seminário de Iniciação Científica



Figura 05 – Desenho do Aparato Utilizado Para os Experimentos

Os experimentos ocorriam da seguinte forma, foi estipulada em 80°C a temperatura desejada. Foram preenchidas as 04 camadas do aparato com 600 gramas de soja com 21% B.U. em cada uma das camadas. Em seguida utilizando o Controlador A foi ligado o secador e a cada 1 segundo foi se coletando a temperatura do ar no secador utilizando outro equipamento. O experimento durou 1200 segundos. Como o Controlador “A” controla apenas 03 resistências, as outras 03 ficaram ligadas durante todo o experimento. Em seguida desinstalou-se o Controlador A e instalou-se o Controlador B. O processo foi o mesmo, preencheram-se as 04 camadas com grãos de soja com mesma umidade e utilizou-se o controlador durante os 1200 segundos para secar a soja, coletando por sua vez em cada segundo a temperatura do ar que chegava para as camadas com o mesmo equipamento utilizado anteriormente. A Figura 06 demonstra o equipamento de captura de dados.



Figura 06 – Equipamento de Captura de Dados

Os métodos estatísticos são frequentemente empregados na interpretação de medidas, assim como, nos processos de aferição e calibragem de instrumentos. Para encontrar o erro padrão dos dados do controle da temperatura, utilizou-se a equação 01. Onde “ $\bar{x}$ ” é a média aritmética, “ x_i ” valor de cada amostra, “ i ” número de cada amostra, “ n ” é o número total de amostras e o “ D ” é o desvio padrão.

Modalidade do trabalho: Relatório técnico-científico
Evento: XXIII Seminário de Iniciação Científica

$$\vartheta = \sqrt{\frac{\sum(x - x_i)^2}{n - 1}} \quad (1)$$

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Após realizar os experimentos práticos em laboratório e calcular o desvio padrão de cada controle, pode-se comparar os dois controladores. Os experimentos foram realizados coletando as temperaturas medidas e controladas pelos controladores a cada segundo. Em quantidade de resistências controladas, o Controlador B controla o dobro de resistências que o Controlador A. Os dois utilizam o mesmo sensor para coletar a temperatura. Porém comparando os preços dos dois controladores, o controle A é 4,25 vezes mais barato que o Controlador B. Sobre a faixa de operação, o Controlador B é superior ao Controlador A, pois controla uma faixa de temperatura maior, 0°C até 120°C, do que o Controlador A, 0°C até 83°C. Analisando o tempo de resposta dos controladores, o Controlador B consegue ajustar novamente a temperatura para o desejado em 02 segundos, já o Controlador A demora 07 segundos para realizar o ajuste da temperatura. Quando utilizamos a equação 01 para encontrar o erro padrão das temperaturas durante um experimento de 1200 segundos, o Controlador B teve erro padrão de 0,05 e o Controlador A teve 0,18 de desvio padrão.

CONCLUSÃO

Ao final das análises dos resultados obtidos, chegou-se a conclusão que o Controlador B mesmo sendo mais caro que o Controlador A, ele tem uma maior velocidade de resposta, controla com menor variação a temperatura desejada e tem maior faixa de operação que o Controlador A. Seu desvio padrão encontrado é menor que o desvio padrão do Controlador A. Concluiu-se que o Controlador B é superior ao Controlador A projetado em questão de precisão e eficiência, mas não no quesito custo e simplicidade. Por estes motivos será mantido instalado o Controlador B para o controle da temperatura de secagem dos grãos.

BIBLIOGRAFIA

- [1] Microchip Technology Inc. (2004). Datasheet PIC18F2420/2520/4420/4520[PDF], Preliminary, USA, Available form: <http://www.alldatasheet.com/> [Accessed 08/011/14].
- [2] Philips Semiconductors (1995). Datasheet LM124/224/324/324A/SA534/LM2902, USA, Available form: <http://www.alldatasheet.com/> [Accessed 08/11/14].
- [3] PUZZI, D. Abastecimento e armazenagem de grãos. Instituto Campineiro de Engenharia Agrícola. Campinas – SP 1986.
- [4] WEBER, E. A. Excelência em beneficiamento e armazenamento de grãos. Canoas, RS: Editora Salles, 2005.