

CONIC SEMESP

15º Congresso Nacional de Iniciação Científica

TÍTULO: ESTUDO E AUTOMAÇÃO DO SECADOR DE BANDEJAS DO TIPO BATELADA

CATEGORIA: CONCLUÍDO

ÁREA: ENGENHARIAS E ARQUITETURA

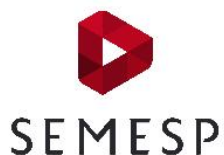
SUBÁREA: ENGENHARIAS

INSTITUIÇÃO: UNIVERSIDADE SANTA CECÍLIA

AUTOR(ES): BRUNO DE MENEZES MONCAYO

ORIENTADOR(ES): LUÍS FERNANDO POMPEO FERRARA, SABRINA DE CÁSSIA MARTINEZ

Realização:



Apoio:



1. RESUMO

O secador de bandeja é um equipamento muito empregado nas indústrias, em geral é utilizado para desidratar desde comidas a fertilizantes. Um tipo comum deste secador é o de batelada, onde o processo ocorre por ciclos que podem ser paralisados e reiniciados quando for necessário, retirando ou reabastecendo a bandeja de secagem. O Processo de automatização será realizado em um dispositivo deste tipo, confeccionado em menor escala, existente no Laboratório de Operações Unitárias Oswaldo Bonfanti, da Universidade Santa Cecília. Este equipamento é destinado aos alunos que aprendem de maneira prática o seu funcionamento, como também em pesquisas de docentes. Atualmente são encontrados alguns problemas relacionados ao equipamento como a falta de precisão no controle do processo e a leitura dos dados, pois cada parte do processo tem sua leitura individualizada o que dificulta a aferição dos dados pelo operador do equipamento no momento da utilização da bancada. No processo atual estão envolvidas três grandezas a temperatura, lida através de um termômetro, a umidade que é calculada com base nas temperaturas captadas e o tempo, que é obtido por um cronômetro. O objetivo deste estudo foi o desenvolvimento de um protótipo que possibilite um controle preciso e eficaz do tempo do processo, da leitura das grandezas e do armazenamento dos dados. Para que a automação do equipamento atingisse a devida precisão e confiança na passagem de parâmetros ao operador, optou-se por fazer o uso do microcontrolador Atmega328, que efetuara toda a conversão dos sinais enviados pelos sensores em suas grandezas correspondentes. No desenvolvimento do protótipo foram utilizados os seguintes componentes: sensores DHT22 (umidade e temperatura) e LM35 (temperatura), um buzzer que sinaliza o final do ciclo de operação e um cartão de memória onde são salvos os valores da temperatura e umidade de forma segura e simultânea aos valores obtidos pelos sensores. Uma grande vantagem da automatização do processo é a possibilidade de programar os ciclos de operação adequados para cada material que está sendo utilizado, eliminando assim a necessidade do cronômetro. A leitura dos dados, que são armazenados no cartão de memória, pode ser visualizada em tempo real através de um display LCD, possibilitando ao final do experimento obter um arquivo do tipo texto como todas as leituras realizadas pelos sensores. Após o desenvolvimento do modelo e devidos testes realizados, foi possível verificar que a aquisição dos dados e a precisão do equipamento atingiram as expectativas do

operador, pois os intervalos de aquisição dos dados foram diminuídos tornando as pesquisas realizadas mais confiáveis e conseqüentemente isso melhorará significativamente a qualidade dos trabalhos de pesquisa realizados no laboratório.

2. INTRODUÇÃO

O secador de bandeja é um equipamento utilizado em indústrias em geral, secando de alimentos a fertilizantes (AVILA, 2010). Faz parte de importantes tipos de secadores chamados convectivos, que são equipamentos que utilizam o ar como fluido para a transferência de calor de um lugar para outro (TOWLER,2008). Sua principal característica é a sua simplicidade de construção, operação e pelo baixo custo de manutenção (FOUST, 1982). É o representante mais comum dentre os secadores em batelada, processo onde o equipamento funciona por determinado período de tempo com produto, para depois ser esvaziado e reabastecido e na seqüência reiniciar o processo (TOWLER,2008). Além da sua versatilidade funcional, seus ciclos de secagem, tempo necessário para desidratar o material presente na bandeja do equipamento, são extremamente flexíveis onde o tempo, a temperatura e o volume de ar podem ser ajustados para atender as especificações precisas de produto (FOUST, 1982).

No Laboratório de Operações Unitárias Oswaldo Bonfanti, da Universidade Santa Cecília, há uma bancada simulando um secador de bandejas de grande escala. O mesmo é disponível para os alunos, que aprendem de maneira prática o funcionamento deste equipamento em grande escala na indústria. Também é utilizado para pesquisas de docentes, nos trabalho de conclusão de curso por alunos, assim como empresas são beneficiadas na terceirização de suas pesquisas. Esse equipamento é composto por um ar-condicionado ligado a uma tubulação, uma bandeja na saída do sistema, onde são secos os materiais para os experimentos, além de um motor, uma serpentina e resistências. A seguir detalhes do funcionamento de cada parte do secador:

- Ar-condicionado: tem a função de retirar a umidade do ar e transferi-lo para a tubulação.
- Motor: faz com que o ar circule com maior velocidade.
- Serpentina: é o equipamento que condensa a umidade do ar, deixando o vendo ainda mais seco.

- Resistências: são ligadas para gerar calor e assim esquentar o ar, abaixando mais uma vez a umidade no sistema.

O processo de secagem ocorre através de uma corrente de ar quente e seco que circula no sistema e conseqüentemente nos produtos que estão alocados na bandeja de secagem. Quanto maior a temperatura e mais seco for o ar, melhor e mais rápido será o processo. O equipamento pode ser visualizado na figura 1.



Figure 1 - Secador de bandeja

Atualmente são encontrados alguns problemas do laboratório relacionado ao equipamento são: A leitura visual, coleta de dados e precisão no controle do processo. Cada parte do processo tem sua leitura individualizada ou calculada, o que dificulta a aferição dos dados pelo operador do equipamento no momento da utilização. A leitura das grandezas no equipamento é realizada da seguinte forma:

- Controle da temperatura: são utilizados dois termômetros acoplados no duto onde passa o ar: um em contato direto com o ar e outro com a ponta num bulbo úmido. A visualização da temperatura é feita através do próprio termômetro.
- Controle de umidade: para obter a umidade durante o processo, se faz necessário realizar um cálculo com as temperaturas captadas pelos termômetros.

- Controle de Tempo: em relação à marcação do tempo correto para a retirada da bandeja é necessário a utilização de cronômetros e vale ressaltar que o operador do equipamento no momento do experimento, deve ter total atenção para que não exceda o tempo necessário de secagem.

Tendo em vista os problemas citamos anteriormente, a automação deste equipamento seria de grande valia, pois amenizaria possíveis erros humanos, seja na leitura dos termômetros que pode afetar o cálculo da umidade, ou na retirada da bandeja no momento certo.

3. OBJETIVOS

O objetivo desse estudo é possibilitar a implementação de um controle mais preciso e eficaz na leitura e no armazenamento de dados no secador de bandeja. Facilitando assim a captura da informação e maximizando o aproveitamento da bancada nas aulas e nos experimentos rotineiros do laboratório.

4. METODOLOGIA

Para que a automação do equipamento possa atingir a devida precisão e confiança na passagem de parâmetros ao operador optou-se por fazer o uso do microcontrolador Atmega328, que efetuará toda a conversão dos sinais enviados pelos sensores em suas grandezas correspondentes. A seguir será descrito cada sensor que se pretende implementar e sua funcionalidade no processo:

- DHT22: é um sensor de umidade e temperatura digital que será utilizado para captar a umidade e temperatura do ambiente. Neste estudo será utilizado apenas um exemplar.
- LM35: é utilizado para a leitura da temperatura e será acoplado no bulbo úmido, podendo assim verificar as condições que o equipamento apresenta a cada ciclo. Será usado somente um sensor para este projeto.
- Display LCD 16x2: é empregado para disponibilizar ao operador as grandezas envolvidas nos ensaios de forma visual.

- Buzzer: dispositivo sonoro será acionado indicando ao usuário o término do procedimento ao final do ciclo de secagem.
- Cartão microSD: é possível salvar os valores da temperatura e umidade de forma precisa e simultânea enquanto estão sendo obtidos pelos sensores. Ao final do experimento haverá um arquivo do tipo texto com todas as leituras realizadas pelos sensores, melhorando assim a qualidade dos trabalhos realizados no secador de bandejas, pois atualmente a informação é escrita manualmente pelo operador do equipamento enquanto ocorre o ensaio.

5. DESENVOLVIMENTO E RESULTADOS

Para melhorar a captação de dados nos experimentos realizados no secador de bandejas foi desenvolvido um protótipo, pois através dele foi possível analisar o comportamento dos sensores e entender melhor os ciclos e necessidades da banca antes do desenvolvimento definitivo da automação. Assim todo o protótipo tem a sua base de funcionamento conforme foi discriminado e orientado pelos responsáveis do equipamento.

Ficou definido que assim que o mesmo é ligado o usuário deverá entrar com o tempo necessário para o ensaio, sendo o tempo mínimo de 5 minutos, pois a cada acréscimo de tempo é de 5 minutos e o máximo depende da necessidade do operador. O acréscimo do tempo é realizado através de botões, uma que adiciona 5 em 5 minutos e outro para horas completas, agilizando a escolha do tempo necessário. Caso o operador coloque o tempo errado, há um botão que reinicia o sistema que serve tanto para este tipo de situação, quanto quando o ciclo de secagem sem encerra.

Após o botão de “start” ser pressionado o tempo é contado em ordem decrescente pelo sistema enquanto os valores de temperatura e umidade são captados pelo sensor DHT22 e apresentados no display LCD, ficando visíveis em tempo real para o usuário. Conforme os dados são captados os mesmos são salvos no cartão microSD. Ao final da contagem do tempo pré-estabelecido, os dados dos sensores deixam de ser salvos e o buzzer é acionado avisando ao usuário que o ciclo de secagem terminou, com isso resta apenas pressionar o botão “reset” para que sistema volte a pedir o tempo de secagem para um novo processo. Na figura 2 é possível visualizar uma foto do protótipo funcionando.

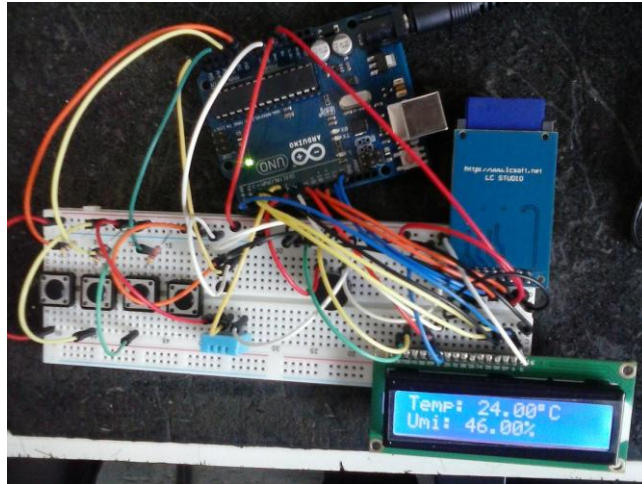


Figura 1: Protótipo completo montado numa protoboard.

A seguir serão detalhados, de acordo com o contexto do projeto os componentes utilizados. O microcontrolador ATmega328, que pode ser visualizado na figura 3, possui 28 portas, sendo deste total, 6 entradas analógicas, que também podem se tornar digitais dependendo da necessidade do usuário, e 14 entradas e saídas digitais. Destas 14 portas digitais, 6 podem trabalhar oscilador PWM (Modulação por largura de pulso) “emulando” um sinal analógico;



Figura 2: Microcontrolador Atmel Atmega328.
Fonte: OOMLOUT.

Para o projeto foram necessárias diversas portas analógicas e digitais do microcontrolador, pois é o mesmo que fará todo o processamento e disponibilização das grandezas da bancada. Os botões que adicionam o tempo dos ciclos foram conectados as portas A0 (adiciona as horas), A1 (acrescenta os minutos) e A2 (inicia o processo), apesar de estarem ligadas na porta analógica as mesmas estão configuradas para atuar como digitais.

A leitura da temperatura é realizada através da porta analógica A5, o sensor utilizado para captar essa grandeza é o LM35, o qual tem a sua faixa de trabalho de -55° a 150° Celsius. Para cada grau há uma variação de 10mV, essa faixa é mais do

que suficiente, sendo que o secador de badejas pode chegar até 80° Celsius em condições extremas de uso (TEXAS INSTRUMENTS). Antes de se obter resultados precisos do sensor de temperatura LM35, é preciso conhecer o seu funcionamento, este tipo de sensor necessita de determinados cálculos de conversão até encontrar a temperatura real fornecida para o microcontrolador. A porta analógica trabalha com 10 bits de resolução, com isso os valores podem variar de 0 a 1023 e como a tensão aplicada no sensor é de 5v é possível fazer o primeiro cálculo de conversão:

$$\text{Resolução da Porta Analógica} = \frac{V}{1023} \rightarrow \frac{5}{1023} = 0,0048875 \cong 4,89mV$$

Como o sensor converte 10 mV para cada 1° Celsius é necessário fazer a segunda fórmula de conversão:

$$\text{Constante de Conversão} = \frac{\text{Resolução da Porta analógica}}{\text{Escala do Sensor}}$$

$$\text{Constante de Conversão} = \frac{4,89mV}{10mV} = 0,489$$

Tendo feito estas equações, resta apenas a fórmula que utiliza a constante encontrada com os dados captados pelo sensor:

$$\text{Temperatura em } ^\circ C = \text{Valor recebido do sensor} \times 0,489$$

Os primeiros resultados obtidos serviam como aprendizagem na aplicação das fórmulas de conversão, manuseio do sensor e montagem do circuito necessário para o funcionamento. As temperaturas obtidas variavam de acordo com os dias de ensaio, tendo sua temperatura mínima por volta de 20° Celsius e máxima de 34° Celsius.

O Sensor DHT22 é utilizado para a leitura da umidade e temperatura, este sensor é digital, sendo assim não necessita de conversões para se encontrar seus valores de leitura. A porta digital 6 é que recebe as informações do sensor que pode obter a temperatura numa faixa de -40° a 80° Celsius e perceber umidade de 0% a 100% (AOSONG ELECTRONICS CO.,LTD). Ao realizar os testes necessários, suas

leituras de temperatura foram muito próximas em relação ao sensor LM35, em relação a umidade foi possível detectar mínimas de 47% e máximas de 75% quando simulado um ambiente mais úmido.

Para disponibilizar as informações das grandezas para o operador é utilizado um Display LCD 16x2. Este dispositivo irá mostrar a temperatura e a umidade em tempo real através da captação e conversão de dados dos sensores. O display comporta 16 caracteres na horizontal e 2 caracteres na vertical na sua tela de cristal líquido (McRobert, 2011). Para as ligações do display são utilizadas as portas digitais de D2 a D5 para dados, a D8 para informar se o dado está pronto para ser interpretado pelo display e a D9 para que o display reconheça se o dado é um comando ou um caractere.

O Buzzer é o componente responsável por avisar quando o processo de secagem acabou. O componente é ligado da mesma forma que um led, porém tem que ser ligado a uma porta digital, nesse caso na porta digital 7.

Para o armazenamento das informações no cartão de memória é utilizado um módulo, que acopla e faz a comunicação do microcontrolador ao cartão de memória. Essa comunicação é realizada pela interface SPI através dos pinos MOSI, SCK, MISO e CS do adaptador que estão ligadas respectivamente nas portas analógicas A11, A12, A13 e A10. O adaptador por meio de programação inicia a gravação dos dados captados pelos sensores no cartão assim que o sistema começa a funcionar com o botão de “start” e segue até o termino do processo, que ocorre de maneira independente do operador. O arquivo é gerado em formato de texto contendo a temperatura do ar, a temperatura do bulbo úmido e a umidade no processo (McRobert, 2011). A maior parte do tempo de construção do protótipo foi dedicada a este componente e suas aplicações, como por exemplo, a verificações se o adaptador continha o cartão microSD ao iniciar a simulação do projeto, a conversão dos dados recebidos pelos sensores para a gravação e a criação do arquivo com os dados necessários para o usuário.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Na elaboração do protótipo diversos erros foram observados, os quais vão desde a montagem do componente a programação. Na montagem inicial do sensor LM35 o mesmo foi ligado de forma errada, fazendo com que superaquecesse e se danificasse. O erro só pode ser observado devido à leitura estar equivocada em

relação à temperatura que se desejava naquele determinado instante. Porém, o dispositivo mais difícil de trabalhar durante o desenvolvimento do protótipo foi o módulo adaptador microSD, sendo necessário muita pesquisa para adquirir o conhecimento para programar seu funcionamento em conjunto com os sensores.

Assim com o desenvolvimento do protótipo e os devidos testes realizados é possível concluir que a implementação da automação na bancada é viável, pois todos os resultados, depois que os erros foram corrigidos, apresentaram níveis satisfatórios. Os ensaios conseguiram demonstrar que o circuito funcionou corretamente juntamente com a programação que foi realizada para atender os padrões impostos para que a bancada atingisse as expectativas do operador. Possíveis alterações que possam ser feitas durante a montagem não mudarão bruscamente o circuito e nem a programação que foi previamente planejada.

7. FONTES CONSULTADAS

AVILA, J. F. G. de. Manual do secador de bandejas, 2010. Disponível em: <<http://www.ebah.com.br/content/ABAAABQ4oAL/manual-secador-bandejas>> Acesso 5 mar. 2015.

FOUST, A. S.; WENZEL, L. A.; CLUMP, C. W.; MAUS, L.; ANDERSEN, L. B. Princípios das Operações Unitárias. 2ª ed. Rio de Janeiro: Ed. Guanabara Dois, 1982.

TOWLER, G.; SINNOTT, R. Chemical Engineering Design: Principles, Practice and Economics of Plant and Process Design. Burlington: Butterworth-Heinemann, 2008. 1245p.

ATMEL. Disponível em: <<http://www.atmel.com/>> Acesso 8 jul. 2015.

AOSONG ELECTRONICS CO.,LTD. Digital-output relative humidity & temperature sensor/module DHT22 (DHT22 also named as AM2302), 2015.

Disponível em: <<http://www.sparkfun.com/datasheets/Sensors/Temperature/DHT22.pdf>> Acesso 19 jun 2015

TEXAS INSTRUMENTS. LM35 Precision Centigrade Temperature Sensors, 2015. Disponível em: <<http://www.ti.com/lit/ds/symlink/lm35.pdf>> Acesso 19 jun 2015

MCROBERT, Michael. Arduino Básico, 2011.

OOMLOUT. Disponível em: <<https://www.flickr.com/photos/33504192@N00/3996006589>> Acesso 18 de julho 2015.