



Título da Pesquisa: Desenvolvimento de um secador automático para produtos agrícolas com recirculação do ar de exaustão

Palavras-chave: secagem, automação, controle, sistema de supervisão

Campus: Ouro Preto

Tipo de Bolsa: PIBIC Jr

Financiador: FAPEMIG

Bolsista (as): Victor Emanuel Brito de Oliveira e Lucas de Assis Alves

Professor Orientador: Cristiano Lúcio Cardoso Rodrigues

Área de Conhecimento: Automação Industrial

Resumo:

Desenvolveu-se um protótipo de secador de produtos agrícolas e um sistema de controle automático para monitoramento e controle da operação do protótipo. O desempenho do secador foi otimizado por meio de um sistema de controle inteligente e computadorizado, responsável pela aquisição de dados, em tempo real, e pela tomada de decisões e ações de gerenciamento e controle do processo. Para o desenvolvimento do sistema de supervisão e controle, foram utilizadas as plataformas Delphi 7 e Elipse SCADA. Foram desenvolvidas aplicações para controle de temperatura e vazão do ar de secagem. Para o controle de temperatura do ar de secagem, utilizou-se um controlador de processos Novus N1200, com ação de controle PID autoadaptativa. Para o controle do fluxo de ar de secagem, utilizou-se um inversor de frequência da WEG, modelo CFW-08, de forma a controlar a velocidade de rotação do motor acoplado ao ventilador centrífugo e conseqüentemente a vazão do ar de secagem. A comunicação do programa de supervisão com os equipamentos foi feita utilizando-se o meio físico serial RS-485 e o protocolo de comunicação ModBus. Os sistemas de supervisão e controle desenvolvidos, tanto em Delphi quanto em Elipse, tornaram possíveis o controle e monitoramento, em tempo real, das condições de secagem, principalmente da temperatura e do fluxo de ar. A utilização da rede de dispositivos utilizando o protocolo de comunicação Modbus mostrou-se eficiente, de fácil implementação e adequada ao controle do funcionamento do secador.

INTRODUÇÃO:

Uma das primeiras ações pós-colheita, visando à manutenção da qualidade dos produtos agrícolas, é o processo de secagem. A secagem de produtos agrícolas consiste na remoção da água contida nesses produtos, até que atinjam um teor de água que possibilite uma armazenagem durante longo tempo, sem que ocorra deterioração do produto (LACERDA FILHO e MELO, 2001).

O desenvolvimento de sistemas computacionais tem facilitado o estudo dos princípios físicos envolvidos nos processos agrícolas. A interação de processos agrícolas com sistemas de controle computadorizados proporciona coleta de dados com alta precisão, facilita a análise e a tomada de decisões com maior agilidade, por meio de sistemas automatizados. A combinação de todos estes fatores, dentre outros, contribui, efetivamente, para o aumento da eficiência dos processos agrícolas.

Desenvolveu-se um protótipo de secador de produtos agrícolas e um sistema de controle automático para monitoramento e controle da operação do protótipo. O desempenho do secador foi otimizado por meio de um sistema de controle inteligente e computadorizado, responsável pela aquisição de dados, em tempo real, e pela tomada de decisões e ações de gerenciamento e controle do processo. Para realizar a aquisição de dados, as ações de gerenciamento e de controle, foi implementado um programa computacional desenvolvido especificamente para este fim.

Para o desenvolvimento do sistema computacional de supervisão e controle do secador de produtos agrícolas, foram estudadas duas formas de implementação: Ambiente de desenvolvimento integrado Delphi 7 (BORLAND, 2013) e o Software de supervisão e Controle Elipse Scada. (ELIPSE,2013a).

METODOLOGIA:

Neste trabalho, foi desenvolvida uma aplicação, baseada em um computador, para supervisão e controle da temperatura e fluxo de ar de secagem de um protótipo de secador de produtos agrícolas.

Para o controle de temperatura do ar de secagem, utilizou-se um controlador universal de processos Novus N1200. O controlador N1200 é um avançado controlador de processos. Seu algoritmo de controle PID autoadaptativo monitora constantemente o desempenho do processo e ajusta os parâmetros PID de forma a obter sempre a melhor resposta possível para o controle (NOVUS, 2013). Toda a configuração do controlador foi feita através do teclado do equipamento, sem qualquer alteração do hardware. Assim, a seleção do tipo de entrada e de saída, a forma de atuação dos alarmes, além de outras funções, foram todas programadas via teclado frontal.

O controle de temperatura foi configurado como PID (Proporcional, Integral e Derivativo) com objetivo de otimizar o controle de temperatura. Para medição de temperatura do ar de secagem, o sensor usado foi um termopar tipo K, que cobre temperaturas entre -150 e 1370°C. Para variar a temperatura do ar, foram utilizadas quatro resistências elétricas internas ao secador.

Para o controle do fluxo de ar de secagem, utilizou-se um inversor de frequência da WEG, modelo CFW-08 (WEG, 2013) de forma a controlar a velocidade de rotação do motor acoplado ao ventilador centrífugo e consequentemente o fluxo de ar de secagem. A variação do fluxo de ar de secagem foi obtida por meio da variação da frequência imposta ao motor do ventilador. O fluxo de ar de secagem foi obtida por meio de um anemômetro de fio quente da empresa Kimo, modelo CTV 110.

A comunicação do programa de supervisão com os equipamentos foi feita utilizando-se o meio físico serial RS-485 e o protocolo de comunicação ModBus. A interface RS-485 se caracteriza pela utilização de um meio de comunicação diferencial (ou balanceado), denominado par trançado. Os circuitos transmissores e receptores adotados nesta interface utilizam como informação a diferença entre os níveis de tensão em cada condutor do par trançado. Os códigos binários são identificados pela polaridade (+ ou -) da diferença de tensão entre os condutores do par.

Como o microcomputador não possui interface RS-485, foi utilizado um conversor RS-485 para USB, modelo USB-i485, da empresa Novus, para a comunicação dos equipamentos com o sistema de supervisão. A Figura 1 ilustra os principais equipamentos utilizados para aquisição e controle de temperatura e fluxo de ar de secagem do protótipo de secador utilizado.



Figura 1: Principais equipamentos utilizados para aquisição e controle de temperatura e fluxo de ar de secagem: a) Inversor de frequência (Fonte: WEG); b) Controlador de temperatura (Fonte: NOVUS, 2013); c) Conversor RS485/USB (Fonte: NOVUS, 2013)

Para estabelecer a comunicação entre os dispositivos e o programa computacional de supervisão, as configurações realizadas na rede e no computador foram: Velocidade programável: 19200bps; Bits de dados: 8; Paridade: Nenhuma; Stop Bits: 1. Esses parâmetros devem ser exatamente iguais para todos os equipamentos da rede, caso contrário, não haverá sincronismo e a comunicação entre eles não será realizada.

A interface RS-485 foi usada como base para o protocolo de comunicação ModBus, que é o método de comunicação entre os dispositivos conectados na rede. O protocolo de comunicação ModBus foi criada em 1978 pela empresa Modicon, fabricante de controladores programáveis (ELIPSE, 2013b). Devido à simplicidade de sua implementação, e ao pioneirismo de ser um protocolo aberto, alcançou enorme popularidade entre fabricantes de diversos tipos de dispositivos de automação (MECATRÔNICA ATUAL, 2013). No protocolo, cada equipamento escravo de ter um endereço de nó associado na rede. Este endereço pode variar de 1 a 247, sendo possível, portanto, haver 1 mestre e 247 escravos numa rede.

Os equipamentos na rede (equipamentos escravos) devem possuir endereços únicos para que possam ser reconhecidos pelo mestre (sistema de supervisão e controle) e não aconteçam conflitos entre eles. Os equipamentos utilizados para controle de temperatura e do fluxo de ar de secagem (controlador de temperatura e o inversor de frequência) possuem a interface de comunicação RS485 com protocolo Modbus incorporado. Dessa forma, definiu-se o endereço 11 para o inversor de frequência e 10 para o controlador de temperatura.

A configuração do controlador de temperatura em rede Modbus foi relativamente simples, utilizando-se poucos parâmetros, sendo os principais o valor da variável do processo (PV), o valor do setpoint (SP) e o valor da saída do controlador (MV), bem como os parâmetros da ação de controle PID.

Para a configuração em rede Modbus do inversor de frequência, foram utilizados os seguintes parâmetros: P000 para configuração geral, P005 para leitura da frequência, P312 para protocolo da interface serial como 4(19200bps, ModBus sem paridade), P308 para endereço na rede, V04 para enviar a frequência desejado ao inversor, P221 e P222 para permitir o controle via interface serial. Também foram utilizados os Bits de comando para Desabilitar/Habilitar o inversor de frequência (bit 101), Gira/Para (bit 100) e alterar o controle entre modo local e modo remoto (bit 104).

Uma vez realizadas todas as configurações, foram desenvolvidos os sistemas computacionais de supervisão e controle da temperatura e fluxo de ar de secagem, utilizando as plataformas Delphi 7 e Elipse SCADA. Essas plataformas permitem a criação de aplicações gráficas a partir da utilização de programação de objetos do próprio ambiente de desenvolvimento integrado (IDE). Não obstante, permitem a comunicação com instrumentos sensores, atuadores e controladores, por meio da interface serial do microcomputador.

A plataforma Elipse permitiu que o trabalho fosse realizado mais rapidamente, pois possui as ferramentas de supervisão e controle já incorporadas no software. Em Delphi, toda a programação foi realizada manualmente, utilizando-se de bibliotecas disponibilizadas na Internet, o que exigiu um maior tempo de programação e conhecimento do protocolo de comunicação utilizado.

RESULTADOS E DISCUSSÕES:

O programa computacional, desenvolvido tanto em Delphi quanto em Elipse permitiu a supervisão, bem como controle do funcionamento do controlador de temperatura e do inversor de frequência e consequentemente, da temperatura e fluxo de ar de secagem. As Figuras 2.a e 2.b ilustram as telas dos programas de supervisão e controle, desenvolvidas nas plataformas Delphi e Elipse Scada, respectivamente.

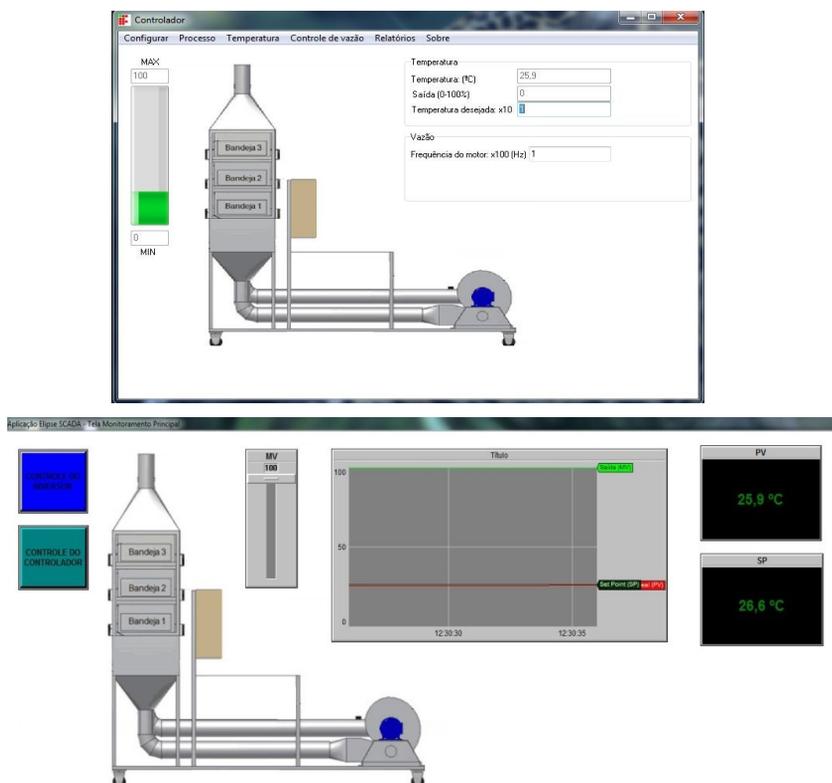


Figura 2 - Telas Principais do programa supervisorio: a) desenvolvido em Delphi 7; b) programa supervisorio desenvolvido em Elipse SCADA

Em ambas as plataformas, além de comparar os resultados e limitações, também foi possível adicionar novas funcionalidades às aplicações, como leitura contínua dos parâmetros (Temperatura, Frequência aplicada ao motor do ventilador), armazenamento dos dados obtidos em planilhas eletrônicas e configuração remota de parâmetros e acionamento de funções. As aplicações permitiram por meio de telas específicas, o monitoramento e controle da temperatura e do fluxo de ar de secagem (Figuras 3 e 4).



Figura 3 – Telas da aplicação supervisoría desenvolvida em Elipse SCADA: a) Tela do monitoramento e controle da temperatura do ar de secagem; b) Tela do monitoramento e controle de vazão por meio do inversor.

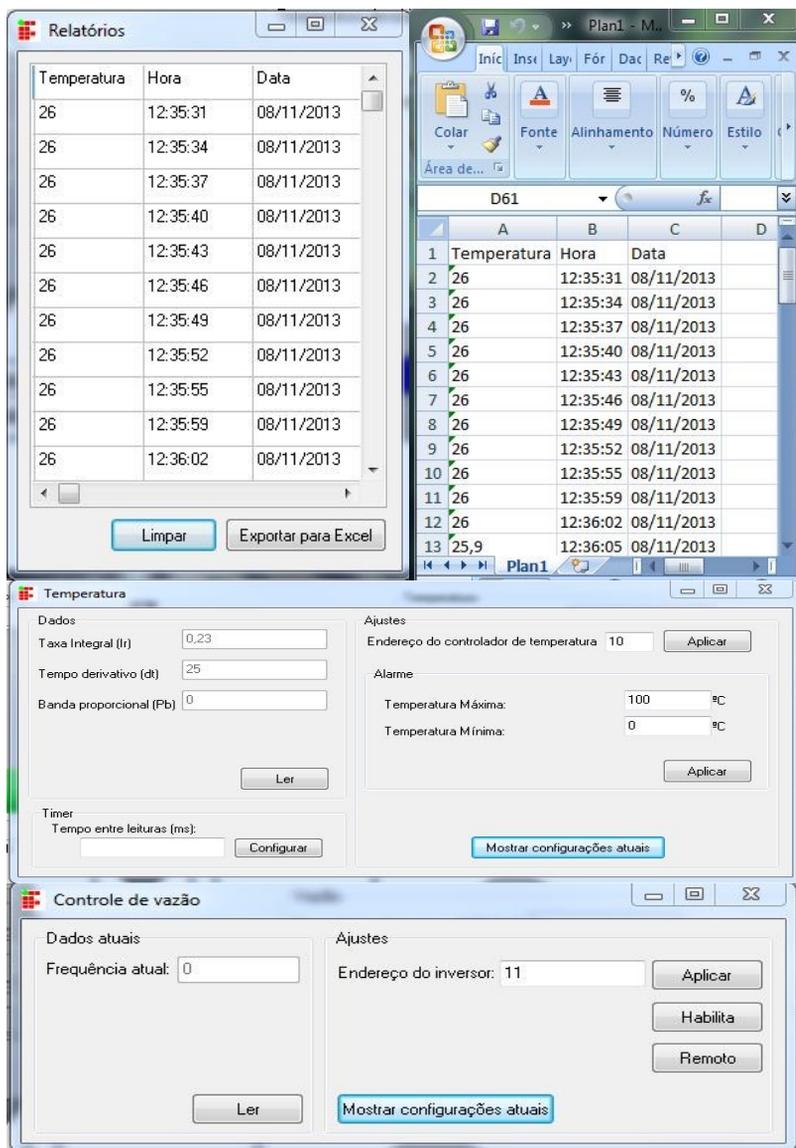


Figura 4 – Telas da aplicação supervisória desenvolvida em Delphi 7:
a) Telas de relatórios do programa; b) Tela exportada para o Excel;
c) Tela do monitoramento e controle de vazão;
d) Tela do monitoramento e controle da temperatura do ar de secagem

CONCLUSÕES:

Os sistemas de supervisão e controle desenvolvidos, tanto em Delphi quanto em Elipse, tornaram possíveis o controle e monitoramento, em tempo real, das condições de secagem, principalmente da temperatura e do fluxo de ar.

Foi possível apresentar, na tela principal dos programas computacionais, as leituras de todas as grandezas envolvidas no processo de secagem.

A utilização da rede de dispositivos utilizando o protocolo de comunicação Modbus mostrou-se eficiente, de fácil implementação e adequada ao controle do funcionamento do secador.

A plataforma Elipse permitiu que o trabalho fosse realizado mais rapidamente, pois possui as ferramentas de supervisão e controle já incorporadas no software. Em Delphi, toda a programação foi realizada manualmente, utilizando-se de bibliotecas disponibilizadas na Internet, o que exigiu um maior tempo de programação e conhecimento do protocolo de comunicação utilizado.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA:

LACERDA FILHO, A.F.; MELO, E.C. **Racionalização de Energia no Processo de Secagem de Café**. In: ZAMBOLIM, L. (Ed.). **Tecnologias de produção de café com qualidade**. Viçosa: UFV, 2001, p.527-564.

BORLAND. **Site Borland**. Disponível em: <http://www.borland.com/> .acesso em 9/11/2013.

ELIPSE. **Manual do Elipse SCADA**. Disponível em <http://www.elipse.com.br/> , Acesso em 9/11/2013a.

ELIPSE. **Documentação do driver ModBus**. Disponível em:
http://www.elipse.com.br/port/download_drivers.aspx acesso em 7/11/2013b;

NOVUS. **Manual do controlador N1200**. Disponível em <http://www.novus.com.br/> . Acesso em 10/04/2013.

WEG. **Manual do inversor CFW08**. Disponível em www.weg.net/br. Acesso em 01/05/2013.

MECATRÔNICA ATUAL. **Rede Modbus RTU**. Disponível em:
<http://www.mecatronicaatual.com.br/artigos/1149-rede-modbus-rtu>. Acesso em 7/11/2013.

VERNIER. **Site Vernier**. Disponível em: <http://www.vernier.com/products/accessories/kwire-tca/> , . Acesso em 9/11/2013.