

SIMULAÇÃO DE UM PROCESSO DE AERAÇÃO EM UM SILO DE ARMAZENAMENTO DE GRÃOS, CONTROLADO VIA RÁDIO FREQUÊNCIA

Amanda Schuck de Oliveira, Universidade do Estado de Mato Grosso – E-mail: amandasch.eng@hotmail.com
Karen Miranda Almeida, Universidade do Estado de Mato Grosso - E-mail: eng.karenalmeida@yahoo.com.br
Leodilza da Costa Freitas, Universidade do Estado de Mato Grosso - E-mail: Leodizaf@hotmail.com
Vinicius Aragão Depieri, Universidade do Estado de Mato Grosso - E-mail: vinicius_depieri@hotmail.com
Tadeu Miranda de Queiroz, Universidade do Estado de Mato Grosso - E-mail: tdmqueiroz@yahoo.com.br

Resumo: O protótipo desenvolvido no presente trabalho teve como objetivo a aplicação da ação de controle on-off, com acionamento por controle remoto, em um sistema de aeração de grãos, visando automatizar este processo. O sistema de aeração foi constituído de um recipiente cilíndrico com fundo falso perfurado, representando um silo vertical de armazenamento de grãos e um ventilador axial (cooler), ligado a uma matriz de contato. O circuito utilizado para o acionamento do sistema constitui-se basicamente de codificador, com um endereçamento binário específico, este manda informações a um transmissor, que emite a combinação binária através de rádio frequência, a qual é capturada por um receptor, que transfere estas informações a um decodificador, este verifica se os endereços são idênticos. Caso sejam, um sinal é transmitido para o acionamento do ventilador axial através de um relê. O experimento desenvolvido foi eficiente quanto aos objetivos propostos, obtendo um bom funcionamento a longa distância, e se apresentando como uma alternativa para automatização do processo de aeração industrial de grãos.

Palavras-chave: Automação; controle remoto; on-off; cooler.

SIMULATION OF A PROCESS OF AERATION IN A GRAIN SILO STORAGE, CONTROLLED BY RADIO FREQUENCY

Abstract: The prototype developed in the present work aimed at the implementation of the action on-off control, actuated by remote control in a system of aeration of grain in order to automate this process. The aeration system consists of a cylindrical container with perforated false bottom, representing a vertical silo grain storage and an axial fan (cooler), linked to an array of contact. The circuit used for the drive system is basically encoder, with a specific binary address, sends this information to a transmitter that emits a binary combination through radio frequency, which is captured by a receiver, which transfers this information a decoder, it checks if the addresses are identical. If so, a signal is transmitted to the drive axial fan through a relay. The experiment was efficient as the proposed objectives, getting a good run long distance, and presenting itself as an alternative to automate the process of aeration of that grain.

Keywords: automation; remote control; on-off; cooler.

1. INTRODUÇÃO

A automação é a tecnologia relacionada com a aplicação de sistemas mecânicos, elétricos e eletrônicos, apoiados em meios computacionais, na operação e controle dos sistemas de produção. Quanto maior a automatização do processo, maiores serão os benefícios relacionados a conformidade da qualidade, economia de energia, flexibilidade, segurança de funcionamento pela melhoria da produtividade (ALVES, 2004).

Os projetos de automação de instalações industriais visavam apenas o monitoramento e controle local automático dos principais parâmetros voltados a garantir uma adequada operação remota e não assistida. Nos dias de hoje, o grande interesse por sistemas de automação ocorre onde a presença humana esteja sob perigo e o ambiente insalubre, ou onde se busca a otimização e padronização dos procedimentos existentes no processo (TAGLIARI et al., 20?).

Na indústria de beneficiamento de grãos, são empregadas técnicas de armazenagem que visam conservar a qualidade dos grãos durante o tempo necessário para utilizá-los como alimentos ou serem transformados em outros produtos (CORTEZ; MAGALHÃES, 1993), dentre essas técnicas destaca-se o processo de aeração. A operação de aeração consiste na passagem forçada do ar, com fluxo adequado, através da massa de grãos, com o objetivo de prevenir ou solucionar problemas de conservação do produto (SILVA, 2000).

É necessário o resfriamento da massa de grãos dentro de um tempo que não comprometa a qualidade dos mesmos, para que a aeração ocorra de forma eficiente (MILMAM, 2002), de modo que consiga um fluxo de ar uniforme em todas as regiões do silo (MIRANDA, et al. 20?). Portanto, busca-se otimizar o processo de aeração, consequentemente evitar custos adicionais para a manutenção da qualidade e minimizar as perdas.

A aeração secante é aplicada em grãos colhidos com umidade elevada. Tem por objetivo manter o grão à baixa temperatura e proporcionar secagem lenta, até a aplicação de secagem e armazenagem definitivas (CORTEZ; MAGALHÃES, 1993 apud LASSERAN, 1981), realizada para secar grãos ou apenas complementar o processo de secagem com o uso de ar natural. A aeração secante exige vazões específicas elevada, portanto, se utilizada de silos com fundo falso perfurado, onde a distribuição de ar é constituído de um plenum, coberto de chapas perfuradas ligadas através da redução de entrada ao ventilador (MILMAM, 2002).

A forma de passar o fluxo pela massa de grãos pode gerar algumas características fundamentais para o sistema de aeração. Quando o movimento de ar é ascendente e o ventilador encontra-se instalado na base do silo, o sistema é conhecido como insuflação ou ventilação positiva (SILVA, 2000). O ar insuflado irá expulsar o ar modificado sem atravessar a massa de grãos com exceção dos que estiverem rente ao corpo do silo (CUNHA, 1999).

Atualmente é de suma importância que o monitoramento e controle de plantas químicas e processos de manufatura possam ser realizados a distância. Portanto o controle e o monitoramento remoto são imprescindíveis em locais de risco à saúde do homem, ou mesmo em locais de difícil acesso a dispositivos e instrumentos (ALMEIDA, 2010).

Um sistema de controle é um arranjo dos componentes relacionados para comandar, regular ou direcionar a si mesmo ou outro sistema. Em um ambiente industrial pode-se dizer que esse sistema é um conjunto de equipamentos destinados a manter seu funcionamento de forma satisfatória, RODRIGUES, (2010 apud DISTEFANO et al, 1990). O sistema de malha aberta é um sistema de controle em que o sinal de saída não interfere na ação de controle. Cada entrada de referência corresponde a uma condição fixa de operação, independente das outras variáveis do processo RODRIGUES, (2010 apud OGATA, 2003).

Dentre as ações de controle, destaca-se o controle on-off, devido a maior simplicidade e economia. Como o próprio nome indica, só permite duas posições para o elemento final de controle, ou seja: totalmente aberto ou totalmente fechado (SENAI, 1999). Os controladores on-off são amplamente utilizados na indústria, em processos que admitem oscilação contínua da variável de controle em torno do valor desejado (BEGA et al., 2003).

Portanto, este trabalho teve como objetivo a montagem de um protótipo, baseado na operação de aeração, com acionamento por controle remoto, em um silo cilíndrico vertical, de fundo falso perfurado, com fluxo de ar ascendente, para armazenagem de grãos, visando propor uma alternativa para controle adequado e automação deste processo.

MATERIAIS E MÉTODOS

O presente trabalho foi desenvolvido no laboratório de Automação e Controle da Universidade do Estado do Mato Grosso, Campus Universitário Deputado Estadual Renê Barbour, Barra do Bugres - MT.

O protótipo do sistema de aeração desenvolvido foi constituído de um ventilador axial (cooler), acoplado a um recipiente cilíndrico que representa o silo de armazenamento de grãos, ligados a uma matriz de contato que permite o acionamento do sistema por controle remoto.

A matriz de contato possui duas filas horizontais de terminais interligados e duas regiões centrais com filas verticais de terminais também interligados. As filas horizontais podem ser usadas como linhas de alimentação (positivo e negativo), com uma boa qualidade de pontos disponíveis de conexão. Já as filas verticais são dispostas com dimensionamento que permitem o encaixe de componentes do circuito, assim a partir das filas verticais temos acesso aos terminais dos componentes podendo fazer interligação de elementos de polarização e acoplamento (FUMEP, 20?). Sendo que para a montagem do circuito descrito no presente trabalho, a matriz de contato é constituída dos seguintes componentes.

A bateria de 9 volts, como alimentação de energia para os componentes da matriz de contato.

Capacitores que tem por principal função armazenar cargas elétricas para posteriormente descarregá-las. Composto basicamente de duas placas de material condutor, denominadas de armaduras, isoladas eletricamente entre si por um material isolante chamado dielétrico (SENAI, 2002). No presente trabalho foram utilizados capacitores de 5,6 nF, 22 nF e 100 nF.

Resistores com função de transformar ou limitar a corrente elétrica (SENAI, 2002). Os resistores utilizados foram os de 51 k Ω , 56 k Ω , 100 k Ω , 200 k Ω .

O transistor que tem por função amplificar e chavear sinais elétricos (SILVA, 2009), empregou-se para este sistema o transistor BC548, composto por 3 terminais, de acordo com a Figura 1, no qual o terminal 1 é responsável por coletar a tensão elétrica, o 3 de emitir e o 2 de regular a passagem de tensão. Comercializado por Fairchild Semiconductor Corporation.



Figura 1: Modelo de transistor BC548 (Fonte: Adaptado de Fairchild, 1997).

O regulador de tensão mantém a tensão de saída constante (WENDLING, 2009), utilizou-se regulador de tensão L7805CV, comercializado por STMicroelectronics. De acordo com a Figura 2.

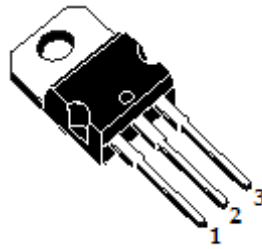


Figura 2: Modelo de regulador de tensão L7805CV (Fonte: Adaptado de STMicroelectronics).

Transmissor que permite transmitir sinais através de radio frequência. Utilizou-se o modelo TXC1 de 434 MHZ, composto por 8 entradas, representado na Figura 3, comercializado por Keymark Technology Co.

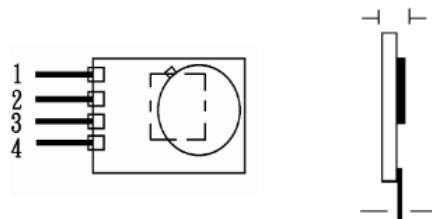


Figura 3: Características mecânicas do transmissor TXC1 (Fonte: Keymark, 2003).

Em que: 1 – GND; 2 – Data; 3 – Vcc; 4 – Antena

O receptor irá receber o conjunto de informações do transmissor (BABA; et al.,20?). Utilizou-se o modelo RXD1, de 434 MHZ, com 4 entradas, conforme a Figura 4, comercializado por Keymark Techonology Co Ltd.

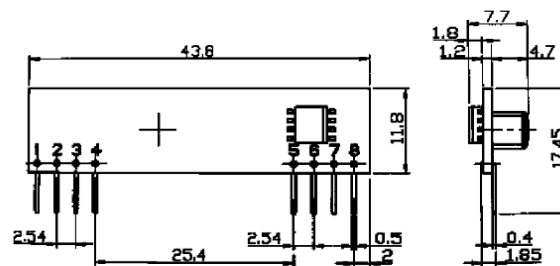


Figura 4: Características mecânicas do receptor RXD1 (Fonte: Keymark, 2003).

Em que: 1 – Antena; 2 – GND; 3 – GND; 4 – Vcc; 5 – Vcc; 6 – Data; 7 – Data; 8 - GND

Tanto receptor quanto transmissor, devem possuir a mesma frequência para que haja transferência de informações entre eles.

O relê com 5 terminais e 5 Vcc. Em geral, o rele tem a função de produzir modificações súbitas e pré determinadas em um ou mais circuitos elétricos de saída, quando

certas condições são satisfeitas no circuito de entrada que controlam o dispositivo (FRANÇA; DIAS, 20? apud CUNHA, 2009). Representado na Figura 5.

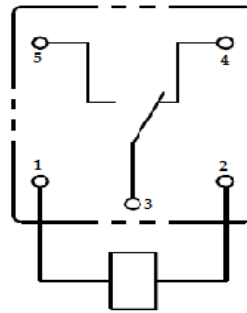


Figura 5: Representação do relê de 5 pinos (Fonte: Adaptado de Datasheet archive).

No qual os terminais 1 e 2 correspondem a bobina de excitação, o terminal 3 o comum, e os terminais 4 e 5 aos contatos normalmente fechado, ou desligado, e normalmente aberto, ou ligado, respectivamente (SOUZA, 2009).

Os terminais 1 e 2 foram ligados a fase positiva e ao terminal 1 do transistor responsável por receber tensão elétrica, respectivamente, na matriz de contato. O terminal 3 foi ligado a um plug tomada macho composta por 2 terminais, com a finalidade de ser ligado a energia elétrica. O terminal 5, foi ligado ao mini contator.

O mini contator que se constitui de um dispositivo de comando, com função de chavear os contatos elétricos principais e auxiliares através de uma bobina eletromagnética, evitando a formação de arco-elétrico (SOUZA, 20?). O mini contator utilizado foi de 110 Volts, contendo 10 contatos, em que as terminações 3 e 4 são normalmente fechadas e as terminações 1 e 2 normalmente abertas, representado na Figura 6.

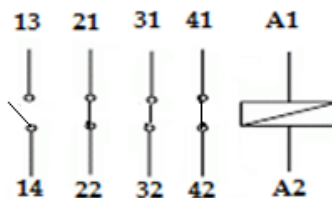


Figura 6: Representação do contator (Fonte: o autor).

A ligação do relê com a mini contator foi estabelecida no contato normalmente fechado A2. Enquanto que, o plug tomada macho foi ligado ao mini contator através do contato normalmente fechado A1.

Para ocorrer a passagem de corrente elétrica, foi estabelecida uma ligação entre os contatos normalmente aberto 13, e normalmente fechado A1. Através desta ligação os contatos normalmente fechados que recebem energia elétrica, transmitem energia aos contatos normalmente abertos responsáveis por ligar o equipamento.

A partir do relê, mini contator e plug tomada macho, pré ligados foi necessário o uso de uma fonte correspondente a voltagem do ventilador axial (cooler), para que ocorra o acionamento do equipamento. Esta foi ligada por meio de um plug tomada fêmea com 2 terminais. Um dos terminais conectado ao fio normalmente aberto do relê ligado ao contato

normalmente fechado do mini contator, e outro ao contato normalmente aberto do mini contator. Representado na Figura 7.

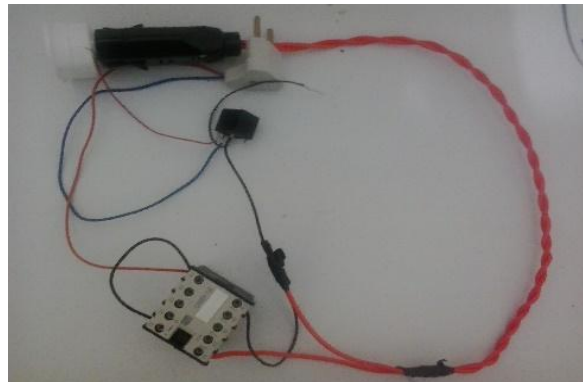


Figura 7: Ligação entre relê e contator (Fonte: o autor).

Codificador responsável pela conversão de uma informação expressa em muitas linhas de entrada para a forma de palavras de saída em algum código, com um número menor de bits. Decodificador que recebe palavras de entrada em algum código e destrincha essa informação em muitas linhas de saída, decodificando-a (CARDOSO, 20?), para este experimento empregou-se codificador modelo MC145026 e decodificador MC145027, comercializados por Motorola. De acordo com Figura 8 e 9, respectivamente.

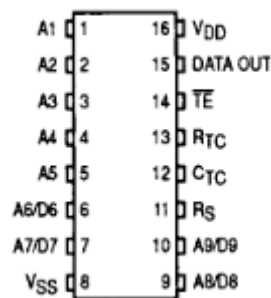


Figura 8: Modelo de codificador MC145026 (Fonte: Motorola, 1998).

Em que: A1, A2, A3, A4, A5 – Entradas de endereço; A6/D6, A7/D7, A8/D8, A9/D9 – Entradas livres; V_{ss} – Fase terra; R_s – Resistor; C_{TC} – Capacitor; R_{TC} – Resistor; TE – Chave de pulso; Data Out – Saída de informação para o transmissor; V_{dd} – Fase positiva.

Nas entradas de endereço foram definidos o endereçamento do circuito para o presente experimento, 11000, a entrada livre A6/D6 foi utilizada para determinar o acionamento do equipamento podendo ser alterada entre polo positivo e polo terra.

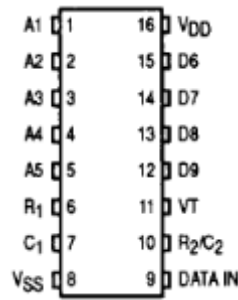


Figura 9: Modelo de decodificador MC145027 (Fonte: Motorola, 1998).

Em que: A1, A2, A3, A4, A5 - Entrada de endereço; R1 – Resistor; C1 – Capacitor; Vss - Fase terra; Data in - Conexão com receptor; R2/C2 - Resistor ou capacitor; VT: Resistor; D6, D7, D8, D9 - Entradas livres; VDD - Fase positiva

Na entrada livre D6 foi conectado um resistor na mesma direção de um diodo emissor de luz (LED).

Para a representação de acionamento e desligamento do circuito, utilizou-se 2 diodos emissores de luz (LED), de 3 mm, um destes emite um sinal, quando acionada a chave de pulso, e o outro se mantém ligado quando a matriz está energizada na polo positivo, ou se mantém desligado quando a matriz está em polo negativo.

A partir da Figura 10, é possível observar o esquema completo de montagem do circuito elétrico na matriz de contato, utilizada para acionar o equipamento, assim como o endereçamento do codificador (11000), necessário para troca de informações, no qual, os pinos 1 e 2 são conectados a polo positivo e 3, 4 e 5 a polo terra.

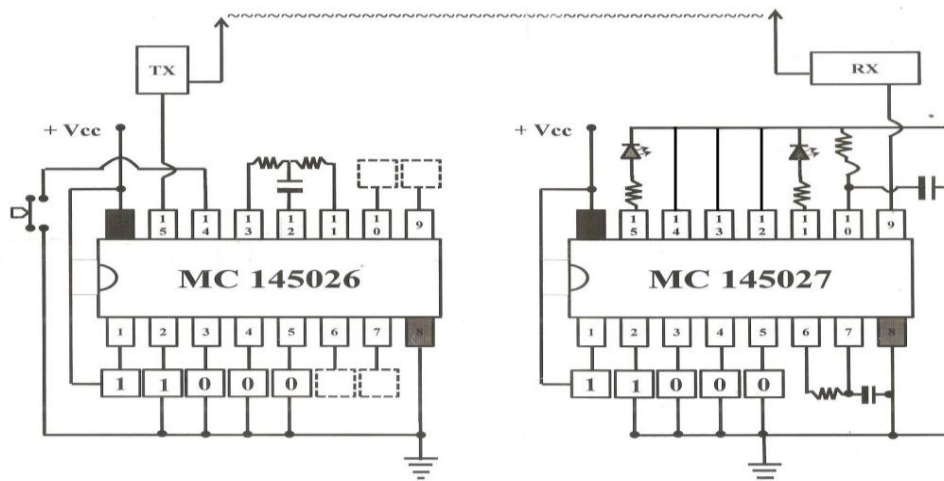


Figura 10: Circuito de rádio frequência (Fonte: o autor).

O endereçamento serial do codificador, é enviado para o transmissor, este emite o sinal por rádio frequência ao receptor, repassa para o decodificador, que lê e compara o endereçamento. Se idênticos aciona o relê, disponibilizando sinal ao contator que aciona o equipamento.

Com auxílio do circuito montado na matriz de contato, o protótipo do silo de aeração de grãos foi desenvolvido a partir dos componentes descritos abaixo.

O silo de armazenamento de grãos foi representado por um recipiente metálico cilíndrico. O mesmo foi perfurado na parte inferior, visando simular o fundo falso perfurado, usado para movimentar o ar através da massa de grãos.

Os fundo falso perfurado, deve conter furos de diâmetro adequado para que não ocorra a passagem dos grãos (MILMAM, 2002).

Para simular o processo de ventilação dentro do silo empregou-se um ventilador axial (cooler), de 12 Volts e 0,24 A, segundo a Figura 11.



Figura 11: Cooler para simulação de ventilador axial (Fonte: o autor).

O protótipo foi montado usando-se como base uma caixa oca de madeira (38 cm x 15 cm x 28,5 cm) representada na Figura 12, previamente perfurada em uma das laterais na parte inferior, com furo de diâmetro proporcional ao diâmetro do ventilador axial (cooler), e na parte superior com diâmetro suficiente para o encaixe do recipiente cilíndrico perfurado, de forma que o cooler é encaixado no fundo do recipiente cilíndrico, permitindo a para passagem de ar.



Figura 12: Caixa oca perfura de madeira utilizada para montagem do protótipo (Fonte: o autor).

Na parte interna da caixa foi acoplado o circuito montado na matriz de contato, este ligado ao ventilador axial, através do mini contator.

Na parte superior da caixa, sobre o furo de passagem de ar do ventilador axial, foi fixado um recipiente metálico cilíndrico, simulando o silo de grãos, obtendo-se apenas a visualização do recipiente na parte externa da caixa de madeira.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O sistema desenvolvido no presente trabalho atendeu aos seguintes objetivos propostos inicialmente:

- Bom funcionamento do protótipo;
- Ação de controle on-off foi eficiente para o controle do fluxo de ar;
- Ação por controle remoto desenvolveu uma resposta rápida quanto ao acionamento e desligamento do equipamento, proporcionando o controle deste à longa distância;
- Transmissor e receptor com frequências idênticas proporcionaram a passagem de informações do endereçamento (11000), a partir do codificador ao decodificador, enviando assim um sinal ao relê, e este ao contator, que aciona o equipamento;
- Otimização do processo de aeração de grãos.



Figura 13: Protótipo de processo de aeração de grãos em silo vertical por controle remoto (Fonte: o autor).

4. CONCLUSÃO

O experimento desenvolvido foi eficiente quanto aos objetivos propostos, sendo uma alternativa inovadora, de baixo custo, que demanda pouca mão de obra e confere menores riscos ao operador, otimizando assim o processo de aeração de grãos.

No entanto, constitui-se apenas de uma simulação do sistema de aeração em um silo vertical, onde o fluxo de ar não pode ser alterado em função do grão.

Visto que, em escala industrial são necessários cálculos para análise da porosidade dos grãos submetidos ao processo para que a vazão de ar seja adequada.

REFERÊNCIAS

- BABA, L. M.; et al.** *Transmissores de RF. Escola Politécnica da USP. São Paulo. 20?*
- BEGA, E. A.; et al.** *Instrumentação industrial. Rio de Janeiro: Interciência, 2003. 541p.*
- CARDOSO, D.** *Codificadores e multiplexadores. UFPA/ITEC/FEE. Pará. 20?. [Apostila de eletrônica digital].*
- CORTEZ, L. A. B.; et al.** *Introdução à engenharia agrícola. 2º ed. Campinas: da UNICAMP, 1993. 391p.*
- CUNHA, O. P.** *Controle de qualidade da massa de grãos. 1999. [Apostila do curso operacional de preparação para a safra/98 e pós-colheita/99 - SIGO].*
- DATASHEET ARCHIVE. 20?.** Disponível em: <http://www.datasheetarchive.com/JQC-3F-datasheet.html>> Acesso em: 03 de Jul. 2013.
- FAIRCHILD SEMICONDUCTOR. 1997.** Disponível em: <http://www.philohome.com/sensors/gp2d12/gp2d12-datasheets/bc548.pdf>> Acesso em 03 Jul. 2013.
- FIESC/SENAI.** *Eletrônica básica. Blumenau. 2002. [Apostila de eletrônica básica].*
- FRANÇA, J. F. DIAS, J.** *Desenvolvimento de um protótipo utilizando tecnologias para automação da máquina blocadora de alloy. UNIPAR. 20?.*
- FUMEP. 20?.** Disponível em: <http://www.ceset.unicamp.br/~leobravo/ST%20063/Matriz%20de%20contatos.pdf>> Acesso em 06 Jul. 2013
- KEYMARK. 2003.** Disponível em: <http://www.tato.ind.br>> Acesso em 03 Jul. 2013.
- MILMAM, M. J.** **Equipamentos para pré-processamento de grãos.** Pelotas: UFPel. 2002. 206p.
- MOTOROLA, 1998.** Disponível em: <http://pdf.datasheetcatalog.net/datasheet2/4/09gy1ga79yr6l4igj17j3sggtsfy.pdf>> Acesso em: 03 Jul. 2013.
- SILVA, J. S.** **Secagem e armazenagem de produtos agrícolas. 2º ed.** Viçosa: Aprenda fácil. 2008. 560p.
- SILVA, W. J.** **Transistores híbridos com base pseudo-metálica quimicamente depositada.** 2009. Tese de doutorado em Engenharia e Ciência dos Materiais. UFPR. Curitiba. 2009.
- SOUZA, G. B.** **Procedimento experimental 02: Partida direta e reversora.** IFSC. 20?.
- SOUZA, N. S.** **Apostila de acionamentos elétricos.** 2009. [Apostila do curso de eletrotécnica – IFRN].
- STMICROELECTRONICS.** Disponível em: <http://www.st.com/web/en/home.html>> Acesso em 03 Jul. 2013.
- TAGLIARI, I. B.; et al.** **Automação em processos produtivos baseada em instrumentação virtual.** Sorocaba. 20?.
- VIERA, D. S.; et al.** **Sistema de radio frequência para fechadura elétrica.** UNIVAP. São Paulo. 20?.
- WENDLING, M.** **CI reguladores de tensão.** UNESP. São Paulo. 2009.