

## PROPOSTA DE AUTOMAÇÃO DO CONTROLE DE ENCHIMENTO E ESVAZIAMENTO DE UM RESERVATÓRIO

Douglas Rodrigues Reis, UNIFENAS, dougrreis@hotmail.com  
Aline de Oliveira Cavalcante, UNEMAT, alinnecavalcante1@hotmail.com  
Nívia Carolina de Oliveira Bevilaqua, UNEMAT, niviabevilaqua@hotmail.com  
Rayana Fernanda Berto, UNEMAT, nana\_berto@hotmail.com  
Tadeu Miranda Queiroz, UNEMAT, tdmqueiroz@yahoo.com.br  
Thais Moreira Taboza, UNEMAT, thais\_ronaldo@hotmail.com.br

**RESUMO:** O presente trabalho teve como objetivo descrever a construção de um protótipo, cuja finalidade é controlar o abastecimento de um reservatório de água na indústria com controle automático de malha fechada, tendo como variável do processo o nível da água e a variável manipulada a vazão, onde o sistema é operado por um microcontrolador Basic Step 1. O código é acionado pelo controle On/Off através do comando de um algoritmo desenvolvido no *software* do compilador TBASIC. O protótipo foi construído no Laboratório de Automação e Controle (LAC) pertencente à Universidade do Estado de Mato Grosso. Para construção do mesmo foram utilizados um cano PVC, mangueira cristal, sensores de nível tipo booleano e válvulas solenoides, acoplados a um sistema de circuitos integrados. O display de cristal líquido, o relé e o contator, foram interligados em uma matriz de contato formando o circuito integrado, que após a sua construção foi conectada ao protótipo para a realização de testes e comprovação da eficiência. De maneira geral, todos os componentes utilizados funcionaram com eficácia, como o previsto, e responderam com positividade a todos os resultados esperados.

**Palavras-chave:** Abastecimento, On/Off, Malha Fechada, Sensores.

## CONSTRUCTION OF A PROTOTYPE WITH AUTOMATIC LEVEL CONTROL SYSTEM FOR A CONTAINER

**ABSTRACT:** This study aimed to describe the construction of a prototype, whose purpose is to control the supply of a water reservoir in the industry with automatic closed loop control, process variable having as the water level and the flow rate manipulated variable, where the system is operated by a microcontroller Basic Step 1. The code is triggered by the On/Off control by a control algorithm developed in the TBASIC compiler software. The prototype was built in the Automation and Control Laboratory (LAC) belonging to the University of the State of Mato Grosso. To build the same one we used PVC pipe, crystal hose, boolean type level sensors and solenoid valves, coupled to an integrated circuit system. The liquid crystal display, the relay and contactor, were interconnected array forming a contact integrated circuit, that after its construction was connected to the prototype for testing and verification efficiency. Generally, all components used effectively functioned, as expected, and responded with positivity to all the expected results.

**Key-words:** Supply, On/Off, Closed Loop, sensors.

### 1. INTRODUÇÃO

Com o objetivo de auxiliar ou até mesmo executar tarefas que são destinadas à pessoas, a automação vem sendo muito empregada em indústrias e assim favorecendo a ampliação do uso de sistemas de instrumentação e instrumentos isolados, cuja finalidade é o controle automático dos processamentos encontrados nas indústrias (ROSÁRIO, 2009; SOISSON, 2002).

A Automação de um mecanismo consiste em um conjunto de técnicas com a finalidade de construir um sistema operacional habilitado a trabalhar com uma eficiência significativa nas informações recebidas ao qual operam. Podendo operar em vários pontos, este sistema melhora de forma considerável o controle de processos de qualquer produção, e assim apresentando vantagens como maior quantidade, menor custo, maior qualidade, menor tempo (MARTINS, 2012).

De acordo com Ribeiro (2001), é considerável que indústrias tenham a automação dos processos, pois a mesma caracteriza a elevação da produção, conseqüentemente um menor consumo de energia e de matérias-primas, e assim diminui o descarte de resíduos de qualquer natureza.

Um grave problema enfrentado pelas indústrias, dentre elas a alimentícia, é o desperdício de água, no entanto tal desperdício pode ser combatido de forma a diminuir o custo com os gastos desnecessários de recursos naturais. Desta maneira, para minimização de tal problema, utilizam-se meios automáticos de processos (FERREIRA et al., 2013).

O protótipo automático com controle de nível de um reservatório para abastecimento de uma indústria, tem como variável de processo o nível da água e a variável manipulada à entrada de água no sistema ou seja a vazão.

O tipo de sistema de operação a ser utilizado no protótipo é o de malha fechada visto que este oferece uma maior precisão, rapidez na correção e estabilidade ao modelo, uma vez que reage às alterações imprevisíveis nos elementos do sistema além do sinal de controle ser estabelecido de forma a ajustar o desvio entre a saída e o sinal de referência (MANAVELA, 2013; OGATA, 2010; SILVA, 2000).

No controle de processos de uma indústria é de extrema importância que os procedimentos sejam realizados de forma fácil e correta. A ação de controle On/Off é uma das formas de controle mais simples existentes para tal finalidade e consiste em um circuito comparador que analisa e compara o sinal de entrada com dois sinais de referência. Estes sinais são chamados de limite inferior e superior (BOUFLEUR, 2014).

Dentre os componentes básicos dos sistemas automatizados, estão os sensores, sendo diversos os tipos utilizados. Seu sistema de funcionamento é feito sob a atuação de uma grandeza física que modifica as propriedades do dispositivo, como a resistência, a capacitância ou a indutância de forma mais ou menos proporcional. São também capazes de medir e enviar informações para o controlador, sendo fundamental a escolha correta de um sensor para que a automação de um processo possa funcionar perfeitamente (NATALE, 2003; REYES et al., 2012).

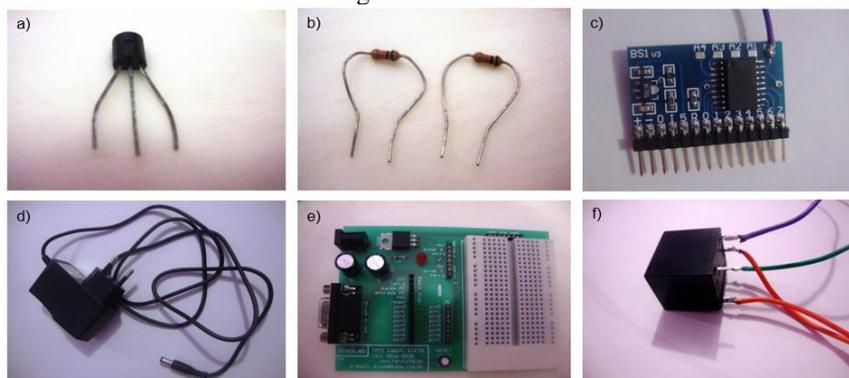
A proposta do presente trabalho foi a construção de um protótipo com controle automático de nível para um reservatório de indústria alimentícia, monitorando assim o abastecimento e descarte do líquido em seu interior.

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

O protótipo com sistema automático de controle de nível para um reservatório foi desenvolvido com a finalidade de aplicar e aprimorar técnicas de controle de processos desenvolvidas no Laboratório de Automação e Controle (LAC), do *Campi* Universitário Deputado Estadual Renê Barbour, na cidade de Barra do Bugres – MT, pertencente à Universidade do Estado do Mato Grosso.

Os equipamentos empregados para a construção do projeto serão expostos no decorrer do trabalho, dando ênfase às particularidades operacionais de cada elemento e sua aplicação no protótipo, juntamente com as etapas descritas de montagem do circuito. A Figura 1, está demonstrando alguns dos materiais utilizados na construção do protótipo.

Figura 1: Materiais utilizados



a) Transistor BC 548; b) Resistor ¼ W 10 kΩ; c) Microcontrolador Basic Step 1 K; d) Fonte de Alimentação – 127 – VCA x 12 VCC; e) Placa StepLab; f) Rele 5 pinos 5 VDC.

O transistor (Figura 1.a) é um dispositivo semicondutor de três terminais: base, emissor e coletor, tem como objetivo controlar a passagem de correntes entre elas. Seu propósito fundamental é amplificação e chaveamento em circuitos elétricos, onde na amplificação, o sinal de saída é igual ao de entrada, porém com maior amplitude, em virtude da potência fornecida pela fonte de alimentação, e assim controlando o fluxo de corrente elétrica. O chaveamento é um método de ligar e desligar a corrente elétrica (VALERO et al., 2014).

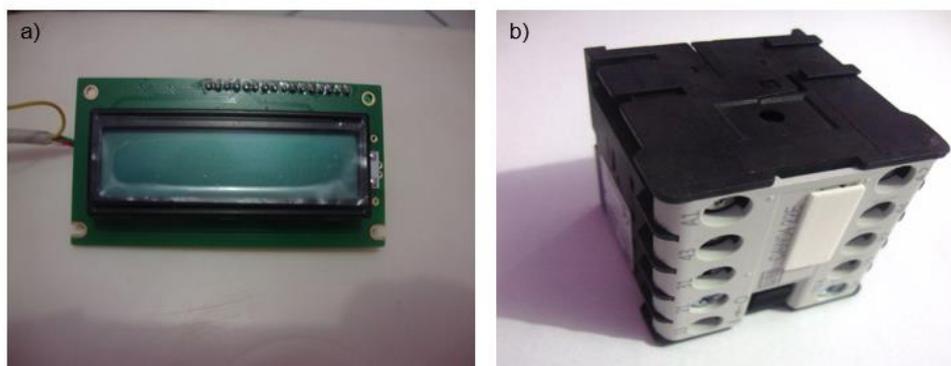
O objetivo do resistor (Figura 1.b) é proporcionar uma resistência elétrica à passagem da corrente. O seu tamanho se relaciona a potência em Watts (W) bem como a sua capacidade de dissipar calor, e não a sua resistência. Quanto maior for a corrente direcionada a um resistor, maior será a quantidade de calor gerada por ele, que precisará ser transferida ao ambiente. Estes possuem códigos de cores que variam de três a cinco faixas, correspondentes a um sistema de padrão adotado para a identificação da resistência analisada através de um multímetro. Neste trabalho foram utilizados quatro resistores de ¼ de W de 10KΩ (BRAGA, 2005).

Microcontroladores (Figura 1.c) podem ser descritos como um sistema computacional integrado, pois possuem uma unidade de processamento, memória e entradas e saídas de dados em um único chip. Em meio os microcontroladores atuais, o Basic Step possui maior destaque, devido a fatores, como seu baixo custo, praticidade em sua operação, além de ser um produto produzido no país (FIGUEREDO et al., 2006; VILELA et al., 2001).

O microcontrolador Basic Step e o *display* de Cristal Líquido são ligados juntamente com os circuitos integrados na placa StepLab (Figura 1.e).

Segundo Freitas (2015), relés (Figura 1.f) são dispositivos fundamentais de manobra de cargas elétricas, possibilitam uma combinação lógicas de comando e a separação dos circuitos de potência e comando. Os relés mais práticos são constituídos de uma carcaça com cinco terminais. Sendo 1 e 2 referente a bobina de excitação. O terminal 3 a entrada, e os terminais 4 e 5 são referentes aos contatos normalmente fechado (NF) e normalmente aberto (NA), respectivamente.

Figura 2: Materiais utilizados

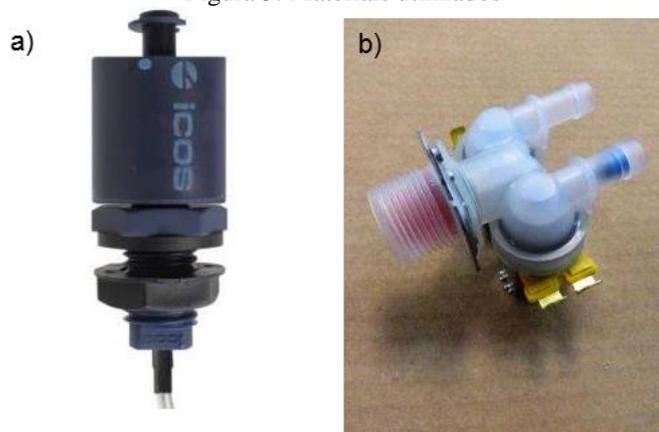


a) Display de Crystal Líquido 16 x 2 BKL; b) Mini Contator auxiliar 110 VCA.

O *display* de cristal líquido (Figura 2.a) possibilita a visualização direta da leitura de informações referentes aos comandos e ações de controle. Para ser utilizado em conjunto com o Basic Step, o *display* faz uso da comunicação serial, sendo necessário um pino de sua porta para a comunicação. As informações pré-determinadas são feitas do Basic Step para o *display* através do comando *serout* (FIGUEREDO et al., 2006).

Ainda segundo Freitas (2015), contator (Figura 2.b) é caracterizado como uma chave de comutação eletromagnética direcionada para cargas de maior potência em sua grande maioria. Para a energização de carga utilizam-se os contatos principais e os auxiliares NA e NF, com menor capacidade de corrente, para auxílio nos circuitos de comando e sinalização além do acionamento de outros dispositivos elétricos.

Figura 3: Materiais utilizados



a) Sensor de Nível LC26M-40; b) Válvula Solenoide de duas vias.

O modelo do sensor de nível utilizado é LC26M-40 (Figura 3.a). O sinal de um sensor é usado para identificar e corrigir irregularidades em sistemas de controle, e nas ferramentas de medição. O controle do nível da água é realizado com o auxílio de sensores do tipo chave eletromagnética normalmente aberta, que efetuam a leitura do nível mínimo e máximo. Possuem um cilindro com um ímã que aciona um sensor magnético no meio da haste, que por sua vez fecha o contato dos dois fios que saem do sensor (RUEDA, 2006; REVERTER, 2007).

Existem diversos modelos de válvulas solenoides, a utilizada no projeto (Figura 3.b) de acordo com Silva (2012), para que ocorra o seu funcionamento, a válvula necessita de uma tensão de alguns volts que é aplicada sobre um solenoide que faz com que um núcleo metálico se mova, causando a alteração do estado da válvula. O núcleo metálico comprime uma mola

que é a responsável por deslocar o núcleo para sua posição original quando a corrente elétrica é interrompida.

Primeiramente na montagem da estrutura do reservatório, fixaram as válvulas solenoides, uma na parte superior e outra na parte inferior de um tubo de PVC fechado nas extremidades, a mangueira cristal foi fixada no tubo mantendo o seu corpo para o lado de fora para possibilitar visualmente o monitoramento do nível de água dentro do reservatório.

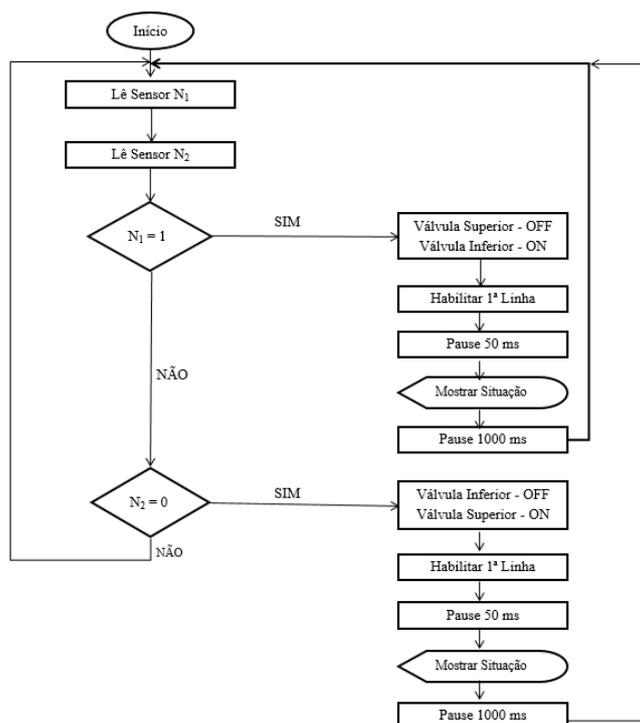
Os sensores foram colocados suspensos através de arames de alumínio fixados transversalmente no interior do tubo, sendo um na parte superior abaixo da válvula de entrada e outro na parte inferior acima da válvula de saída.

No desenvolvimento do sistema, foi programado o microcontrolador Basic Step para capturar o sinal dos sensores de nível, chamados de máximo e mínimo, e tomar a decisão de abrir ou fechar as válvulas de entrada e saída do líquido. Devido ao Basic Step trabalhar com 5 VCC e as válvulas solenoides precisarem de 127 VCA, foi usado o relé de 5 VCC para fazer o chaveamento. Para obter a corrente necessária para ativar o relé foi adicionado o transistor ao circuito. Dessa forma, quando o Basic Step aciona o processo de abastecimento, um sinal é transmitido na base do transistor que o faz conduzir, ativando o relé e o mantendo acionado pelo tempo configurado completando os 127 VCA que ligará as válvulas.

Na interface do sistema foi realizado uma programação no Basic Step 1 para que o display LCD conectado ao microcontrolador possa alterar seus caracteres entre os parâmetros cheio e vazio de acordo com a quantidade de líquido dentro do reservatório.

O processo inicia-se com a abertura da alimentação de água. Em seguida liga-se o controlador que receberá a informação do sensor da parte inferior sobre o nível da água no nível mínimo, o controlador então abre a válvula de entrada do reservatório e fecha a de saída. Quando a água atingir o seu nível máximo o sensor da parte superior transmite a informação para o controlador que fecha a válvula de entrada e abre a de saída. A sequência dos comandos executados pelo algoritmo no processo é apresentada na Figura 4.

Figura 4: Fluxograma do processo



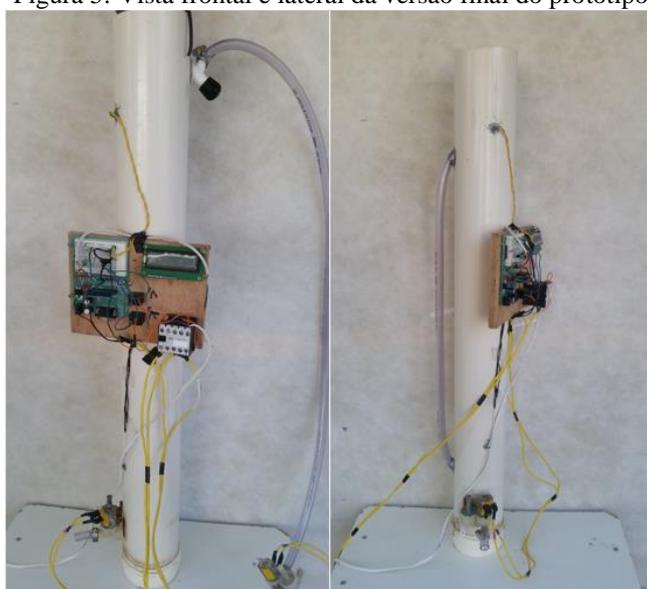
### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após o acionamento do sistema montado, constatou-se que o seu funcionamento aconteceu de forma perfeita, sendo seus componentes respondendo aos comandos do mesmo. O processo ocorreu de forma contínua por algumas horas sendo feitas verificações no equipamento até o seu desligamento.

Todos os componentes do protótipo funcionaram de forma satisfatória, onde as duas válvulas abriram quando o sinal específico, sendo a válvula de entrada ao ser acionada possibilitou a entrada da água no reservatório e a de saída permitiu o seu esvaziamento. Os sensores de nível forneceram os dados no momento certo conforme foram programados.

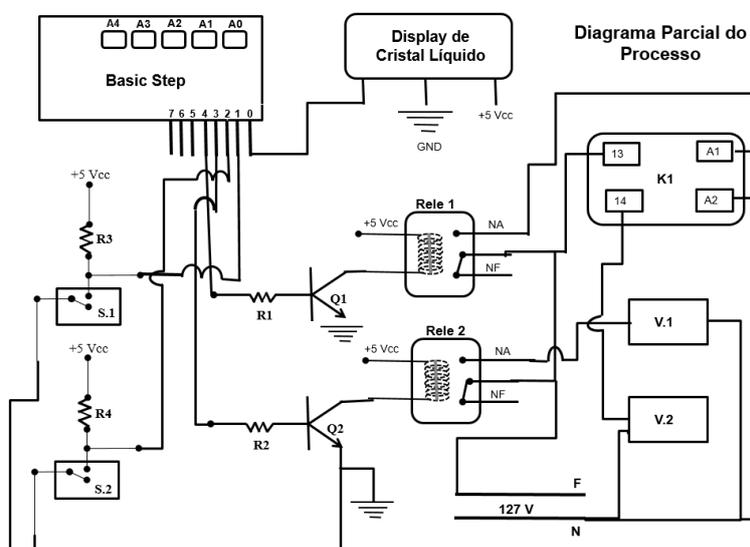
Apresenta-se na Figura 5 as imagens frontal e lateral de protótipo finalizado e a posição de seus componentes.

Figura 5: Vista frontal e lateral da versão final do protótipo



A representação do circuito do microcontrolador e a ligação de todos os seus componentes são demonstrados na Figura 6.

Figura 6: diagrama do processo



O controle On/Off apresentou uma boa eficiência, uma vez que o sistema funcionou de forma contínua e finalizou sua atividade apenas quando o comando referente foi acionado. Resultados semelhantes foram encontrados por Boufleur (2014), trabalhando com a produção de um sistema automático para controle da temperatura e nível de chá vegetal.

O microcontrolador adequou-se a esse segmento de processos que atuam de forma contínua, trabalhando de forma independente após a memorização do algoritmo. A mesma posição foi observada por Rueda et al., (2006), onde o mesmo desenvolveu um controle automático do nível de poeira baseado em microcontrolador.

#### **4. CONCLUSÃO**

O protótipo do sistema automático de controle de nível para o abastecimento de um reservatório mostrou-se eficiente durante as realizações dos testes, funcionando em perfeitas condições, como esperado.

Dessa maneira, conclui-se que o protótipo construído é de suma importância para indústrias tanto de alimentos, quanto outras que utilizam do processo de abastecimento ou envasamento de líquidos, pois abrange um processo de automação industrial, com o intuito de simplificar a mão de obra do operador bem como a execução de vários equipamentos.

#### **AGRADECIMENTOS**

Os autores agradecem CNPq pelo apoio financeiro.

#### **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

BOUFLEUR, A. C.; GIACOMINI, C. S.; RIBEIRO, E.; RIBEIRO, F.; FERNANDES, D.; QUEIROZ, T. M. D. Construção de um protótipo de um tanque para produção de chá com controle de temperatura e de nível. **Revista de Engenharia e Tecnologia**, v. 6, n. 3, p. Páginas 197-207, 2014.

BRAGA, N. C. **Eletrônica básica para mecatrônica**. 1º edição, São Paulo, Editora Saber, 2005.

FANZERES, A. Transmissores e geradores de RF. Cap 1, p. 15-23, cap. 2, p. 25. Editora Tecnoprint. Rio de Janeiro, 1985. MARTINS, G. M. Princípios de Automação Industrial. Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria - RS, 2012.

FERREIRA, A. S.; LEÃO, L. E.; OLIVEIRA, P. L. TENÓRIO, K. Proposta de um sistema automatizado de tratamento de água no processo de lavagem de cana-de-açúcar. **Rev. Controle e Automação**. v. 1, n. 1, 2013.

FIGUEREDO J., L. G. M.; SILVA D. N.; DUENHAS, L. H.; BOTREL, T. A. Construção e calibração de um manômetro de leituras digitais microprocessado. **Irriga**, v.11, p.492-499, 2006.

MANAVELA, H. J. **Sistemas realimentados e o controle em malha fechada**. 2013. Disponível em <http://www.oficinabrasil.com.br/reportagens-tecnicas/483-parte-2-sistemas-realimentados-e-o-controle-em-malha-fechada> . Acesso em 22 de junho de 2015.

NATALE, F. **Automação Industrial**. São Paulo, SP, Editora Érica. 2003.

OGATA, K. **Engenharia de controle moderno**. 5 ed. São Paulo: Editora Pearson Prentice Hall, 2010.

REVERTER, F.; LI, X.; MEIJER, G. C. M. Liquid Level measurement system based on a remote grounded capacitive sensor - **Sensors and Actuators A**, vol. 138, pp. 1-8. 2007.

REYES, J.; VELLASCO, M.; TANSCHKEIT, R. Monitoramento e diagnóstico de múltiplos sensores por redes neurais auto associativas. **SBA Controle & Automação**, v. 23, p. 121-137, 2012.

RIBEIRO, A. A. B.; MEDEIROS, D. Sistema Microprocessado para Monitorar o nível de água, utilizando Sensor Capacitivo. **Revista Sinergia**, São Paulo, v. 12, n. 1, p. 37-41, 2011.

ROSÁRIO, J. M. **Automação industrial**. São Paulo: Editora Baraúna, 2009.

RUEDA, T. C.; DOS SANTOS, L. M.; RABELO, G. F. Controle automático do nível de poeira baseado em microcontrolador. **INFOCOMP Journal of Computer Science**, v. 5, n. 1, p. 61-65, 2006.

SILVA, J. A. F. da; LAGO, C. L. do. Módulo Eletrônico de controle para válvulas solenoides. **Química Nova**, São Paulo, v. 25, n. 5, p. 842-843. 2002.

SOISSON, H.E. **Instrumentação industrial**. Editora Hemus, 2002.

VALERO, N. V.; SOLDÁ, C. E.; CARVALHO, P. F.; FOLADOR, T.; QUEIROZ, T. M.; Protótipo de elevador de canecas com sistema de acionamento via controle remoto. *Revista de Engenharia e Tecnologia*. **Revista de Engenharia e Tecnologia**, v. 6, n. 1, 2014.

VILELA, L. A.; GERVÁSIO, E. S.; SOCCOL, O. J.; BOTREL, T. A. Sistema para aquisição de dados de pressão e vazão usando microcomputador. **Revista Brasileira de Agrocomputação**, v. 1, n. 2, p. 25-30, 2001.