

CONTROLE DE UM PROTÓTIPO EDUCATIVO DE UMA ESTEIRA INDUSTRIAL

Márcia Roseli Ribeiro Barbosar – marcia_roseli@yahoo.com.br
Universidade Federal do Pará, Departamento de Engenharia Elétrica
Campus Universitário do Guamá – Guamá
6613-070 – Belém - PA

Ana Cláudia da Silva Gomes – acgomes@ufpa.br

Orlando Fonseca Silva – nick@eps.ufsc.br.
Universidade Federal de Santa Catarina, Departamento de Engenharia de Produção
Campus Universitário – Santa Catarina - UFSC

Luiz Affonso H. Guedes – affonso@ufpa.br
Universidade Federal do Pará, Departamento de Engenharia Elétrica
Campus Universitário do Guamá – Guamá
6600-000 – Belém - PA

***Resumo.** Este trabalho tem como principais objetivos a construção de um protótipo didático representativo de alguns estágios típicos de processos industriais seqüenciais utilizando para isso um equipamento originário da tecnologia dos Controladores Lógicos Programáveis (CLPs). O Processo escolhido consiste de uma esteira na qual estão arranjados alguns recipientes que devem ser preenchidos um a um com água que por sua vez é bombeada de um reservatório. No controle do processo é usado o CLP MCP2002C/ATOS.*

***Palavras-chave:** Controle discreto, controlador lógico programável, automação industrial, linguagem LADDER.*

1. INTRODUÇÃO

O uso de protótipos reais é de extrema importância nos cursos de automação e controle. Com eles os alunos de graduação podem colocar em prática o que é visto em teoria nas salas de aula e os pesquisadores podem avaliar algoritmos em situações mais realísticas. A aquisição desses protótipos possui alguns aspectos relevantes como: custo e independência tecnológica, pois, via de regra, os processos reais sendo importados, são caros e muitas vezes não permitem a incorporação de outras tecnologias ou uso de novos algoritmos. Este trabalho apresenta as principais características de um protótipo de baixo custo, construído com recursos humanos e materiais locais bem como o seu controle utilizando Controladores Lógicos Programáveis (CLPs).

2. O PROTÓTIPO EDUCATIVO

A estrutura mecânica do processo foi totalmente desenvolvida no Laboratório de Controle e Sistemas (LACOS - UFPA), com o propósito de se ter uma bancada didática para utilização em aulas práticas das disciplinas de sistemas de controle. O protótipo possui os seguintes elementos básicos: uma esteira, um sensor de posição, recipientes e válvula de água.

2.1 Esteira

A esteira consiste numa fita de filme fotográfico e foi construída tendo como base uma estrutura de acrílico, como ilustra a “Fig. 1”. Para seu acionamento utiliza-se um motor DC acoplado a mesma por um sistema de engrenagens. Este motor tem as seguintes características quanto ao funcionamento a vazio: 5V, 500 mA.

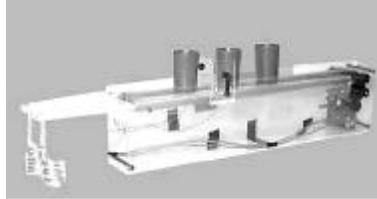


Figura 1 – A esteira.

2.2 Sensor de Posição

O sensor de posição é constituído de um fototransistor (transistor sensível a luz) e um LED (diodo emissor de luz). Os sensores fotoelétricos, também conhecidos por sensores ópticos, manipulam a luz de forma a detectar a presença do objeto (Jacob Millman e Christos C. Halkias, 1981). Baseiam-se na transmissão (LED) e na recepção (fototransistor) de luz que pode ser refletida ou interrompida por um objeto a ser detectado. A “Fig. 2” ilustra o par fototransistor – LED usado no protótipo.

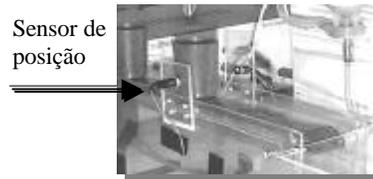


Figura 2 – Sensor de posição.

Neste caso, o par fototransistor - LED foi colocado em lados opostos da base de acrílico da esteira. A “Fig. 3” ilustra o circuito utilizado para o sensor de posição.

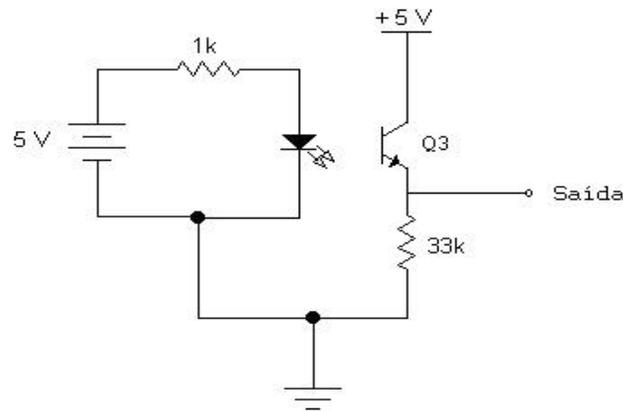


Figura 3 – Circuito do sensor de posição

2.3 Chave Acionadora

A chave acionadora, funciona como “liga e desliga” do processo. A “Fig. 4” ilustra o circuito da chave acionadora.

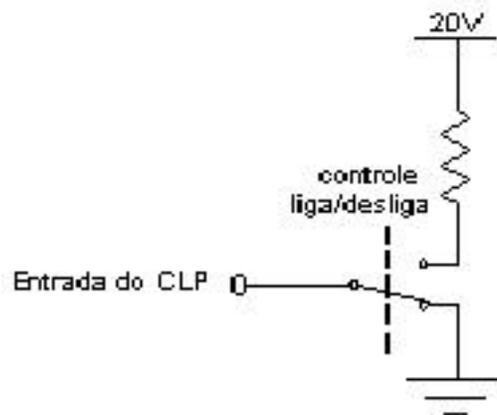


Figura 4 – Circuito da chave acionadora.

2.4 Válvula de água

Utiliza-se um motor DC acoplado a um diafragma, que atuam em conjunto com uma bomba, para funcionar como válvula de água. O motor é o mesmo utilizado em carros para ejetar água no parabrisa. A tensão de trabalho do mesmo é de 5V e sua corrente máxima chega a 1A.

A válvula foi colocada num suporte de madeira, sendo que o recipiente de água fica acima do nível de saída de água. A “Fig. 5” ilustra o conjunto válvula e depósito de água.

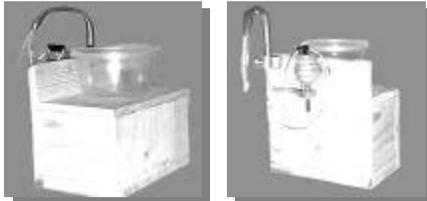


Figura 5 – Conjunto válvula e depósito de água.

2.5 Os Recipientes

Os recipientes foram escolhidos de acordo com a sua cor e transparência, assim optou-se por copos de cor escura e não transparentes para um melhor funcionamento do sensor de posição. Se os mesmos fossem transparentes a luz do LED, ainda que em menor intensidade, incidiria no fototransistor. A “Fig. 6” ilustra os recipientes usados.

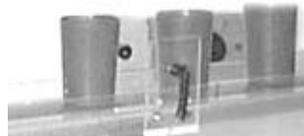


Figura 6 – Recipientes.

Após a união de todos os componentes obteve-se o protótipo como mostra a “Fig 7”.



Figura 7 – Protótipo montado.

A automação do protótipo construído será feita com o auxílio de um Controlador Lógico Programável (CLP). Controlador mundialmente utilizado em quase todas as indústrias.

3. O CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMÁVEL - CLP

Os controladores lógicos programáveis – CLPs, são dispositivos eletrônicos baseados em microprocessadores usados para controlar e/ou monitorar máquinas ou processos através de um programa armazenado e unidades de entrada/saída (Empresa Atos, 1991).

Diferente de outros equipamentos convencionais para automação industrial, o CLP possui capacidade de ser programado e de executar suas instruções de modo seqüencial (Ferdinando Natale, 1995).

Para se obter as ações desejadas no CLP, é necessário antes, que estas ações sejam programadas em uma linguagem específica para controladores (Luiz Edival Souza, 1997). Uma linguagem de programação predominante no âmbito industrial é a linguagem de relés também conhecida como LADDER. Esta linguagem foi a primeira utilizada pôr fabricantes pois permite um entendimento rápido e claro das instruções de controle. Ela é baseada em representações gráficas originadas no diagrama eletromecânico, onde o elemento principal de controle é o relé (Paulo Rogério da Silveira e Winderson E. Santos, 1999).

O Controlador Programável disponível no Laboratório de Controle e Sistemas (LACOS/DEE/UFPa) é de fabricação nacional da empresa Atos Automação Industrial Ltda (Empresa Atos, 1997), próprio para controle de processos industriais e de máquinas mais simples.

4. PRINCÍPIO DE FUNCIONAMENTO

O objetivo principal do processo a ser controlado é o preenchimento dos recipientes com um líquido, que neste caso é a água, durante um certo intervalo de tempo. O processo a ser controlado envia informações ao CLP através do sensor de posição e da chave acionadora, o qual tem a função de recebê-las e processá-las de acordo com a lógica de funcionamento armazenada na sua memória. Depois de ter recebido os sinais, o CLP envia as informações de comando para o processo. Sendo que os sinais concretizam a lógica estabelecida. A “Fig. 8” ilustra a malha de controle do processo.

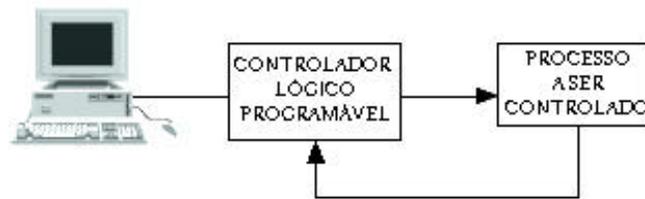


Figura 8 – Malha de Controle do Processo.

De acordo com a “Fig. 8” os sinais de controle entram e saem do CLP. O microcomputador nesta configuração é apenas um elemento auxiliar, serve para a *interface* entre *software* e *hardware* do CLP. A programação é transferida para o CLP via comunicação serial.

4.1 Lógica de Controle

O CLP recebe como entrada dois sinais: um que vem do sensor de aproximação e outro da chave acionadora. Como saída, o ele liga ou desliga o motor DC que aciona a esteira, abre ou fecha a válvula. Veja a disposição na “Fig 9” (Silvia Rosa, 1997).

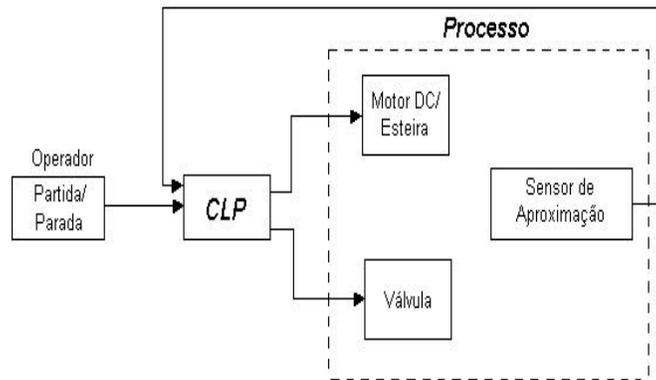


Figura 9 – Diagrama de Blocos do Processo.

4.2 Seqüência de Eventos

A seqüência de eventos do processo, incluindo a denominação das respectivas entradas e saídas do CLP, segue os seguintes passos:

- Início do processo ao pressionar a chave acionadora, um nível alto é enviado a entrada digital 100 do CLP, habilitando o processo a funcionar de acordo com o programa de aplicação armazenado na memória do CLP;
- Quando pressionada a chave a saída 200 é habilitada, que neste caso é uma saída auxiliar interna. A saída 180 do CLP é ativada, enviando um sinal para planta e executando a ação desejada. Com isso o motor DC é instantaneamente ligado se não houver nenhum recipiente desativando o sensor.
- Quando o primeiro recipiente atinge a posição desejada, o sensor de aproximação detecta sua presença e um sinal é enviado à entrada 101;
- No mesmo instante, pela lógica de controle implementada, o motor DC é desligado, saída 180 desenergizada, a válvula é aberta (saída 181 ativada). O primeiro temporizador, 000, é ativado pelo sinal do sensor, entrada 101, mas só energiza devido a presença da entrada 102 (é o *set* do temporizador) que permanece sempre energizada. Com o primeiro temporizador ativado, o tempo começa a ser contado;

- No decorrer da contagem do tempo, do primeiro temporizador, a esteira está parada e o recipiente esta recebendo líquido da válvula;
- Quando o primeiro temporizador termina a sua contagem de tempo, ele mesmo envia um sinal interno, que ao mesmo tempo habilita o segundo temporizador (008) e em conjunto com o sinal do sensor, faz com que a válvula seja fechada;
- O segundo temporizador é utilizado para que a válvula tenha um pouco mais de tempo, antes que o motor DC da esteira seja acionado, para o enchimento dos recipientes. Quando o mesmo termina a sua contagem o motor DC da esteira é acionado. Com isso evita-se que a esteira seja molhada;
- Repete-se as ações de controle.

4.3 Programa LADDER do Processo

Com as regras de operação do processo descritas e a identificação das entradas e saídas, o programa LADDER pode ser implementado. A “Fig. 10” ilustra o programa de controle do processo. A saída 200 é apenas um estado auxiliar interno.

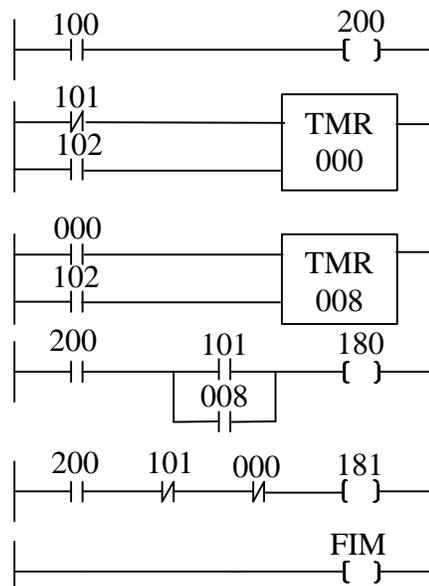


Figura 10 – Programa LADDER do Processo

A seqüência da lógica das entradas e saídas pode ser vista através da “Tabela 1”.

Tabela 1 - Seqüência de entradas e saídas no programa de controle de esteira.

Entrada/ Saída	Descrição	Energizado	Desenergizado
Entrada 100	Chave acionadora	Quando ligada a fonte de 24V	Quando ligada ao ground (terra)
Entrada 101	Sensor de Aproximação	Recipiente fora da posição desejada	Recipiente na Posição desejada
Saída 180	Esteira	Motor ligado	Motor desligado
Saída 181	Válvula	Válvula enchendo os recipientes	Válvula em estado de espera
Entrada 000	Temporizador	Recipiente Vazio	Recipiente com a quantidade de líquido desejada

O diagrama de tempo do processo é ilustrado na “Fig. 11”.

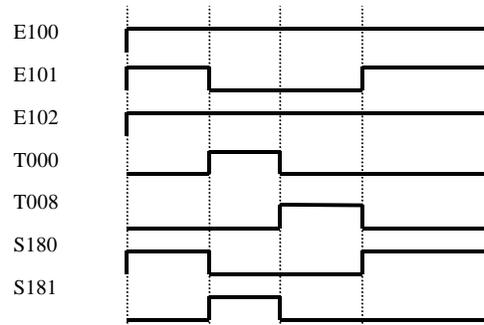


Figura 11 – Diagrama de Tempo

5. DISCUSSÕES

O protótipo desenvolvido alcançou os objetivos planejados. Tem características de um processo industrial em tempo real, sendo controlado pelo CLP MPC2002C. Este protótipo será mais uma bancada para ensino e pesquisa dentro do Laboratório de Controle e Sistemas, permitindo ao estudante ter a visão prática de um processo, aplicando seu conhecimento teórico a um problema real de engenharia de controle.

Com o atual protótipo será possível testar outros tipos de controle, como por exemplo PID (proporcional, integral, derivativo), que já está inserido em CLPs mais modernos, para o controle de velocidade do motor DC de acionamento da esteira ou da bomba d’água.

REFERÊNCIAS

Malvino, Albert Paul. *Eletrônica Volume 2*. São Paulo, Editora McGraw-Hill Ltda, 1986.

Manual do Controlador Lógico Programável MPC2002. Empresa Atos. Abril, 1997.

Millman, Jacob e Halkias, Christos C., *Eletrônica Dispositivos e Circuitos Volume 1*. São Paulo, Editora McGraw-Hill Ltda, 1981.

Natale, Ferdinando. *Automação Industrial*. São Paulo, Editora Érica Ltda, 1995.

Rosa, Silvia Regina C., *Uso de Controladores Lógico Programáveis em Processos Industriais*. 1997.

Silveira, Paulo Rogério da e Santos, Winderson E., *Automação e Controle Discreto*. Editora Érica Ltda, 1º Edição, 1999.

Souza, Luiz Edival. *Controladores Programáveis*. FUNPAI. 1997.