DESENVOLVIMENTO DE PROCESSO AUTOMÁTICO PARA PROTÓTIPO DE MÁQUINA DE COLAGEM DE BARBOTINA SOB PRESSÃO ATRAVÉS DE PROGRAMAÇÃO DE CLP

G. Jacichen¹, M. S. de Araujo¹ e J. A. Cerri²

¹ Departamento de Engenharia Mecânica, ² Departamento de Construção Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Avenida Sete de Setembro, 3165, CEP 80.230-901 - Curitiba / PR - Brasil
araujo@utfpr.edu.br

RESUMO

Dentro dos processos utilizados para a produção de louças cerâmicas, os mais utilizados atualmente são o torneamento de massa plástica e a colagem de barbotina. Este último processo, em especial, tem ocupado um importante espaço no crescente mercado de louças e materiais cerâmicos no Brasil. Para poder concorrer nas transações internacionais, o produtor necessitaria de algum método mais eficiente de produção. Como parte de um programa de incentivo aos empreendedores na área de colagem de barbotina sob pressão, foi construído um protótipo de uma máquina de colagem sob pressão, que traria a velocidade e a precisão que os métodos artesanais não conseguem oferecer. Este artigo aborda a criação de um sistema de operação para máquina com controles automáticos e manuais baseado no fluxograma de controle criado para este projeto. A base deste controle consiste na programação de CLPs na linguagem ladder, através do aparelho Zen, da OMRON.

Palavras-chave: protótipo, automação, barbotina, colagem sob pressão, louça de mesa.

INTRODUÇÃO

Enquanto várias técnicas de manufatura de cerâmicos foram desenvolvidas ainda na antiguidade, com fins decorativos e utilitários, o processo de colagem de barbotina foi desenvolvido mais recentemente, na Europa do século XIII, com a ascensão da Revolução Industrial. A técnica consiste na formação de peças a partir de uma suspensão sólido/líquido, onde se encontram a matéria-prima e os aditivos para a estabilização da suspensão. Denominada de barbotina, esta suspensão é formada por argila (15%), feldspato (10%), sílica (10%), água (45%) e aditivos ⁽¹⁾, com quantidades variando para cada fabricante e cada tipo de massa. A barbotina é então vertida em um molde de gesso para que o líquido dispersante (água ou álcool) penetre na estrutura do molde por ação da capilaridade. Esse processo resulta na formação de uma parede (material sólido filtrado do líquido dispersante), que aumenta gradativamente a espessura com o tempo, até criar uma reprodução do formato interno do molde. As peças obtidas por esse processo podem ser sólidas ou ocas. Empregado para diversas finalidades como cerâmica utilitária de mesa (louças e porcelanas), decorativa, sanitária, isoladores elétricos, e selos cerâmicos para dispositivos hidráulicos, essa técnica continua até hoje com pequenas modificações no seu processo de fabricação ⁽²⁾.

Um protótipo de uma máquina de colagem sob pressão foi construída por meio de um projeto financiado pela FINEP / SEBRAE / CNPq na UTFPR-Curitiba é o objeto de estudo para a criação de um sistema que possui a opção de operação automática, com otimização no tempo de trabalho, que é o objetivo deste artigo. Essa programação é realizada em uma central de processamento lógico (modelo 20C1AR-A-V2, ZEN), na qual é possível desenvolver programas em linguagem *Ladder*, monitorar o desenvolvimento do programa e criar uma interface limitada com computadores, por meio de um programa (ZENTool). Esta central funciona basicamente como um CLP (Controlador Lógico Programável), portanto será tratada como tal ⁽³⁾.

Os Controladores Lógicos Programáveis, ou CLPs, são equipamentos eletrônicos utilizados em sistemas de automação flexível. São ferramentas de trabalho muito úteis e versáteis para aplicações em sistemas de acionamentos e controle, e por isso são utilizados em grande escala no mercado industrial. Permitem desenvolver e alterar facilmente a lógica para acionamento das saídas em função

das entradas. Desta forma, podemos associar diversos sinais de entrada para controlar diversos atuadores ligados nos pontos de saída ⁽⁴⁾.

No controlador utilizado neste projeto, podem ser instaladas doze conexões para entradas de informações/dados e oito conexões para a saída desses dados. Embora um programa para utilização manual da máquina seja parte do projeto e construção do protótipo, foram identificadas deficiências de algumas necessidades na programação, como a falta de um controle para a bomba a vácuo e misturador (que não está conectado ao sistema de entrada de dados) ⁽³⁾.

A linguagem *Ladder* surgiu instintivamente nos controladores lógicos. Por usar uma representação semelhante ao padrão da norma americana para projetos de relés elétricos, foi adotada pelos consumidores que possuíam familiaridade com ela na elaboração de seus mecanismos. Basicamente, seus principais componentes são contadores, bobinas e conectores. Estes elementos podem ser organizados entre duas extremidades principais, usando conectores para ligá-las junto com as bobinas e os contadores, criando assim a lógica da execução. Para usar a linguagem *Ladder* é necessário o conhecimento de lógica de relés, pela similaridade entre os sistemas. A lógica mais utilizada para relés é a álgebra booleana, a qual utiliza dois caracteres (desligado e ligado, ou 0 e 1) e quatro operadores (“not”, “and”, “or” e “equals”) com seus derivados (“nand”, “nor”, “xor”, etc...) ⁽⁴⁻⁶⁾.

Como os símbolos se diferem um pouco para cada desenvolvedor de CLPs, cada representação utilizada nesse projeto será exemplificada na Figura 1, além de uma breve descrição.

	1		5
	2		6
	3		7
	4		8

Figura 1. Símbolos CLP

O símbolo [1] consiste de um contador NA (Normalmente Aberto), pois enquanto o elemento que representa não estiver ativado, o sinal não passará por ele. Sua contraparte é o símbolo [2], o contador NF (normalmente fechado) que deixa passar o sinal apenas quando o elemento que representa não está ativo ⁽⁶⁾.

O terceiro símbolo é um relé que ativa algum elemento do sistema quando um sinal positivo passa por ele e desativa este mesmo elemento quando o sinal cessa. O quarto símbolo é o relé de tipo *Set*, que mantém ativo o elemento que representa, mesmo que o sinal cesse de atravessá-la. Para desativar este elemento, o relé *Reset*, o símbolo [5] equivalente a este mesmo elemento deve ser ativado ⁽⁶⁾.

Os símbolos [6] e [7] são relés destinados à exibição de mensagens na tela do CLP. Quando o relé de *Display*, símbolo [6], é acionado será exibida a mensagem gravada na memória específica que o representa. Para apagar a mensagem, o relé *Clear*, símbolo [7], do mesmo elemento deve ser acionado ⁽⁶⁾.

O último símbolo descrito é o temporizador. Os únicos temporizadores utilizados no processo são do tipo TON. Isto significa que se deve manter o relé do temporizador ativado pelo tempo configurado para ele ativar o seu contator, ou seja, atrasa o sinal para ativar o contato do temporizador. Quando o sinal cessa, não há modificação para o desligamento ⁽⁶⁾.

Devido à configuração do protótipo da máquina, apenas quatro operações podem ser controladas automaticamente pela central lógica: a injeção de barbotina, o esgotamento do excesso contido no molde (caso a peça seja oca), a aplicação de vácuo junto à injeção e a ejeção por ar comprimido (que necessitaria de um comando confirmativo do operador para abrir as placas enquanto se realiza esta operação). A dificuldade em integrar outras operações reside na falta de interface entre os componentes físicos da máquina e da central lógica, decorrente da instalação. A falta de componentes como pistões hidráulicos para controlar as placas impedem que estas sejam automatizadas conjuntamente. O ideal também seria apenas injeção com parâmetros fixos, como tempo de injeção de barbotina e ar comprimido, pois a falta de sensores dificulta a alteração destas variáveis com precisão e segurança. Assim, mais que um simples programa escrito, será discutido um método, juntamente com um fluxograma para auxílio visual, para uma posterior revisão geral do processo automático.

MATERIAIS E MÉTODOS

Antes de começar a programação, foi desenvolvido um fluxograma para auxiliar a programação. Este fluxograma aborda de maneira simples a rotina de uma injeção usando automação, demonstrando quais funções o operador deve executar

e quais o programa deve executar. O fluxograma pode ser dividido em três partes: a preparação para injeção, a atuação do processo automático e o encerramento da injeção. Devido às limitações impostas pelo projeto, a intervenção humana se faz necessária na atuação do processo automático, destacado no fluxograma. Isto se faz necessário, pois não há nenhum controlador mecânico que possa ser comandado pelo central lógica para abrir ou fechar as placas de suporte.

Depois, foram verificadas as portas de entrada e saída do CLP, para constatar se não há problema algum com estas. Assim, foi descoberto que a entrada I7, correspondente ao manômetro controlador da pressão de barbotina, fica sempre acionada, não importa que parâmetros fossem usados. No programa inicial este era um contato NF (normalmente fechado), e, portanto, não poderia ativar outros componentes com este problema. Por isso ele ainda está no programa, mas como um contato NA (normalmente aberto), para que possa apenas ser substituído quando o problema for resolvido.

Somente definidas essas condições foi possível efetuar a programação. Seguindo o fluxograma e a lógica booleana, foram alteradas cada linha do programa original. O reflexo do programa nos comandos manuais continuaram os mesmos, mas por uma imposição do programa, suas linhas foram alteradas para comportar o processo automático. Agora, selecionando a opção “Automático”, nenhum comando manual pode ser feito até o fim do programa. O processo automático se realiza por etapas, e cada etapa pode ser reconhecida por blocos no programa. Por fim, a interface visual foi adicionada apenas nos comandos automáticos, para mostrar as instruções quando a intervenção do operador se faz necessária.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O programa funciona da seguinte maneira: quando selecionado a opção Manual, é possível trocar o sentido do fluxo de barbotina, ligar a bomba a vácuo e acionar a liberação de ar comprimido. É possível também acionar a bomba diafragma, mas apenas se o sentido do fluxo de barbotina for selecionado.

Entretanto, se for selecionado a opção Automático por meio do seletor “Manual/Auto”, nenhuma destas funções poderá ser controlada manualmente e a mensagem “Start - iniciar o processo” aparecerá na tela principal do display do CLP. A única opção neste modo é voltar para a opção Manual ou apertar o botão “Start”

para iniciar o processo automático. Assim, o fluxo de barbotina será direcionado ao molde, a bomba diafragma e a bomba a vácuo serão acionadas ao mesmo tempo, trabalhando até o fim do tempo programado para cada uma. Em seguida, haverá uma espera programada caso um tempo adicional para a colagem seja necessário. No término do tempo, a mensagem “A peça é oca ? \ALT se sim e \DEL se não” aparecerá. Se a tecla ALT for pressionada, o fluxo de barbotina será direcionado ao tanque até o tempo programado se esgotar e o excesso será drenado para a formação da peça oca. Se DEL for pressionado, ou o processo descrito anteriormente tenha sido concluído, o fluxo será fechado e a mensagem “Desprenda as placas antes de confirmar \ALT - Confirma” aparecerá. Neste momento será necessário a intervenção do controlador, soltando as placas para que elas possam ser separadas. A válvula que controla a saída de ar pelo molde da placa fixa deve ser fechada, e a válvula que controla a saída de ar pelo molde da placa móvel deve ser aberta. Após a confirmação, é acionada a liberação de ar comprimido no molde, e, portanto devem-se separar os suportes com cuidado. Se tudo ocorrer bem, a peça terá se fixado no molde da placa fixa. As válvulas devem se alternar, fechando a que controla a saída de ar no molde da placa móvel e abrindo a que controla a saída de ar no molde da placa fixa, sempre preparado para a retirada da peça. A mensagem “Confirme a retirada da peça \DEL - Confirma” será exibida. O acionamento da tecla DEL encerrará o processo, exibindo a mensagem “Fim do processo” e retornando a mensagem inicial.

Algumas observações devem ser feitas. Uma válvula, que controla o vácuo, não pode ser deixada aberta enquanto se aplicar ar comprimido, com risco de dano ao sistema de “trap”. Entretanto, esta mesma válvula deve ficar aberta para aplicação de vácuo. Se houver algum problema com a pressão dentro do sistema hidráulico, um manômetro o detectará e desativará a bomba diafragma até que a pressão se normalize. Entretanto, deverá ser feita alguma manutenção neste medidor, pois aparenta não estar bem regulado. Para se alterar os parâmetros de injeção (tempo programado para cada etapa), deve-se abrir o menu de opções no display do CLP e selecionar a opção PARAMETER. É necessária a elaboração de um cálculo para determinar os parâmetros precisos e sua eventual adesão ao programa principal, juntamente com mais sensores para deixar a função mais livre da intervenção do operador, mas isto não está neste cronograma de trabalho.

No momento, o processo automático não pode ser totalmente efetivado (apesar de se mostrar eficiente e utilizável), e, devido à imprecisão dos equipamentos utilizados atualmente e da falta de independência do controlador para a utilização do processo automático, não é possível determinar um tempo de injeção que seja satisfatoriamente preciso. Alguns equipamentos como o manômetro, devem receber manutenção. O programa *Ladder* provavelmente deverá sofrer alterações se forem incorporados com as interfaces citadas, como o misturador ou um controlador eletromecânico para as placas de suporte, mas com vinte e uma linhas para se escrever o programa sobrando, simples novas adições talvez sejam suficientes para sua funcionalidade.

CONCLUSÕES

Conclui-se, com este trabalho, que ainda serão necessárias várias modificações, tanto físicas quanto idealizadas, no protótipo, e que a automatização do sistema da máquina utilizando um CLP é perfeitamente possível e realizável, mas serão necessárias algumas alterações.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq pela bolsa de Iniciação Científica de Ensino Médio e pelas bolsas DT.

REFERÊNCIAS

- (1) REED, J. S.. Principles of ceramics processing, 2nd Ed.
New York: John Wiley & Sons, 1995.
- (2) CALLISTER JR., W. D. Materials science and engineering: an introduction, 7th Ed.
New York: John Wiley & Sons, 2007.
- (3) OMRON, Zen Programmable Relay Operation Manual.
- (4) SEVERO, F. e SILVA, B. S. F. Curso de Controles Lógicos Programáveis.
Programa Prodenge / Sub-Programa Reenge, UFRJ, disponível em:
<http://www.lee.eng.uerj.br/downloads/cursos/clp/clp.pdf>
- (5) WEG INDUSTRIAIS. Automação de Processos Industriais, Módulo 3. p.3
- (6) GARCIA, André. Apostila de Técnicas Digitais.

DEVELOPMENT OF PROCEDURE FOR AUTOMATIC PROTOTYPE MACHINE SLIP CASTING PRESSURE THROUGH SCHEDULE CLP

Abstract – *Within the processes used for the production of ceramics, the most widely used are the lathering of plastic ceramic mass by jiggering or conformation of ceramic material in liquid suspension by slip casting. The last process mentioned, in particular, has occupied an important place in the growing market of tableware and ceramics in Brazil. In order to compete in international transactions, the producer would need a more efficient method of production. As part of a program to encourage entrepreneurs in the area of slip casting, was built a prototype of a machine for pressure casting, which would bring the speed and accuracy that traditional methods cannot offer. This article discusses the creation of an operating system for the machine with automatic and manual controls based on the flowchart made for this project. The basis of this control is the PLC programming in ladder language, through the device Zen, from OMRON.*

Key-words: prototype, automation, slurry, pressure slip casting, tableware.