



Operação e análise da planta Festo de indústria 4.0

Operation and analysis of the Festo plant for industry 4.0

José Francisco Bartmeyer¹, Augusto Foronda², Rui Tadashi Yoshino³

RESUMO

Este estudo consiste na análise dos componentes presentes na planta industrial Festo utilizada para fins didáticos, no desenvolvimento do programa para operação de cada uma das três estações, e na integração das estações. A planta é composta por três estações (*Distributing*, *Pick & Place*, e *Sorting*), cada uma apresenta uma série de sensores para coleta de informações, atuadores para agir sobre uma peça de trabalho, e um controlador lógico programável (CLP), além disso existe um canal para transferência de dados entre duas estações posicionadas adjacente. Inicialmente tem-se por objetivo coletar as informações referentes ao comportamento diferentes sensores e atuadores, em especial o modo como eles são conectados ao controlador. Uma vez obtidas essas informações, o trabalho é dedicado à sua seção principal, que consiste no desenvolvimento de uma lógica de operação para cada uma das três estações, de forma a operar a planta por meio de uma sequência lógica de etapas realizadas ciclicamente pelo controlador da estação.

PALAVRAS-CHAVE: CLP; controle; planta industrial; programação.

ABSTRACT

This work consists is an analysis of the components present in the Festo industrial plant utilized for didactic purposes, in the development of the program for operation of each one of the three stations, and in the integration of the three stations. The plant is composed by three stations (*Distributing*, *Pick & Place*, and *Sorting*), each one contains a series of sensors for collecting data, actuators for acting upon a workpiece, and a programmable logic controller (PLC), furthermore there is a channel for data transference between two stations positioned adjacently. Initially there is the objective of collecting the information referring the behavior of each one of the different sensors and actuators, especially how they are connected to the controller. Once that information has been obtained, the work is focused on it's main section, which consists in the development of a logic of operation for each one of the three stations, so as to operate the plant through a logic sequence of steps done cyclically by the controller of the station.

KEYWORDS: PLC; control; industrial plant; programming.

INTRODUÇÃO

Controladores Lógicos Programáveis (CLPs) - em inglês *Programmable Logic Controllers* (PLCs) - consistem em uma categoria de computadores desenvolvidos para aplicações de controle em ambientes industriais. Eles são dispositivos capazes de receber sinais de uma planta industrial, realizar operações discretas ou contínuas de controle e produzir um sinal de saída para atuação dos componentes da planta (NETTO, 2013). CLPs são construídos para que sejam robustos, podendo operar em ambientes industriais adversos de forma virtualmente ininterrupta (TERZI, 2002), razão pela qual são utilizados em uma ampla variedade de aplicações comerciais e industriais. O funcionamento de um Controlador Lógico Programável baseia-se na execução de um

¹ Bolsista da Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, Paraná, Brasil. E-mail: josebartmeyer@alunos.utfpr.edu.br. ID Lattes: 0207700044975517.

² Docente do Departamento de Informática. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Ponta Grossa, Paraná, Brasil. E-mail: foronda@utfpr.edu.br. ID Lattes: 7103296555987124.

³ Docente no Departamento de Engenharia de Produção. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, Paraná, Brasil. E-mail: ruiyoshino@utfpr.edu.br. ID Lattes: 1374012206166960.

programa lógico que controla o comportamento de um sistema automatizado (NETTO, 2013).

O trabalho tem como objetivo analisar a planta industrial didática Festo, composta por três estações, cada uma com uma etapa da linha de produção de uma peça e um controlador, e também desenvolver um programa de controle para a operação da planta por meio dos controladores. A etapa de análise consiste em registrar todos os componentes da planta, e as respectivas conexões presentes no controlador. A etapa de desenvolvimento do sistema de controle consiste em elaborar um programa para cada um dos três controladores utilizando a linguagem de programação SCL.

METODOLOGIA

A etapa inicial do projeto consistiu em registrar as características dos Controladores Lógicos Programáveis (CLPs), presentes na planta (Figura 1), no software *Totally Integrated Automation Portal* (TIA Portal), conforme as especificações fornecidas pelo fabricante dos controladores (Siemens). Para isso, primeiramente foi criado um novo projeto no TIA Portal, onde foram cadastrados o modelo de cada controlador e seus módulos de expansão, as conexões com suas entradas de informação e saídas de comando, seu endereço na rede local e demais informações para conexão em uma rede local. O modelo do controlador e de sua CPU foram catalogadas no projeto do TIA Portal, conforme as indicações verificadas nos próprios componentes físicos (*hardware*) da planta, e em uma tabela de identificação (*Tag table*) foram registrados cada um dos sensores e dos atuadores presentes na planta, denotando-se em especial o ponto físico de conexão com o controlador e o endereço correspondente no programa. Esse procedimento foi realizado para cada uma das três estações (*Distributing, Pick & Place, e Sorting*).

Figura 1 – Planta Festo analisada no estudo



Fonte: Autoria própria.



Uma vez que devidamente registrados os controladores e seus respectivos módulos, foi iniciada a análise dos componentes presentes nas três estações da planta (*Distributing, Pick & Place*, e *Sorting*). Os componentes podem ser divididos em duas categorias: sensores e atuadores, sendo que os sensores obtêm dados da planta e enviam as informações para as entradas dos controladores, já os atuadores recebem sinais dos controladores e com base nas informações recebidas realizam ações na planta. Dessa forma, os testes para análise dos componentes foram realizados em duas etapas, uma para os sensores e outra para atuadores, exceto pelos sensores que realizam a leitura do estado de atuadores, que por simplicidade foram testados juntamente com os atuadores durante a segunda etapa.

Os pontos de conexão dos sensores e atuadores da planta associados aos respectivos endereços de entrada e saída do controlador foram cadastrados com base nos manuais de operação de cada uma das três estações, e posteriormente verificados por meio de testes empíricos. Como o controlador apresenta uma luz de LED em cada um de seus pontos de conexão indicando se a respectiva entrada ou saída apresenta sinal alto, equivalente ao valor booleano verdadeiro, ou baixo, equivalente ao valor booleano falso, o teste para os sensores de cada uma das estações consiste em deliberadamente ativá-los um a um e então verificar qual a entrada do controlador que recebeu o sinal. Os sensores de posicionamento de peça (peça presente ou não), de diferenciação de cor (peça preta ou não) e de diferenciação de material (peça metálica ou não) foram testados posicionando uma peça com características específicas em seu alcance de detecção e observando a resposta do respectivo sensor, e então repetindo o teste para os diferentes tipos de peça. A planta também apresenta sensores associados aos estados dos diferentes atuadores, que foram testados juntamente com seus respectivos atuadores.

O funcionamento dos botões foi verificado pressionando estes individualmente e observando a resposta no controlador. Já a verificação dos atuadores consiste em um processo mais elaborado, para o teste um programa foi desenvolvido e baixado em cada um dos controladores, de forma a acionar cada componente das estações individualmente, baseando-se no modelo padrão presente nos manuais de instrução, e realizando correções sempre que encontradas divergências em relação ao comportamento previsto para o componente. Nessa etapa também foi analisado o comportamento dos sensores que descrevem o estado dos atuadores da planta, já que não foi possível testar completamente seu funcionamento na etapa anterior, completando assim a análise dos componentes nas plantas.

ANÁLISE E OPERAÇÃO DA PLANTA FESTO

Com os componentes das três estações devidamente analisados e catalogados em seus respectivos controladores foi possível dar início ao processo de programação do sistema de controle para a planta, utilizando a plataforma TIA Portal. Os programas utilizados no projeto consistem essencialmente em um bloco principal (*OB main*), tabelas com registro das entradas e saídas (*Tag tables*), e uma função utilizada para operação da planta, sendo que toda a programação foi feita por meio de linguagem de texto estruturado SCL (*Structured Control Language*).

Os dados referentes a entradas e saídas de cada um dos três CLP foram registrados em *Tag tables*, onde podem ser facilmente acessadas e visualizadas pelo programa e pelo usuário. O programa do bloco principal (*OB main*) ficou responsável



exclusivamente por realizar a leitura do painel de controle da estação e por chamar uma função de operação da planta, dessa forma foi possível utilizar programas idênticos para o painel de controle das três estações. A parte do programa responsável por realizar o controle do processo em cada estação, que consistem na porção do programa que mais difere entre os três controladores, divide as tarefas que cada controlador deve realizar em etapas que são executadas sequencialmente e conforme o estado dos sensores da planta. O procedimento utilizado em cada estação é descrito a seguir.

A função responsável pelo controle da primeira estação verifica se há espaço disponível para enviar uma peça à próxima estação e se há peças em estoque, caso afirmativo a esteira é acionada e uma peça é colocado na esteira pelo pistão pneumático, assim que a peça finaliza o percurso a esteira é desativada e a planta retorna ao modo de espera, verificando continuamente se é possível enviar a próxima peça.

A função responsável pelo controle da segunda estação detecta quando uma peça é recebida, aciona sua esteira levando a peça até um ponto de bloqueio, onde um braço de acionamento pneumático move uma tampa de um cartucho de armazenamento para a peça na esteira, então o bloqueio é desativado e a peça prossegue para a próxima estação.

A função responsável pelo controle da terceira estação detecta quando a peça é recebida, ativando então a esteira até sensores indutivo e de dispersão de luz, que coletam dados sobre a peça, a peça é classificada de acordo com os dados obtidos e enviada para uma rampa de armazenamento específica de acordo com sua cor, além disso a função também verifica se há espaço disponível para armazenamento de novas peças.

A integração das três estações é feita por meio de um par de cabos (um terra e um cabo para informação) entre as estações 1 e 2 e outro par idêntico entre as estações 2 e 3. Sempre que ocupada, uma estação envia um sinal booleano alto para a estação anterior, esta por sua vez espera até que o sinal se torne baixo para enviar uma nova peça. A mesma lógica é repetida em cascata nos dois pontos de conexão entre diferentes estações, integrando assim toda a planta.

RESULTADOS

A partir da análise realizada, foram obtidas informações referentes a cada um dos componentes presentes na planta. As informações principais de cada uma das três estações estão organizadas nas tabelas 1, 2 e 3, respectivamente. A coluna *Componente* contém o código utilizado como nomenclatura para cada componente, a coluna *Tipo* representa o tipo de sinal que ele deve receber ou enviar durante a comunicação com o controlador, a coluna *Endereço* fornece a informação referente ao endereço de entrada ou saída do controlador associado a cada componente. Além disso, também é apresentada uma breve descrição do componente ou sua função na planta.

Tabela 1 – Dados módulo *Distributing*

Componente	Tipo	Endereço	Descrição
G1BG1_D	Bool	%I0.0	Peça presente na posição inicial da esteira
G1BG2_D	Bool	%I0.1	Peça presente na posição intermediária da esteira
G1BG3_D	Bool	%I0.2	Peça ausente na posição final da esteira
C2BG1_D	Bool	%I0.4	Pistão retraído
C2BG2_D	Bool	%I0.5	Pistão estendido
C2BG3_D	Bool	%I0.6	Cartucho vazio



G1MA1_F_D	Bool	%Q0.0	Ativar esteira para frente
G1MA1_R_D	Bool	%Q0.1	Ativar esteira modo reverso
C2MB2_D	Bool	%Q0.4	Estender pistão
G1MB1_D	Bool	%Q0.2	Avançar separador
I4_D	Bool	%I2.4	Entrada pino 4
B_START_D	Bool	%I2.0	Botão START ativado
B_STOP_D	Bool	%I2.1	Botão STOP desativado
B_RESET_D	Bool	%I2.3	Botão RESET ativado
L_START_D	Bool	%Q2.0	Ativar LED do botão START
L_RESET_D	Bool	%Q2.1	Ativar LED do botão RESET

Fonte: os autores (2023).

Tabela 2 – Dados módulo *Pick & Place*

Componente	Tipo	Endereço	Descrição
G1BG1_P	Bool	%I0.0	Peça presente na posição inicial da esteira
G1BG2_P	Bool	%I0.1	Peça presente na posição intermediária da esteira
G1BG3_P	Bool	%I0.2	Peça ausente na posição final da esteira
G2BG1_P	Bool	%I0.4	Pistão retraído
G2BG2_P	Bool	%I0.5	Pistão estendido
G2BG3_P	Bool	%I0.6	Copo de sucção na posição superior
G2BP1_P	Bool	%I0.7	Peça anexada ao copo de sucção
G1MA1_F_P	Bool	%Q0.0	Ativar esteira para frente
G1MA1_R_P	Bool	%Q0.1	Ativar esteira modo reverso
G1MB1_P	Bool	%Q0.2	Avançar separador
G2MB1_P	Bool	%Q0.4	Estender pistão
G2MB2_P	Bool	%Q0.5	Retrair pistão
G2MB3_P	Bool	%Q0.6	Mover copo de sucção para posição inferior
G2MB4_P	Bool	%Q0.7	Acionar vácuo
I4_P	Bool	%I2.4	Entrada pino 4
Q4_P	Bool	%Q2.4	Saída pino 4
B_START_P	Bool	%I2.0	Botão START ativado
B_STOP_P	Bool	%I2.1	Botão STOP desativado
B_RESET_P	Bool	%I2.3	Botão RESET ativado
L_START_P	Bool	%Q2.0	Ativar LED do botão START
L_RESET_P	Bool	%Q2.1	Ativar LED do botão RESET

Fonte: os autores (2023).

Tabela 3 – Dados módulo *Sorting*

Componente	Tipo	Endereço	Descrição
G1BG1_S	Bool	%I0.0	Peça presente na posição inicial da esteira
G1BG2_S	Bool	%I0.1	Defletor 1 estendido
G1BG3_S	Bool	%I0.2	Calha de armazenamento cheia
G1BG4_S	Bool	%I0.3	Defletor 2 estendido
B1BG1_S	Bool	%I0.4	Peça detectada
B1BG2_S	Bool	%I0.5	Peça não preta detectada
B1BG3_S	Bool	%I0.6	Peça metálica detectada
G1MA1_F_S	Bool	%Q0.0	Ativar esteira para frente
G1MB1_S	Bool	%Q0.1	Estender defletor 1
G1MB2_S	Bool	%Q0.2	Estender defletor 2
G1MB3_S	Bool	%Q0.3	Retrair trava
Q4_S	Bool	%Q2.4	Saída pino 4
B_START_S	Bool	%I2.0	Botão START ativado
B_STOP_S	Bool	%I2.1	Botão STOP desativado
B_RESET_S	Bool	%I2.3	Botão RESET ativado



L_START_S	Bool	%Q2.0	Ativar LED do botão START
L_RESET_S	Bool	%Q2.1	Ativar LED do botão RESET

Fonte: os autores (2023).

DISCUSSÃO

Com o trabalho desenvolvido foi possível elaborar um registro contendo as conexões de sensores e atuadores com os controladores presentes na planta industrial estudada, material que pode ser utilizado em futuros projetos envolvendo a planta. Foi também possível desenvolver um programa para operação de cada uma das três estações e para sua integração umas com as outras. Além do material produzido, o trabalho constituiu uma estrutura para operação da planta industrial capaz de servir como base para futuros estudos envolvendo a planta.

CONCLUSÃO

Em conclusão, este estudo analisou a planta industrial Festo utilizada para fins didáticos na indústria 4.0. Foram registrados e analisados os componentes presentes em cada uma das três estações da planta, incluindo sensores, atuadores e controladores lógicos programáveis (CLPs). Além disso, foi desenvolvido um programa de controle para operar cada estação e integrar todas elas. Através dessa análise e desenvolvimento, foi possível obter um registro detalhado das conexões dos componentes com os controladores, que pode ser utilizado em projetos futuros envolvendo a planta Festo. Além disso, o programa de controle elaborado permite a operação eficiente da planta, seguindo uma sequência lógica de etapas realizadas ciclicamente pelos controladores.

Esse estudo contribui para o avanço da automação industrial, fornecendo uma base sólida para a compreensão e operação de plantas industriais no contexto da indústria 4.0. No entanto, é importante ressaltar que este estudo se limitou à análise e operação da planta Festo específica. Para aplicações industriais reais, é necessário adaptar e personalizar os programas de controle de acordo com as necessidades específicas de cada planta.

Agradecimentos

Agradecemos à Universidade Tecnológica Federal do Paraná pelo apoio financeiro e pela infraestrutura disponibilizada para o desenvolvimento do trabalho.

Conflito de interesse

Não há conflito de interesse.

REFERÊNCIAS

NETTO, Richa; BAGRI, Aditya. **Programmable Logic Controllers**. International Journal of Computer Applications, [S. l], v. 77, p. 27 – 31, 2013.

TERZI, Ekhard V.; LÖFFLER, Christine.; EBEL, Frank. **Programmable Logic Controllers Basic Level**. Denckendorf, 2002.