

## **PROJETO DE SISTEMAS DE CONTROLE PROGRAMÁVEL DE SISTEMAS PRODUTIVOS DISTRIBUÍDOS**

**Fernando Seleski (1); Lindolpho Oliveira de Araújo Jr (2);**

(1) Acadêmico do Curso Superior de Tecnologia em Automação de Processos Industriais, UTFPR – Unidade de Pato Branco. (2) Professor Dr. do Curso Superior de Tecnologia em Automação de Processos Industriais, UTFPR – Unidade de Pato Branco.

[fernandoseleski@gmail.com](mailto:fernandoseleski@gmail.com); [lindolph@pb.cefetpr.br](mailto:lindolph@pb.cefetpr.br);

**Resumo** – O presente artigo aborda um método de projeto de sistemas de controle de sistemas produtivos distribuídos. Este trabalho foi desenvolvido para um sistema de produção modular da empresa FESTO existente no laboratório de controle e automação da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Pato Branco.

Este método vem facilitar a construção e programação de controladores programáveis, diminuindo a combinação de estados do sistema, através de sistemas distribuídos. Foram realizados testes no sistema para verificar-se os resultados obtidos, sendo que o método de projeto aplicado ao sistema é eficaz e atingindo seu objetivo.

**Palavras-Chave** – Controle programável; Sistemas distribuídos.

# **PROJETO DE SISTEMAS DE CONTROLE PROGRAMÁVEL DE SISTEMAS PRODUTIVOS DISTRIBUÍDOS**

## **1. INTRODUÇÃO**

A automação é um ramo do conhecimento que vem crescendo, como também os métodos e técnicas associadas, havendo um grau de complexidade nos sistemas a serem controlados, mais especificamente, nos sistemas caracterizados por processos discretos.

O controle programável (CP) tem como função executar tarefas a fim de controlar e comandar os sistemas produtivos, onde sua estrutura possui uma unidade de processamento, interfaces de entrada e saída e memória (Cavalheiro, 2005).

Segundo Moraes (2001) conforme o número de controladores aplicado à automação, o sistema pode ser classificado como concentrado ou distribuído. Em sistemas concentrados um único controlador irá gerenciar o processo.

Com relação ao sistema distribuído, o gerenciamento da informação, assim como o controle da automação, é realizado por máquinas alocadas ao longo da planta, ou seja, cada etapa do processo possui um controle, onde gerenciará a rede de comunicação a fim de reconhecer os estados do processo e controlar o sistema (Moraes, 2001).

Um dos problemas em sistemas produtivos é a gama de variáveis a serem controladas pelo sistema. Assim a combinação de estados dessas variáveis torna-se gigantesca, impossibilitando o uso de um único controlador de processo.

Entretanto uma solução para minimizar a explosão combinatória de estados do processo é modularizar, ou seja, distribuir o sistema.

Com o propósito de auxiliar o projeto de sistemas distribuídos, este trabalho mostra um método para o desenvolvimento de sistemas de controle programável de sistemas

produtivos distribuídos, aplicado a uma planta sistema existente na Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) – Campus Pato Branco.

O sistema de controle da bancada FESTO, fruto de doação através do programa METRIMPEX, nunca funcionou por possuir alguns componentes defeituosos. A solução encontrada para este caso foi substituir os componentes originais por componentes novos, já disponíveis no laboratório e propor uma forma de projetar o sistema de controle distribuído.

Nesta seção são abordados conceitos de controlador programável e sistemas distribuídos. Na segunda seção são descritos o sistema da FESTO e as etapas do método de projeto do sistema de controle distribuído. Em seguida, na terceira seção são demonstrados os resultados e o método usado para análise dos resultados. O texto finaliza-se com a conclusão e as referências.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

A figura 1 mostra o sistema existente na UTFPR Campus Pato Branco.

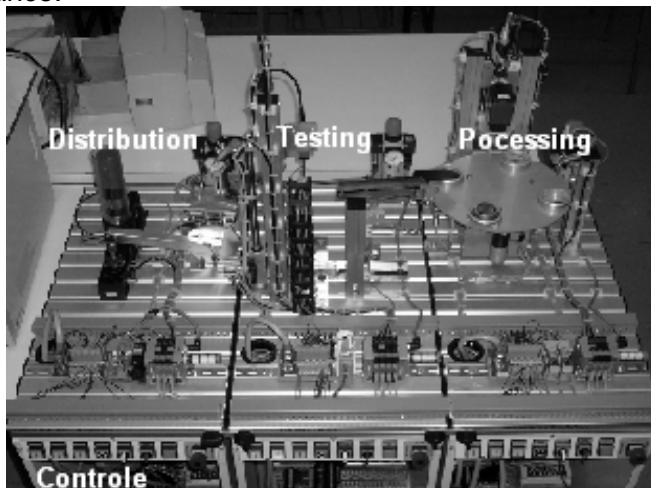


Figura 1 – Bancada FESTO de sistema de produção modular.

Trata-se de uma bancada FESTO de controle modular, composta por três módulos: *distribution station* (estação de distribuição), *testing station* (estação de teste) e *processing station* (estação de processamento).

O método de projeto de sistemas de controle distribuído constitui-se das seguintes partes: Mapeamento das variáveis discretas do sistema e dos I/Os, definição dos processos através de um método formal baseado em redes de Petri, construção dos modelos dos processos e dos sistemas de controle dos processos, tradução dos modelos em linguagens padronizadas para programação dos controladores de processos (CPs) e, finalmente, a construção e a programação do sistema de controle.

A figura 2 mostra o fluxograma para o desenvolvimento do projeto.

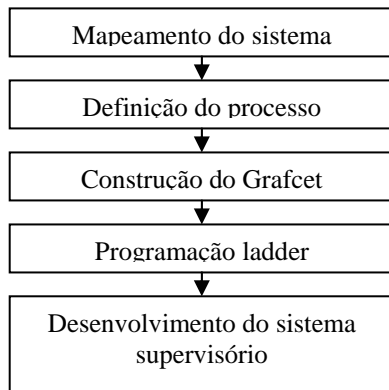


Figura 2 – Fluxograma do desenvolvimento do projeto de sistemas de controle programável de sistemas produtivos distribuídos.

A primeira etapa de mapeamento foi fundamental para conhecer os equipamentos existentes no sistema e sua localização.

A definição dos processos serviu para compreender o sistema como um todo. A estação de distribuição é responsável por mover o item processado para a estação de teste, esta testa a coloração e o tamanho, sendo os objetos adequados ao processo

que perseguirão a próxima estação. Já no processamento, os objetos são furados e testados.

Com o processo definido parte-se para a construção do grafcet, que segundo Silveira (2002) “é um modelo de representação gráfica do comportamento da parte de comando de um sistema automatizado”, ou seja, representa o funcionamento do sistema. Assim ele é constituído por etapas, que definem o estado do sistema, e transições, possibilitando a evolução para outra etapa, ou seja, outro estado.

Portanto, com o uso do grafcet, torna-se fácil de compreender cada parte do processo e com isso, a programação dos CPs é simplificada, sendo o programa dividido em blocos, facilitando a identificação e solução de problemas em sua construção. A figura 3 mostra um exemplo de uma parte do grafcet de uma das estações do sistema.

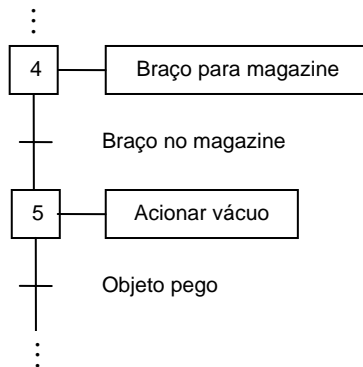


Figura 3 – Parte do grafcet de uma das estações do sistema.

A etapa de programação em ladder dos controladores consiste na tradução do grafcet para a linguagem usada para a programação do controlador de processo, no caso um controlador lógico programável (CLP).

Depois de programado os controladores desenvolveu-se o sistema supervisorio no *software* Elipse SCADA. Através de um computador supervisionar-se-á todos o processos e efetuar-se-á a comunicação em rede de todos os CLPs. Esta ação foi delimitada

por falta de dotação orçamentária para a compra e instalação de uma rede de comunicação no padrão industrial para a comunicação entre os CPs e o sistema supervisorio.

### **3. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Os resultados foram verificados através de testes realizados na bancada da FESTO. Estes testes foram do tipo, sincronismo entre os processos, resposta do sistema supervisorio à ocorrência de eventos, verificação do funcionamento esperado para o sistema e a verificação do sistema de controle para situações como *deadlock* (bloqueio mortal) e *starvation* (gargalos).

Com os testes realizados para cada módulo da bancada e para o sistema como um todo, verificou-se a eficácia do sistema de controle implementado.

### **4. CONCLUSÕES**

Caso a solução de controle fosse centralizada, não dispor-se-ia de recursos para comprar um CP do porte necessário, além da ocorrência de explosão combinatória de estados e eventos para o modelo centralizado. Como consequência disso, o algoritmo de controle seria grande. Assim, ao distribuir o sistema de controle essa tarefa tornou-se facilitada.

Com a distribuição dos processos não ocorre explosão combinatória de estados locais, mas perdeu-se a capacidade de visão do controle global do sistema. Outro fator importante refere-se à agilização do processo de programação e a diminuição do custo dos CPs em relação a um sistema concentrado. Entretanto a programação da rede se torna complexa. Desta forma, o método desenvolvido mostrou-se eficaz ao objetivo proposto de projeto de sistemas de controle de sistemas produtivos distribuídos.

## **5. REFERÊNCIAS**

CARVALHO, A. C. M.; SANTO, D. J. Projeto de Controle Modular e Distribuído. São Paulo: EPUSP,2005.

MORAES, C. C.; CASTRUCCI P. L. Engenharia de Automação Industrial. Rio de Janeiro: LTC , 2001.

SILVEIRA, P. R.; SANTOS, W. E. Automação e Controle Discreto. 4. ed. São Paulo: Érica, 2002.