

DESENVOLVIMENTO DE UMA METODOLOGIAS APLICADA AO ENSINO E PESQUISA EM AUTOMAÇÃO

Cintia Kimie Aihara

Universidade Estadual de Campinas – Faculdade de Engenharia Mecânica – DPM

Universidade São Francisco – campus Itatiba

CP 6122 – CEP 13083-860 Campinas - SP

cintia@fem.unicamp.br

João Maurício Rosário

Universidade Estadual de Campinas – Faculdade de Engenharia Mecânica - DPM

CP 6122 – CEP 13083-860 Campinas - SP

rosario@fem.uncamp.br

Resumo: A complexidade dos sistemas integrados automatizados implica grande dificuldade na definição clara das especificações funcionais associadas a estes sistemas. Por ser uma área multidisciplinar , a automação industrial envolve uma grande variedade de assuntos de fundamental importância, incluindo o desenvolvimento de redes de comunicação, softwares dedicados, integração e flexibilidade de sistemas. O aumento da competitividade industrial e a integração de sistemas automatizados de produção, passaram a ser sinônimo de flexibilidade para a obtenção de produtos competitivos e com qualidade. Sob estes aspectos, apresentamos neste trabalho uma plataforma para fins didáticos, permitindo assim, a aplicação das metodologias desenvolvidas para a obtenção do produto (mistura de cores) constituída de uma Parte Operativa e de uma Parte Comando. Esta bancada se apresenta como um elemento de grande importância dentro do processo de ensino e formação de profissionais na área de automação industrial, sendo possível acompanhar toda evolução do processo produtivo.

Palavras-chave: ensino tecnológico, automação industrial, EAD

1. INTRODUÇÃO

Desde os tempos mais remotos, o homem vem tentando fazer com que utensílios e ferramentas, substituam ou auxiliem-no no trabalho, sendo o seu maior sonho criar um autômato que realize todas as suas funções operárias. (Aihara,2000)

No fim da Idade Média, que é um período em que vemos grandes avanços nas teorias Mecânica, Física e Química, é também a época em que se deu início ao pensamento da máquina para substituir o homem. Que sabendo das suas limitações em suas capacidades, tem criado artifícios que lhes permitam amplificar os seus poderes. Exemplos tais como: a criação de vestuário e habitações para sua proteção e a invenção de máquinas que permitam ampliar o seu poder de atuação sobre a natureza, uma vez que sua força muscular é escassa.

Nos últimos anos, com a globalização, as indústrias passaram por grandes modificações, com o intuito de se tornarem mais competitivas. Foi necessária a modernização de seus parques

industriais, visando a competitividade de seus produtos, através do aumento da qualidade, redução de custos e preços acessíveis.

Com o intuito de alcançar tal objetivo, foi criado um conjunto de técnicas, dando-se o nome de AUTOMAÇÃO.

Este trabalho está inserido neste contexto, tendo como objetivo desenvolver uma metodologia para a formação e a pesquisa na área de Integração de Sistemas Automatizados Industrial através de uma plataforma didática e ferramentas de ensino a distância.

O conhecimento de sistemas automatizados de produção é de uma diversidade de variáveis independentes, entrelaçadas a múltiplas áreas, com intensidade de influências alteradas conforme o momento, podendo-se citar a economia, a administração geral e da produção, a organização do trabalho; aspectos sociais e psicológicos como o emprego, a organização sindical, o sentimento de perda de conhecimento do trabalhador, as doenças profissionais e o lado tecnológico da automação com equipamentos “inteligentes” como: CAD – Projeto Auxiliado por Computador, CAM – Manufatura Auxiliada por Computador, CN – Comando Numérico, CNC – Comando Numérico Computadorizado, CLP – Controlador Lógico Programável, Robô, FMS – Sistemas de Manufatura Flexível e CIM - Manufatura Integrada por Computador. Tratando-se de temas recentes, encontra-se em evolução e participam da elaboração de qualquer projeto para automação em graus de relevância diferentes. Com isto, os sistemas industriais modernos, competitivos, que visam produtividade e qualidade precisam ser planejados, para utilizar a tecnologia apropriada, com a integração das partes de forma a proporcionar uma flexibilidade. (Vendrameto, 1994).

2. Ferramentas de Descrição

Para o desenvolvimento de um sistema automatizado de produção, devemos inicialmente descrevê-lo claramente, independentemente de sua estrutura. Esta descrição pode ser global ou específica. Esta linguagem deve ser do ponto de vista do homem, uma linguagem natural que expresse de modo simples à especificação do sistema, e do ponto de vista do dispositivo de controle, uma descrição simples que seja fácil de ser interpretada e executada. Esta é a maior dificuldade desta etapa, pois são necessárias que se forneça ao projetista as informações de forma detalhada, independente do nível da descrição (Georgini, 1999).

Uma vez que a linguagem verbal possibilita a interpretações diversas e até ambíguas a representação gráfica passa a ser a forma de mais fácil compreensão. Uma destas formas é o SFC (Sequential Flow Chart) apresentada na norma IEC 1131-3, também conhecido pelo nome GRAFCET, divide o processo em um número definido de passos, separados por transições.

3. Diagrama Funcional Seqüencial (SFC)

O IEC definiu através da Norma IEC 60848 – “Preparação de Diagramas Funcionais para sistemas de Controle” - um método de representação que combina símbolos gráficos e declarações textuais, que permite a descrição tanto global como específica, através da relação precisa entre as entradas e saídas, independentemente das propriedades tecnológicas dos componentes usados ou de implementações futuras.

Esta norma teve como origem o GRAFCET, criado a partir de um grupo de pesquisadores e gerentes industriais franceses, envolvidos em complexos sistemas de controle discreto, que em 1975, se reuniram para comparar e avaliar os modelos e métodos para construção de sistemas de controle seqüencial. Através da coleta de suas experiências, em que utilizavam dezessete técnicas diferentes, desde questionários empíricos a modelos teóricos puros derivados das Redes de Petri. Decidiram então construir um modelo customizado, mais fácil que os até então utilizados, e mais adequado aos sistemas complexos e particularmente aos sistemas de manufatura. Após dois anos de vários encontros de estudos e trabalho, propuseram um modelo chamado GRAFCET. O nome derivou-se de “Graf”, devido ao fundamento gráfico e, AFCET, Association Française de Cybernétique Économique et Technique, a associação científica que suportou o trabalho. E em 1982

foi aceita como uma norma pela associação francesa AFNOR, Association Française de Normalisation.

Os conceitos do GRAFCET se baseiam em um conjunto de definições sobre as quais são estabelecidas suas regras fundamentais em álgebra booleana (verdadeiro ou falso). É um método de descrição, formado basicamente por um conjunto de etapas, transições e a condição associada à transição e ligações orientadas. Estes conceitos permanecem até hoje, sendo que a etapa representa o estado parcial do sistema, uma vez que esta pode estar ativa ou inativa, no qual a ação é realizada (Bittar, 1993). A ação associada é realizada somente se a etapa estiver ativa. A transição indica a possibilidade de evolução entre as etapas e a cada transição existe uma condição conhecida também por receptividade, representando uma decisão para a mudança de estado do sistema. Isto significa que uma transição seja efetuada é necessário que a etapa anterior à transição esteja ativa e que a condição lógica (booleana) associada à transição seja verdadeira. A ligação orientada, indica o caminho de evolução do GRAFCET (Araújo, 1997).

Com a combinação destes elementos teremos a representação estática do Sistema Automatizado. Aplicando-se as Regras de Evolução, obtemos a visão dinâmica do mesmo. Isto pode ser verificado, no exemplo da fig. (1), em que um motor inicia desligado. Quando acionado um botão o motor liga e somente após a desativação da botoeira o motor é desligado e assim sucessivamente.

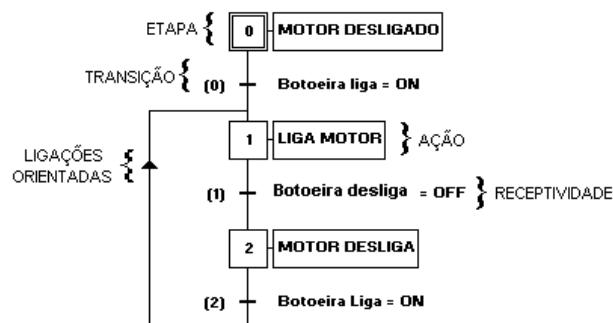


Figura 1. Exemplo de GRAFCET

Este modelo foi testado durante vários anos em empresas privadas e instituições de ensino francesas, revelando ser muito eficiente à representação de pequenos e médios sistemas seqüenciais,

Em 1988, a IEC adotou o GRAFCET como Norma Internacional sob o nome inglês “Sequential Function Chart” – SFC (Diagrama Funcional Seqüencial), com o título “Preparation of Function Chart for Control Systems” (Preparação de Diagramas Funcionais para Sistemas de Controle) e referência IEC 848. Com as recentes modificações nas referências a Norma IEC, passou a IEC 60848. O método de representação proposto serve como “ferramenta de comunicação” entre as diferentes áreas tecnológicas envolvidas no desenvolvimento e utilização de Sistemas Automatizados (Dalbó, 1994).

A integração entre vários elementos automatizados é uma das principais etapas na implantação de um Sistema Automatizado de Produção (SAP). Portanto a utilização de uma linguagem consistente para a descrição de sistemas e sua estruturação é importante, pois garantem a flexibilidade e versatilidade do sistema.

Um SAP foi desenvolvido como parte integrante da atividade experimental desde trabalho. Este SAP é idealizado em uma Plataforma Didática para Mistura de Cores composta de uma Parte Comando, contendo um CLP e sensores e uma na Parte Operativa contendo, motores elétricos, manipuladores robóticos e bombas.

Para a integração destes elementos, utilizou-se de uma linguagem consistente como o SFC pois, com isto, a facilidade de interpretação e uma estruturação adequada favorecem o alcance do objetivo final de integração entre todos os componentes.

Neste trabalho, a estruturação das tarefas e etapas a serem realizadas garante a versatilidade e uma maior flexibilidade do conjunto, através da possibilidade de implementação de novos produtos (cores).

Podemos descrever o funcionamento da plataforma, segundo o SFC funcional apresentado na fig. (2).

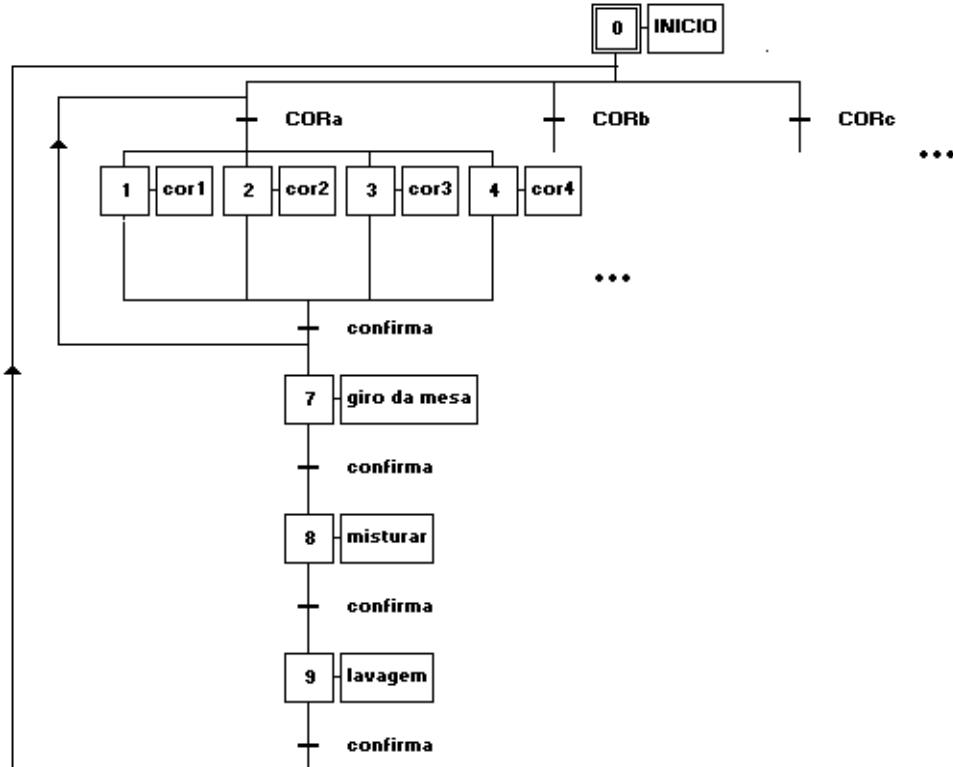


Figura 2. SFC funcional da plataforma

A Plataforma apresentada está dividida em postos de trabalho, sendo que cada posto de trabalho contém sua Parte Comando - PC e sua Parte Operativa - PO, exceto o Controlador Lógico Programável - CLP que possui somente a Parte Comando e a mesa rotativa que possui somente a Parte Operativa . Os postos integrantes deste SAP são:

- célula robotizada para escolha das cores: tem como PC as entradas e saídas do manipulador robótico e o microcomputador e PO as bombas e o manipulador robótico. Neste posto, uma vez determinada a cor a ser fabricada, um manipulador robótico transportará um recipiente vazio entre as bombas das cores básicas que comporá a mistura desejada.
 - célula robotizada para lavagem e mistura da tinta: tem como PC as entradas e saídas do manipulador robótico e o microcomputador e PO a bomba, o misturador e o manipulador robótico. Neste posto, uma vez que o recipiente de mistura está cheio com as cores básicas determinadas na célula descrita anteriormente, um manipulador robótico transportará este recipiente entre o misturador e a bomba de lavagem que realizará a lavagem do recipiente utilizado para a fabricação da tinta.
 - mesa rotativa: Este posto de trabalho é considerado como o sistema de transferência entre os dois postos mencionados anteriormente.
 - CLP: este sistema é o responsável pela manipulação dos sinais de entrada e saída do sistema
- A fig. (3), apresenta os postos de trabalho da Plataforma apresentada anteriormente e a interação da PC e PO através de sensores e atuadores, conforme foi descrito e a fig. (4) a plataforma completa.

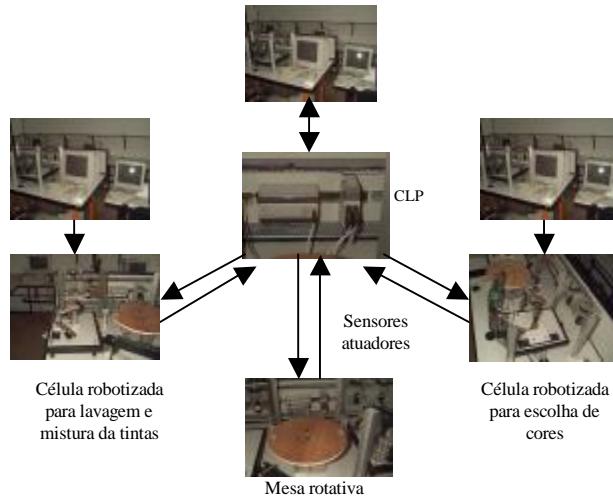


Figura 3. Plataforma e seus postos



Figura 4. Plataforma didática para mistura de cores

4. CONCLUSÃO

Neste trabalho, foram abordados os elementos básicos de um sistema automatizado de produção, envolvendo desde a sua descrição até a sua implementação. Verifica-se portanto, que mais importante que saber implementar tal sistema, é saber definir suas tarefas e documentá-los. Dentre as formas existentes para se descrever um sistema, adotamos o sistema seqüencial (*SFC – Sequential Function Chart*).

Todo o projeto e implementação de um Sistema Automatizado de Produção, foi realizado através da idealização de uma Plataforma Didática para Mistura de Cores, contendo uma Parte Comando com CLP, sensores e microcomputadores e uma Parte Operativa com manipuladores robóticos, mesa rotativa e atuadores diversos. A estrutura desta plataforma foi desenvolvida de forma a permitir a inclusão de novas tecnologias.

A complexidade do sistema automatizado foi possível devido à sistematização e a estruturação adotada para o desenvolvimento do trabalho, conforme demonstrada na fig.(5). As dificuldades de integração encontradas, foram relativas à realização da comunicação entre as diferentes formas de programação / software oriundo de cada elemento utilizado, para compor os postos de trabalho.

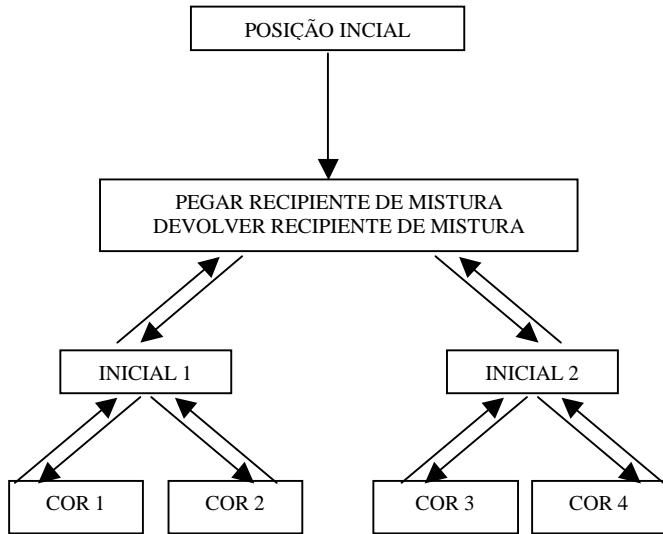


Figura 5. Estruturação de tarefas através de trajetórias para o posto de escolha de cores

Visando os avanços tecnológicos, a rede de comunicação industrial tem cada vez mais apoiados os sistemas de automação e controle, isto devido à crescente complexidade dos processos industriais. Portanto, não tem sido implantados sistemas que não possuam alguma forma de comunicação de dados. A busca de estruturas que garantam a segurança na transmissão dos dados, bem como na velocidade de comunicação faz com que haja o desenvolvimento de diferentes esquemas de comunicação de dados em ambientes industriais. Com isto, os sistemas de estrutura aberta, e considerando-se que alguns dispositivos produzem informações e outros consomem tais informações, podemos ter redes eficientes na maximização de troca de dados e também um aumento da flexibilidade da rede.

4. REFERÊNCIAS

- Acar, M. Mechatronics Engineering Education in the UK. In: Joint Hungarian British International Mechatronics Conference, 1994, Budapest. *Proceedings...* Budapest: Computational Mechatronics Publ., 1994, p 763- 769.
- Aihara, Cintia Kimie, *Projeto e Implantação de Plataforma Didática para Ensino e Pesquisa de Sistemas Integrados Automatizados*, Campinas, Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, 2000. 104 p. Dissertação (Mestrado)
- Araujo, Emerson dos Santos, *Modelagem e Descrição da Parte Comando de um Sistema Automatizado de Produção utilizando o GRAFCET - Aplicado à uma Plataforma Industrial em Automação*. Campinas: Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, 1997, 91 p. Tese (Mestrado)
- Asfahl, Ray C., *Robots and Manufacturing Automation 2th* USA: John Wiley & Sons, Inc., 1992, 487 p.
- Bittar, R. C. S. M. *A Utilização do GRAFCET como Ferramenta na Automação Industrial*. Campinas: Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, 1993, 105 p. Tese (Mestrado)
- Bolton, W. *Mechatronics - Electronic Control Systems in Mechanical Engineering*. England: Longman Scientific & Technical, 1995, 380 p.
- Castrucci, Plínio B. L. *Controle Automático Teoria e Projeto*, Editora da Universidade de São Paulo, 1969, 280 p
- Dalbó, R. F. *Simgraf: Um Ambiente Computacional para Simulação e Validação de Sistemas Automatizados de Produção Utilizando o GRAFCET*. Campinas: Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, 1994, 90 p. Tese (Mestrado)

- Ferreira, Edson P., *Robótica Básica Modelagem de Robôs*, R. Vieira Gráfica e Editora Ltda. Versão Preliminar Publicada para a V Escola Brasileiro-Argentina de Informática, Rio de Janeiro, 1991.
- Georgini, João Marcelo, *Elementos para Estruturação e Implementação de Sistemas Automatizados de Produção*. Campinas: Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, 1999. 209 p. Tese (Mestrado).
- Groover, Mikell P. *Automation, Production Systems, and Computer Integrated Manufacturing* USA: Prentice-Hall International, Inc., 1987, 808 p.
- Hunter, Ronald P. *Automated Process Control Systems - Concepts and Hardware*. 2nd edition, USA: Pratice-Hall, Inc. , 1987, 501 p
- IEC - International Eletrotechnical Commission, Genebra. IEC-60848; *Preparation of Function Charts for Control Systems*. Genebra, 1988, 99 p.
- Kuo, B. C., *Automatic Control Systems* 4th ed. USA: Pratice & Hall, Inc., New Jersey, 1982, 720 p.
- Miyagi, P. E., Barretto, M. R. P., Silva, J. R. *Domótica – Controle e Automação Volume 2* EDUSP, 1993, 180 p.
- Santos, José J. Horta, *Automação Industrial* Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1979, p. 10 - 23.
- Vendrameto, O. *Bases de Conhecimento para a Automação da Manufatura*. São Paulo: Escola Politécnica - Engenharia de Produção, Universidade de São Paulo, 1994. 155 p. Tese (Doutorado).
- Williams, D. J.. *Manufacturing Systems an introduction to the technologies*, 2nd edition, Chapman & Hall, London, UK, 1994, 246 p.
- Wolovich, William A. *Automatic Control Systems - Basic Analysis and Design*, USA: International Edition, 1994, 450 p.

5. DIREITOS AUTORAIS

Os autores são os únicos responsáveis pelo conteúdo do material impresso incluído no seu trabalho.

A DEVELOPMENT METHODOLOGIC APPLIED TEACHING AND RESERCH IN AUTOMATION

Cintia Kimie Aihara

Campinas University – Mechanical Engineering Faculty, São Francisco University,
cintia@fem.unicamp.br

João Maurício Rosário

Campinas University – Mechanical Engineering Faculty

Abstract: Recent technological advances has been the responsible for an increase of industrial competitiveness and the integration of automatized systems of production, which became synonymous of flexibility for achieving competitive and high quality products. In this context, this work approach the main elements that describe the Operative Part and the Command Part of an Automated Industrial System, through the development of methodologies applied to education and formation in industrial automation. This methodology was validated and implemented in the Laboratory of Integrated Automation and Robotic, at the UNICAMP campus, through a consisting didactic platform with different automated elements (robots, rotating table, PLC's, actuators and sensors). In this platform, different modules of validation and learning have been implemented.

Keywords: technological education, industrial automation, distance education