

SISTEMA DE POSICIONAMENTO PARA CÉLULAS FLEXÍVEIS DE MANUFATURA

Virgílio CASSIANO (1); José Henrique d'SOUZA (2)

(1) CEFET-RN, Av. Antônio Basílio 1969 Lagoa Nova, (84) 99821623, e-mail: virccassiano@hotmail.com

(2) CEFET-RN, e-mail: ricky@cefetrn.br

RESUMO

Os sistemas de manufatura evoluíram bastante no último século indo da linha de produção em série às células de manufatura. O paradigma atual desta área é o conceito de célula flexível, onde uma mesma estrutura (equipe) pode ser facilmente adaptada (modificada) para realizar uma nova tarefa em tempo real. Tal conceito está associado também à idéia de que cada célula seja capaz de realizar todas as operações que a linha total de montagem executa, permitindo que as células sejam independentes entre si e que possam manter a linha funcionando ininterruptamente. É neste cenário que os sistemas inteligentes de controle e posicionamento se encaixam e são empregados à exaustão. Sistemas como esses fazem uso da robótica, que é um ramo da tecnologia que engloba mecânica, eletricidade, eletrônica e computação e esta cada vez mais presente no cotidiano. O projeto aqui descrito aborda o sistema de posicionamento para motores de corrente contínua. Para comprovar a eficácia do projeto, um módulo de sensoriamento remoto está sendo desenvolvido em paralelo para que as informações possam ser tratadas adequadamente por um supervisor, desenvolvido em linguagem Delphi.

Palavras-chave: célula de manufatura, robótica, controle de posição, sensoriamento, Programação Orientada Objeto

1. INTRODUÇÃO

Precisão e rapidez de execução em tarefas são qualidades que fazem com que as células flexíveis apresentem, ao mercado, soluções para diversos tipos de problemas dentro de uma planta industrial. Além dessas qualidades, sistemas como esse, ao apresentar novos atributos, se mostram mais eficazes dentro de sua área de atuação.

Portanto, buscando acrescentar melhorias a sistemas já consolidados como são os de células flexíveis, este projeto tem o intuito de desenvolver um sistema de arquitetura modular para controlar a posição de qualquer estrutura de deslocamento linear e unidimensional e que se utilize para esse deslocamento um motor de corrente contínua.

2. ARQUITETURA MODULAR ELETRÔNICA

Para uma tecnologia ser bem aceita no mercado, sendo ela baseada em software ou em hardware, ela deve apresentar vantagens fascinantes ao seu público alvo.

Este projeto foi construído dividido em vários módulos diferentes onde cada um deles possui uma função específica dentro da estrutura a fim de proporcionar a facilitação da portabilidade e a adequação do sistema desenvolvido em qualquer outra célula (flexibilidade) desde que esta possua as características anteriormente citadas.

Para fundamentar e comprovar esses e outros benefícios foi adequado ao projeto os conceitos de POO (Programação Orientada Objeto) como, por exemplo, classes, objetos, hereditariedade, encapsulamento e polimorfismo.

2.1. Classes e objetos

Convencionalmente os sistemas são construídos de tal forma que todos os seus componentes estão unidos a mesma estrutura física dificultando a portabilidade e a reusabilidade do sistema. Propondo um sistema modulado dividido e subdividido em classes e objetos potencialmente este sistema modulado poderá ser reutilizado em outra estrutura.

Dentro da programação orientada objeto observa-se nitidamente esta possibilidade de alta coesão entre os sistemas, onde segundo Martin et al. (1992), *“Classes são projetadas para que possam ser reusadas em muitos sistemas”*.

2.2. Encapsulamento

O acesso a cada módulo fabricado é restrito, ou seja, há ocultamento e proteção de informações para que o acesso a cada objeto possa ser realizado somente através dos comandos que ele está habilitado a desempenhar. Sendo assim, fica fácil diagnosticar com exatidão onde é necessário realizar algum tipo de manutenção. Situação essa confirmada por Winblad et al. (1993), *“As características da orientação ao objeto são extremamente úteis durante a manutenção”*.

2.3. Herança

Quando se aparece uma nova necessidade algum módulo desenvolvido pode não ser muito eficaz para execução de uma determinada ação. Quando isso ocorre, comumente todo o sistema é refeito para atender a nova necessidade imposta, porém em um sistema modular é necessário apenas agregar as propriedades e funções especiais não encontradas no módulo que carece dessa qualidade. Dentro da POO esse proveito foi analisado por Winblad et al. (1993), onde o mesmo afirma, *“A hereditariedade permite que os programadores criar novas classes programando somente a diferença entre elas e a classe-pai”*.

2.4. Polimorfismo

Etimologicamente, quer dizer “várias formas”, refere-se a capacidade de dois ou mais objetos responderem à mesma mensagem, cada um a sua maneira. Com o polimorfismo mantém-se um comportamento transparente para qualquer tipo de argumento; isto é, a mesma mensagem é enviada a objetos distintos e eles poderão reagir de formas diferentes. Situação essa observada por Winblad et al. (1993), onde segundo o próprio,

“Com o polimorfismo, um usuário pode enviar uma mensagem genérica e deixar os detalhes de implementação para o objeto receptor”.

3. CONTROLE DE POSICIONAMENTO

Com a produção cada vez mais rápida e dinâmica, os sistemas de células flexíveis necessitam de um controle que os possibilitem executar inúmeras tarefas com um grau de precisão elevadíssimo com o intuito de se produzir com maior confiabilidade e perfeição.

Para se adquirir um resultado deste nível é necessário se utilizar do cálculo numérico para transformar um modelo físico em matemático, entretanto tal evento por diversas razões podem gerar erros que conseqüentemente geraram resultados equivocados com relação ao problema original.

3.1 Modelo físico X modelo matemático

O sistema mecânico a ser seguido para provar teoricamente a eficácia do sistema desenvolvido, se apresenta de forma linear onde a força externa $u(t)$ é a entrada do sistema e o deslocamento $y(t)$ da massa (m) é a saída. Também é levado em consideração a resistência mecânica (r) do sistema conforme a figura a seguir. Segundo Ogata o deslocamento $y(t)$ é medido a partir da posição de equilíbrio, na ausência da força externa. Esse sistema é um sistema de entrada e saída únicas.

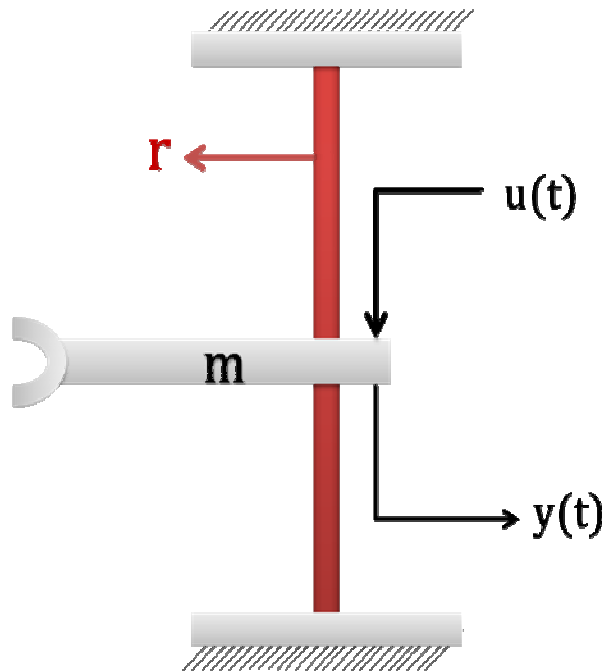


Figura 1 – Modelo físico a ser estudado

Tomando por base a figura acima pode se montar a seguinte equação para representar o sistema:

$$my'' + ry = u \quad [\text{Eq. 01}]$$

Observando a equação 1 verifica-se que a mesma é de segunda ordem. Portanto, possui dois integradores. Para melhor entendimento serão definidas as duas variáveis de estado $x_1(t)$ e $x_2(t)$ da seguinte forma:

$$x_1(t) = y(t) \quad [\text{Eq. 02}]$$

$$x_2(t) = y'(t) \quad [\text{Eq. 03}]$$

Derivando a equação 1 pode-se concluir que:

$$\dot{x}_1 = x_2 \quad [\text{Eq. 04}]$$

Substituindo a equação 4 na equação 1 tem-se:

$$x'_2 = (u - r x_1) / m \quad [\text{Eq. 05}]$$

Portanto a equação de saída é:

$$y = x_1 \quad [\text{Eq. 06}]$$

Aproveitando a figura 1, agora desprezando o atrito (r) da superfície, será montada a equação de movimento do sistema de malha aberta, pois o atuador pode aplicar sobre o corpo uma força “ F ” de qualquer magnitude na direção do sistema e ao mesmo tempo o sensor mede a posição e a velocidade do corpo:

$$F = mx'' \quad [\text{Eq. 07}]$$

Por simplicidade, será adotado que o corpo tem massa de 1 Kg. A seguir se formulará um sistema de controle que mantenha um corpo numa dada posição livre de forças externas, assim está criada a situação problema do controle de posicionamento do sistema.

3.2. Regulação de posicionamento

Uma lei de controle que computa as forças que agem sobre o corpo pode ser definida como:

$$F = -K_v x' + K_p(x^* - x) \quad [\text{Eq. 08}]$$

Onde:

$x^* \rightarrow$ Posição desejada;

$x \rightarrow$ Posição atual;

$K_v \rightarrow$ Ganho de velocidade;

$K_p \rightarrow$ Ganho de posição;

3.3. Controle de posição ao longo de uma trajetória

Melhor do que apenas manter o corpo numa posição desejada, pode se expandir o controle de tal maneira que o corpo seja capaz de seguir uma trajetória ou função temporal que especifica x^* .

Assumindo que a descrição da posição desejada e suas duas primeiras derivadas são conhecidas e denominadas de x^* , x'^* e x''^* , a lei de controle pode ser escrita como:

$$F = x''^* + K_v(x'^* - x') + K_p(x^* - x) \quad [\text{Eq. 09}]$$

Combinando a lei de controle (equação 8) com a equação de movimento do sistema (equação 7), tem se:

$$(x''^* - x'') + K_v(x'^* - x') + K_p(x^* - x) = 0 \quad [\text{Eq. 10}]$$

Fazendo $e = x^* - x$, e em seguida aplicando a mesma na equação 10, chega – se a seguinte equação:

$$e'' + K_v e' + K_p e = 0 \quad [\text{Eq. 11}]$$

A equação de movimento escrita em função do erro de posição (e) é uma equação diferencial que descreve a suspensão de erros no sistema de controle pela escolha adequada de “ K_p ” e “ K_v ”.

REFERÊNCIAS

MARTIN, J.; ODELL, J. J. **Análise e projeto Orientados a objeto**. 1 ed. São Paulo; Markron books, 1996.

WINBLAD, A. L.; EDWARDS, S. D.; KING, D. R. **Software orientado ao objeto**. 1 ed. São Paulo; Markron books, 1993.

SPERANDIO, D.; MENDES, J. T.; SILVA, L. H. M. **Cálculo numérico – Características matemáticas e computacionais dos métodos numéricos**. 1 ed. São Paulo; Prentice Hall; 2003.

OGATA, K. **Engenharia de controle moderno**. 4 ed. São Paulo; Prentice Hall, 2005.