DESENVOLVIMENTO DE UMA BANCADA DIDÁTICA PARA CONTROLE DE POSIÇÃO DE UM SISTEMA MASSA-MOLA

Antonio Carlos Manfredini Júnior [1], Mariana Santos Matos Cavalca[2]

[1] Acadêmico do Curso de Engenharia Elétrica – CCT – Bolsista PIBIC/CNPq
[2] Orientador, Departamento de Engenharia Elétrica – CCT – mariana.cavalca@udesc.br

Palavras-chave: Planta Didática, Sistemas de Controle.

Controle de processos é uma área da engenharia onde constantemente o ensino fica limitado a teoria enquanto aspectos práticos muitas vezes são substituídos por simulações. De modo geral, o aprendizado prático é de grande ajuda para entendimento de algum assunto. Uma planta didática tem o intuito de simular o comportamento de processos comuns em laboratório. Contudo, plantas didáticas possuem custos altos para a aquisição e manutenção.

Partindo deste princípio, foi desenvolvido um protótipo didático para controle de posição de um sistema carro-mola-reboque de baixo custo. O protótipo consiste em dois blocos de madeira ligados por uma mola, onde somente um bloco é atuado por um motor DC. O sensoriamento de posição é feito por um sensor ultrassônico, para o acionamento de motor um driver Ponte H e para o controle uma placa Arduino.

Ao projetar um controlador para um processo, é necessário o conhecimento da representação matemática deste processo, Tal representação é chamada de modelo. A partir do conhecimento da dinâmica da planta, é possível obter um modelo matemático teórico, utilizando as equações diferenciais que representam as principais características da planta.

Então, considerando a posição dos dois blocos como os estados do sistema, obtemos as seguintes equações diferenciais, para o bloco que está conectado ao motor:

$$m_1 \frac{d^2x_1}{dt^2} + b_1 \frac{dx_1}{dt} + kx_1 - kx_2 = F \qquad (1)$$

Sendo m_i, b_i e x_i a massa, o atrito e a posição horizontal do bloco i, respectivamente. F é a força exercida pelo motor no bloco 1 e k é a constante da mola.

E para a posição do segundo bloco:

$$m_2 \frac{d^2x_2}{dt^2} + b_2 \frac{dx_2}{dt} + kx_2 - kx_1 = 0 \qquad (2)$$

Com isso, podemos montar um sistema em espaço de estados, onde:

$$\begin{cases} \dot{x} = Ax + Bu \\ y = Cx + Du \end{cases} \qquad (3)$$

A partir desta representação, e aplicando a transformada de Laplace, pode-se encontrar a função transferência pela relação:

$$G_{(s)} = C(sI - A)^{-1}B + D \qquad (4)$$

Assim, ao substituir os parâmetros da massa, constante elástica e atrito, tem-se uma representação matemática para o sistema estudado. Devido ao fato do controlador se encontrar no domínio digital é necessário que o modelo seja discretizado.

Para que a planta funcione de maneira correta, é necessário considerar alguns fatores, como a restrição de distância mínima que pode ser medida e também a zona morta para que o motor possa funcionar corretamente.

Com o objetivo de validar o modelo, utilizando como parâmetros m_1=0.8, m_2=0.75, b_1=200, b_2=245 e k=0.1, levando em conta que a planta já possui um integrador, foi projetado um controlador proporcional de ganho 8 para uma constante de tempo de 4,5 segundos.

Na Figura 1 é apresentada a simulação e o resultado prático da resposta do sistema em malha fechada submetido a uma referência de 25 cm.

Ao encontrar o modelo através do espaço de estados, está sendo considerado que a planta possui somente parâmetros lineares. Isto não ocorre na prática, pois os parâmetros de atrito e a constante elástica da mola são ambos não lineares, podendo ocasionar uma divergência entre modelo matemático e planta real, diferença observada na Figura 1.

A modelagem matemática é de grande ajuda para a compreensão do funcionamento de processos, auxiliando em decisões para o projeto do controlador.

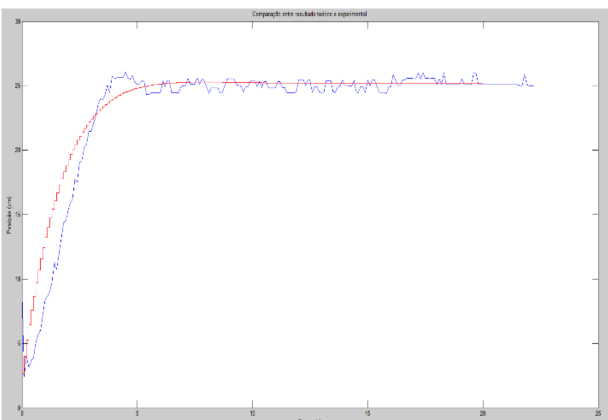

Figura 1- Resposta ao Degrau

Figura 2- Bancada Didática