

# A era digital e suas implicações sociais: Desafios e contribuições

## ESTUDO DE IDENTIFICAÇÃO E CONTROLE DE POSIÇÃO DE UMA BANCADA DIDÁTICA DE SERVOMOTOR

**Ana Julia Medeiros Machado, Jaqueline Silva Ribeiro, Jessica Gonçalves de Assis, Anderson Kenji Hirata, Ivan Lucas Arantes, Carlos Eduardo Oliveira da Silva.**

Instituto Federal de educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo, Rodovia Presidente Dutra, km 145, Jardim Diamante – 12220-840 - São José dos Campos-SP, Brasil,  
a.medeiros@aluno.ifsp.edu.br, jaqueline.s@aluno.ifsp.edu.br, jessica.assis@aluno.ifsp.edu.br, carlossilva@ifsp.edu.br, anderson.hirata@ifsp.edu.br, ivanlucas@ifsp.edu.br, carlossilva@ifsp.edu.br.

### Resumo

Este artigo apresenta um estudo sobre identificação e controle de posição de uma bancada didática, com o auxílio de ferramentas do MATLAB. Primeiramente será efetuado uma coleta de dados do sistema sem controle, pois por meio dessas informações será possível visualizar graficamente o comportamento do sistema, submetido a excitações diferentes. Após a coleta dos dados, será feita a identificação, com o objetivo de determinar o controle da planta.

**Palavras-chave:** Controle, Identificação, MATLAB, PID e Controle de Posição.

**Área do Conhecimento:** Engenharia Mecatrônica.

### Introdução

Em diversos ramos é imprescindível que as técnicas de controle sejam aplicadas para uma melhor performance de um equipamento, assim como no ramo educacional é necessário o estudo das técnicas para que se entenda como identificar e aplicar controles. Com o avanço da eletrônica, o Controle pode ser melhor desenvolvido em Robôs, Máquinas inteligentes, Veículos AGVs, manufatura controlada e etc. (GIERAS, 2010).

Vale (2011) apresenta um projeto de identificação e controle de posição de um robô manipulador cartesiano, em que o sistema é composto por sensores. Esses sensores são responsáveis pela obtenção do estado do robô e assim ser possível aplicar controladores adaptativos auto ajustáveis, no qual realiza a identificação do sistema e a atualização do modelo simultaneamente, com base na situação atual do manipulador.

Sistemas de posicionamento também podem ser aplicados no ramo da hidráulica, Oliveira (2017), desenvolveu o controle de posicionamento de um sistema de leitura para realimentação de controle de atuador hidráulico, com encoder, por meio de módulos de Internet e desenvolvimento de aplicativo. Para esse caso é utilizado uma válvula proporcional, na qual resulta em uma força magnética proporcional, para que se possa ser efetuado o controle de posição.

Para o estudo e identificação de sistemas o MATLAB tornou-se uma ferramenta essencial, O MATLAB consiste em um software desenvolvido para auxiliar a resolução de cálculos matemáticos por meio de programação intuitiva (OPENCADD, 2021), possuindo diversas bibliotecas adicionais, que permitem ampliar suas funções e recursos (SANTOS, 2017). No livro "MATLAB: A Practical Introduction to Programming and Problem Solving", Attaway (2016) apresenta as principais ferramentas disponíveis nesse Software, assim como as suas funcionalidades e como utilizá-las. O artigo "MATLAB and Simulink for Control Systems" (SAMAD, 2010) apresenta as funcionalidades da toolbox do MATLAB voltadas para o controle de sistemas.

O controle do sistema pode ser realizado por meio de diversas técnicas, entre elas o PID, na qual, segundo Astrom e Hagglund (1995), utiliza uma combinação de três ações de controle: proporcional, integral e derivativo. Desta maneira, o controle PID é uma das técnicas mais utilizadas em sistemas de controle industrial, devido a sua simplicidade, flexibilidade e boa capacidade de resposta (OGATA, 2010).

# A era digital e suas implicações sociais: Desafios e contribuições

No presente trabalho será realizado o estudo do controle de posição angular de seu eixo gerado por servos motores (*encoders*) dos quais será realizada a identificação do sistema, visando aplicar um controlador PID.

## Metodologia

O estudo é composto por uma bancada didática (Figura 1), contendo um servomotor que permite o controle angular de seu eixo, um sensor de posição (encoder) e um microcontrolador *STM32*, responsável por receber os dados do sensor de posição, calcular o sinal de controle necessário e enviar os comandos adequados para o servomotor, a fim de alcançar a posição desejada.

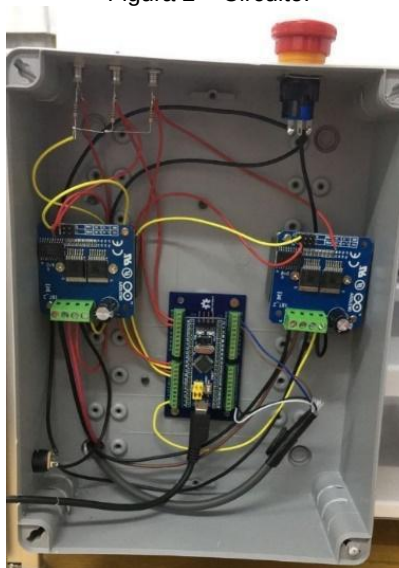
Figura 1 – Bancada didática.



Fonte: Próprio Autor.

Outro componente utilizado é a ponte H (Figura 2), como componente eletrônico ela aciona o servomotor com corrente elevada. A ponte H permite ao microcontrolador controlar a direção e a intensidade da corrente que flui pelo servomotor, possibilitando um controle mais eficiente e seguro. Para esse projeto utilizou-se apenas uma ponte H, para controlar apenas o motor principal da planta.

Figura 2 – Circuito.



Fonte: Próprio Autor.

Para implementar o estudo do sistema, realizou-se a coleta de dados de posição angular do eixo do servomotor, mediante a excitações distintas na entrada do sistema, essas excitações são feitas por

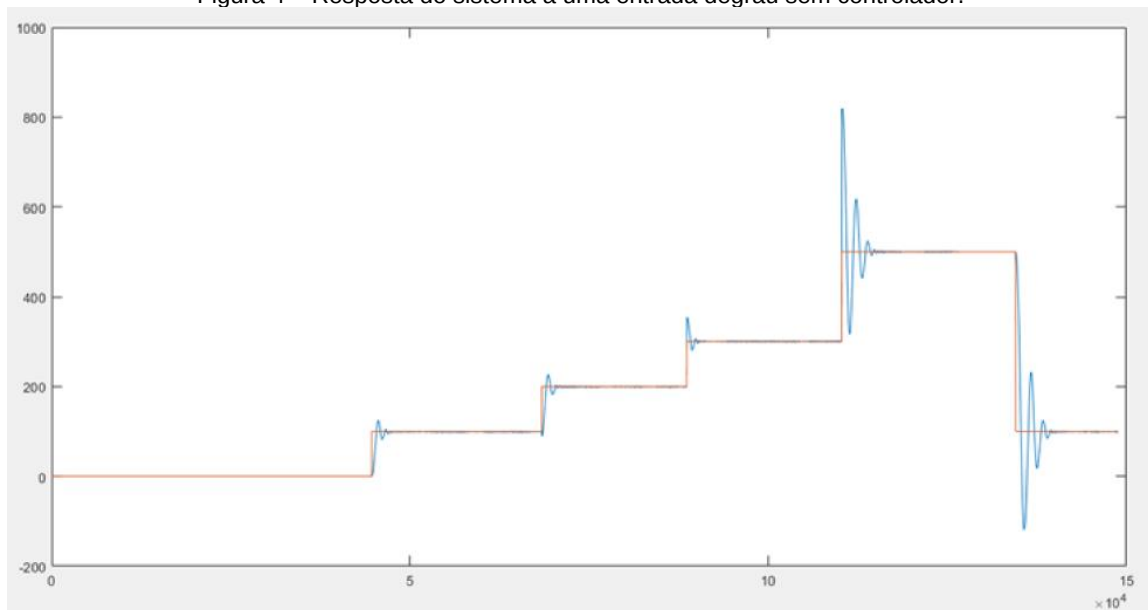
# A era digital e suas implicações sociais: Desafios e contribuições

meio de uma comunicação serial com o *Software CoolTerm*, no qual é possível monitorar posição do eixo, e alterar os ganhos do sistema, para coletar os dados e transferir para o MATLAB. A partir dos dados coletados realizou-se a identificação do sistema, por meio da ferramenta *System Identification Toolbox*, na qual permite a identificação de sistemas lineares e não lineares, (KITANO, 2018) em caixa cinza (MATHWORKS, 2023). Essa ferramenta do MATLAB fornece, por meio dos dados coletados, uma função de transferência, aproximada, que descreve o comportamento da planta

## Resultados e Discussões

Para o desenvolvimento do projeto do controle de posição, primeiramente foi necessário realizar a identificação do sistema, a fim de obter a função de transferência da bancada servomotor. Para isso, na programação do Arduino, inseriu um ganho zero no integrativo (Ki) e no derivativo (Kd) e o ganho proporcional (Kp) igual a 1. Através do aplicativo *CoolTerm* coletou-se os dados serial, que correspondem a posição desejada, posição real e o tempo. Os valores de *Setpoint* utilizados foram 100, 200, 300, 500 e 100 respectivamente, sendo a resposta do sistema a uma entrada degrau representado na figura 4.

Figura 4 – Resposta do sistema a uma entrada degrau sem controlador.

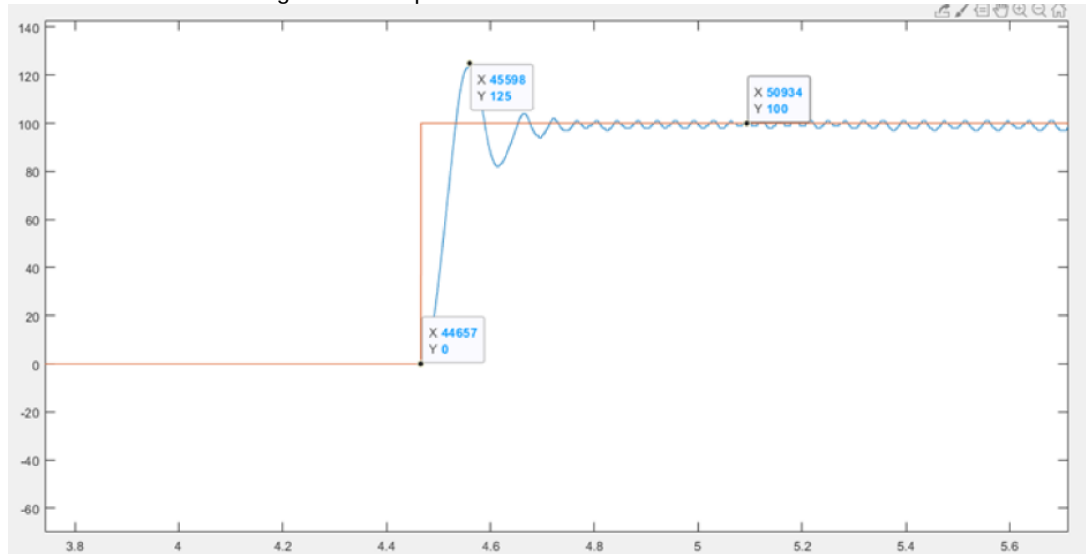


Fonte: Próprio Autor.

Nota-se que conforme há um aumento do *Setpoint*, ocorre também o aumento do overshoot na resposta do sistema a uma entrada como também do tempo de amortecimento. Outro ponto percebido é que o sistema sem controle, se comporta de forma marginalmente estável, conforme demonstrado na figura 5.

# A era digital e suas implicações sociais: Desafios e contribuições

Figura 5 – Resposta do sistema a uma entrada sem controlador.



Fonte: Próprio Autor.

Com os dados de entrada/saída do sistema, realizou-se a identificação do sistema através da *Toolbox System Identification* do MATLAB, onde obteve-se a seguinte função de transferência com uma confiabilidade de 81%.

$$FT = \frac{2.667}{s^2 + 1.388s + 2.654}$$

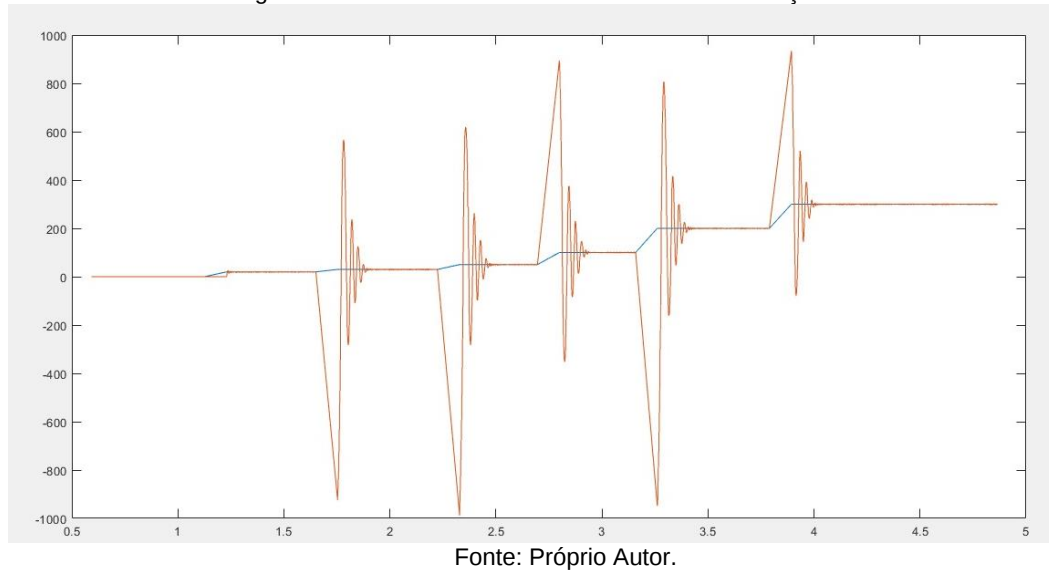
Como a bancada é um sistema de malha fechada, foi necessário abrir a malha para o desenvolvimento do controlador, e com isso chegamos na seguinte função de transferência em malha aberta:

$$FT = \frac{2.667}{s^2 + 1.388s - 0.0013}$$

Anteriormente, foram coletados os mesmos dados, mediante aos valores de *Setpoints* semelhantes, no entanto como é observado na figura 6, o degrau se tornou uma rampa, em que não foi possível realizar uma identificação por meio dessa coleta de dados, pois a ferramenta *System Identification Toolbox*, também identificou como uma rampa.

# A era digital e suas implicações sociais: Desafios e contribuições

Figura 6 - Coleta de dados com atraso de comunicação serial.



Essa divergência encontrada na coleta dos dados foi devido a um erro na comunicação serial entre o microcontrolador e o computador, pois o computador utilizado na primeira coleta estava sobrecarregado e influenciou nessa medição. Como plano de ação foi realizada a troca do computador e com isso realizou-se a coleta dos dados corretos.

## Conclusão

Por fim, com a bancada didática foi possível fazer a coleta dos dados do sistema, os dados utilizados foram coletados do sistema de bancada didática, contendo informações da posição angular do eixo do servomotor em resposta às excitações de entradas, possibilitando encontrar a função que descreve o comportamento dinâmico do sistema. O sistema apresentou ruídos dos dados obtidos, resultando em uma função de transferência com uma credibilidade de 81%, pois, na entrada do *Hardware*, o *System Identification* identificou a entrada como uma rampa e não como uma entrada degrau, como era o esperado.

Para trabalhos futuros, espera-se encontrar uma sintonia de controle, em que seja possível realizar o controle de posição da Bancada Servo.

## Referências

ASTROM, K.J.; HAGGLUND, T. **PID controllers: Theory, design, and tuning**. 2nd ed. Research Triangle Park: Instrument Society of America, 1995.

ATTAWAY, Stormy. **MATLAB: A Practical Introduction to Programming and Problem Solving**. Elsevier, 2016.

GIERAS, J. F. **Permanent magnet motor technology: design and applications**. 3rd ed., r. ed. Taylor and Francis Group, LLC, 2010

KITANO, L.A.S., SOUZA, D.P., MARTINS, H.M., **Identificação de Sistemas por função de Transferência utilizando System Identification Toolbox do MATLAB**. IFSP – Campus São Paulo, 2018.

## A era digital e suas implicações sociais: Desafios e contribuições

MATHWORKS, **System Identification Toolbox**, Disponível em  
<<https://www.mathworks.com/products/sysid.html>> Acessado em 29 de Março de 2023

OGATA, K. **Engenharia de controle moderno**. 5th ed. Rio de Janeiro: LTC, 2010.

OLIVEIRA, D.; EMANUEL, P.C.S; PITTA, M.A.V., **Controle de posicionamento de um atuador hidráulico via internet**, 2017, Revista Eniac de publicação internacional de Iniciação Científica. 2017

OPENCADD, **MATLAB: O que é e para que serve, Model-Based Desing Driiven Company**. 2021  
Disponível em < <https://opencadd.com.br/o-que-e-matlab/>> Acessado em 29 de Março de 2023

SAMAD, Tariq. **MATLAB and Simulink for Control Systems**. The MathWorks, Inc., 2010.

VALE, V.A.C. **Controle de posição de um Robô Cartesiano por meio de técnicas adaptativas**.  
Dissertação de Mestrado. UNIVAP, João Pessoa-PA, 2011.