



III Encontro de Iniciação Científica e Tecnológica  
III EnICT  
ISSN: 2526-6772  
IFSP – Câmpus Araraquara  
19 e 20 de Setembro de 2018



## CONSTRUÇÃO DE BANCADA EXPERIMENTAL PARA ENSINO DE SISTEMAS DE CONTROLE

ANA PAULA NOGUEIRA SANTANA<sup>1</sup>, ANA LAURA NOGUEIRA SANTANA<sup>2</sup>, FERNANDO HENRIQUE MORAIS DA ROCHA<sup>3</sup>, RODOLPHO VILELA ALVES NEVES<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Graduanda em Tecnologia em Mecatrônica Industrial, IFSP Câmpus Araraquara, anapaulasantana@hotmail.com

<sup>2</sup> Graduanda em Tecnologia em Mecatrônica Industrial, IFSP Câmpus Araraquara, laura.ana@aluno.ifsp.edu.br

<sup>3</sup> Doutor em Engenharia Elétrica, Docente, IFSP Câmpus Araraquara, fernandorocho@ifsp.edu.br

<sup>4</sup> Doutor em Engenharia Elétrica, Docente, Universidade Federal de Viçosa, rodolpho.neves@ufv.br

**Área de conhecimento** (Tabela CNPq): Controle de Processos Eletrônicos, Retroalimentação – 3.04.05.03-3

**RESUMO:** O ensino em si é uma atividade complicada e trabalhosa. A prática pedagógica tem sido estudada pelas universidades afim de definir métodos de ensino e pesquisa, e uma das questões sempre abordadas é a atividade prática nas instituições de ensino. Por se tratar de um assunto interdisciplinar, a experiência prática em laboratório para o ensino de Sistemas de Controle é parte fundamental do aprendizado em cursos de engenharia. Entretanto, as opções de bancadas experimentais disponíveis no mercado possuem alto custo (o valor de uma planta didática para controle de processos gira em torno de R\$ 65.000,00). A escolha da variável posição foi feita para possibilitar a criação de um projeto simples, barato, além de apresentar resposta mais rápida se comparada com variáveis de controle industrial como nível, vazão e temperatura. O material da base do projeto (canos pvc) foi escolhido também pelo fato de deixar o projeto mais acessível e portátil. Nesse sentido, esse trabalho busca o desenvolvimento de uma bancada experimental para controle de posição, variável de interesse bastante importante no projeto de mecanismos mecatrônicos.

**PALAVRAS-CHAVE:** 1. Engenharia; 2. Planta didática; 3. Controle de posição.

## INTRODUÇÃO

Aulas práticas nas instituições de ensino superior são fundamentais para o aprendizado dos alunos. Sobre o ensino de Sistemas de Controle, é consenso entre os professores da área, que pode e deve ser complementado com aulas práticas em laboratório. Principalmente por ser considerada como uma das matérias mais complexas e relevantes dos cursos de Engenharia.

Este trabalho busca oferecer uma ferramenta com custo acessível e de fácil customização para auxiliar o professor na introdução de conteúdos práticos em sua rotina de ensino, promovendo uma familiaridade maior do aluno com o sistema de controle, através da visualização do controle interno do dispositivo em tempo real. O custo de uma planta didática para controle de processos é alto para as faculdades (em torno de R\$ 65.000,00 segundo o inventário do IFSP-Araraquara). A escolha da variável posição foi feita para possibilitar a criação de um projeto de baixa complexidade, baixo custo e portátil, além de apresentar resposta mais rápida se comparada com as variáveis de controle industriais como nível, vazão e temperatura.

Para atingir tal objetivo, tem-se os seguintes objetivos específicos:

- Estudo sobre Sistemas de Controle e análise das principais necessidades no ensino da teoria e prática desta disciplina.
- Especificação de componentes, projeto e construção da parte mecânica da bancada.
- Especificação, projeto, construção e programação dos elementos eletrônicos da bancada.
- Desenvolvimento de roteiros de aulas práticas, considerando os assuntos e experimentos selecionados nos itens anteriores.
- Testes para validação do correto funcionamento da bancada e verificação da efetividade dos roteiros.

## FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Segundo Borges (2002), o ensino em geral é uma atividade complexa e dificultosa. Não há uma tradição de práticas de ensino estáveis, que possam ser amplamente divulgadas e resistam ao tempo e suas constantes mudanças nos alunos e nos professores, no que diz respeito aos valores, crenças, tradições e conhecimentos. Como afirma Souza et al. (2014) acerca do estudo das ciências naturais, para melhor compreensão da matéria, é necessária a convivência prática com o objeto de estudo, criando estudantes mais participativos e críticos. Da mesma maneira é o ensino de qualquer matéria, e neste trabalho, enfatizando a matéria de controle.

Os avanços tecnológicos permitem a transmissão rápida de conhecimento no mundo todo, mas as escolas parecem não avançar simultaneamente (as práticas pedagógicas são predominantemente as tradicionais; os alunos não têm convivência prática com aquilo que aprendem em sala de aula, o que dificulta na apreensão da teoria). Uma forma de modificar esse contexto é atualizando o modo como o conteúdo é passado para os alunos, de forma a influenciar que eles tenham mais familiaridade com o tema (MACHADO; CRUZ, 2018).

Segundo Leite, Silva e Vaz (2005), foi feita uma pesquisa na Universidade Federal de Minas Gerais, pelo Departamento de Métodos e Técnicas de Ensino, em que havia uma questão sobre qual a reação dos alunos quando algum professor propõe fazer uma aula prática, e segundo o departamento, a maioria dos alunos sentiram-se empolgados em relação à proposta.

O uso da aula prática busca não apenas colocar o aluno na situação mais próxima do real, como também que eles possam entender o que está acontecendo da maneira que mais lhes faça sentido, de modo científico. Assim, apreendendo de fato o conteúdo da aula, e também ganhando experiência sobre o manuseio com os instrumentos utilizados. Muitas vezes os alunos de faculdades trabalham durante o turno em que não estudam, então chegam muitas vezes cansados e até exaustos para as aulas. Nesse sentido, aulas práticas têm fundamental importância (LEITE; SILVA; VAZ 2005).

Um sistema de controle é um conjunto de elementos interconectados que tem como objetivo fazer com que o sistema a ser controlado produza a saída desejada. São aplicados constantemente em diversas áreas, como telecomunicações, transportes e navegação, biologia, medicina, astronomia, entre outros, e têm se tornado parte essencial dos processos industriais e de produção modernos (OGATA, 2011).

Na mecatrônica, uma das principais variáveis de interesse para controle é a posição, pois é muito utilizada principalmente em projetos de mecanismos, como o controle numérico de máquinas-ferramenta, os ângulos das juntas de um manipulador robótico, entre outros.

É consenso entre os educadores da área de sistemas de controle que a experiência prática em laboratório é primordial na formação técnica de profissionais da engenharia, sendo uma excelente ferramenta para apresentar ao estudante problemas reais de projeto, como especificações de hardware e considerações econômicas e de eficiência energética (DIXON et. al, 2002). Existem diversas plantas educacionais de processos disponíveis no mercado, porém, além de possuírem custo elevado, apresentam diversas limitações, tanto físicas como de *software*, o que limita a possibilidade de uso pelo docente em laboratório. Sendo assim, o desenvolvimento de uma bancada de baixo custo, com uma interface totalmente customizável, e com roteiros de experimentos desenvolvidos de acordo com as necessidades das disciplinas, proporciona uma grande possibilidade de ganhos no aprendizado dos alunos.

O Brasil encontra-se em contexto de crise acerca da educação, portanto, cogitar sobre a elaboração de atividades simples, de baixo custo e que estimulem o interesse dos alunos se faz imprescindível. Centros de pesquisa têm desenvolvido projetos que promovem a manipulação dos alunos a materiais concretos, de forma que os envolva de forma mais clara na teoria explicada pelo professor na sala. (MACHADO; CRUZ, 2018).

## METODOLOGIA

Pretende-se, nesse trabalho, desenvolver uma bancada para implementação de controladores digitais para posição. O sistema de controle digital possui o diagrama apresentado na Figura 1.

A variável controlada será a posição angular de uma haste presa a um motor de corrente contínua, portanto, para a execução do projeto, os elementos do diagrama abaixo serão os seguintes:

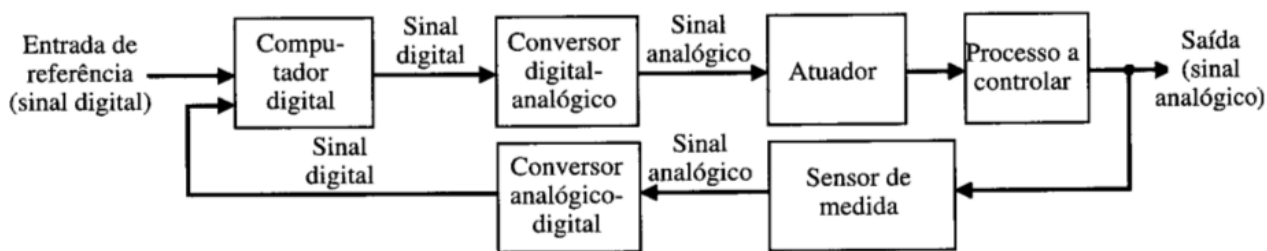


Figura 1 - Diagrama de blocos de um sistema de controle digital.  
(DORF; BISHOP, 2018)

- Processo a controlar: Motor de corrente contínua. O motor de corrente contínua possui a vantagem de fácil controle de velocidade e sentido de rotação, além de possuir baixo custo e geralmente trabalhar em baixas tensões, facilitando o projeto de circuitos de acionamento. Os detalhes do motor, torque, presença ou não de caixa de engrenagens, serão definidos durante o projeto.
- Atuador: Circuito Ponte-H completa. Para acionamento do motor, será utilizado um circuito Ponte-H completa, que permite que, tanto a direção de rotação, como a velocidade do motor sejam controladas. O modelo será definido durante a execução do projeto.
- Sensor de medida: *Encoder* ou potenciômetro. Para se medir a posição angular do motor, serão utilizados durante o desenvolvimento do projeto tanto um *encoder* incremental, que fornece sinais em pulsos conforme o motor se movimenta, quanto um potenciômetro, que fornece uma tensão de saída proporcional à posição do eixo do motor.
- Controlador digital (com conversor A/D e D/A): Kit de microcontroladores Arduino. Este kit de microcontroladores será utilizado para realizar o acionamento do atuador (motor), bem como a leitura do sensor, podendo funcionar somente como uma interface com o sistema real, ou também podendo conter o algoritmo de controle completo.

Materiais para a base do projeto:

- 2 canos pvc 25mm de  $\varnothing$  e 60cm de comprimento;
- 4 canos pvc 25mm de  $\varnothing$  e 5cm de comprimento;
- 2 canos pvc 25mm de  $\varnothing$  e 40cm de comprimento;
- 1 cano pvc 20mm de  $\varnothing$  e 22cm de comprimento;
- 2 canos pvc 20mm de  $\varnothing$  e 30cm de comprimento;
- 2 TE's pvc 25mm de  $\varnothing$ ;
- 1 TE pvc 20mm de  $\varnothing$ ;
- 6 cotovelos pvc 25mm de  $\varnothing$ ;
- 1 motor com *encoder*, de 8cm de comprimento;
- 1 rolamento de  $\varnothing$  interno de 20mm.

Construção da base:

Cada TE de 25mm terá conectado nos 2 lados os canos de 25mm de  $\varnothing$  e 5cm de comprimento; No outro lado de cada cano de 5cm de comprimento (da etapa anterior) será conectado um cotovelo de 25mm; Os canos pvc de 60cm de comprimento devem ser conectados aos cotovelos (da etapa anterior) de modo que a base se torne retangular; Na parte de cima de cada TE's da base será conectado um cano de 40cm de comprimento; Em cada cano (da etapa anterior) deve ser conectado o cotovelo de 25mm de  $\varnothing$ ; Em um cotovelo (da etapa anterior) será anexado o motor com o *encoder*, sendo que no eixo contrário ao *encoder* será conectado o cano com 22cm de comprimento; No outro lado do cano de 22cm será conectado o TE de 20mm de  $\varnothing$ ; No outro lado do TE (da etapa anterior) será conectado um cano de 20mm de  $\varnothing$  e 30cm de comprimento, sendo que o cano será conectado ao último cotovelo listado das etapas anteriores; Na parte de cima do TE será conectado um cano de 20mm de  $\varnothing$  e 30mm de comprimento.

Além desses materiais, será necessário um *software* matemático para a realização de parte dos experimentos, como a modelagem e identificação do sistema, bem como o projeto matemático do controlador a ser utilizado. Uma das opções é o *Octave*, um *software* matemático *Open Source* disponível para diversos sistemas operacionais.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao final do projeto, espera-se obter uma bancada funcional, possibilitando a realização de experimentos utilizando diversos tipos de sistemas de controle, bem como roteiros de experimentação para serem realizados em aula. Além disso, espera-se produzir uma interface amigável, para que os alunos consigam operar sem dificuldades. O desenho da bancada está representado na figura 2.

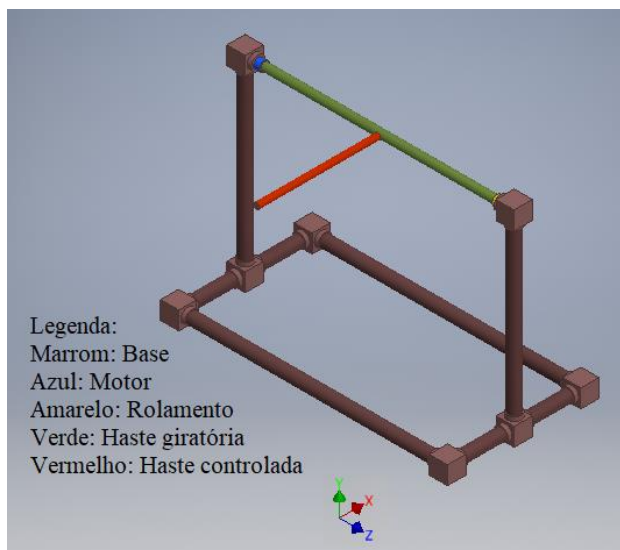


Figura 2: Desenho do modelo do projeto em inventor  
Fonte: Próprio autor

## CONCLUSÕES

Com o auxílio da bancada, o ensino deve obter mais participação dos alunos, propiciando aulas mais agradáveis, interativas e produtivas, tanto para os discentes como para os docentes. Além disso, deve melhorar a qualidade do ensino, tornando mais fácil o entendimento dos procedimentos utilizados e como isso acontece para a obtenção do controle da variável desejada, que nesse caso é a posição da haste.

## REFERÊNCIAS

BORGES, A. Tarciso. Novos rumos para o laboratório escolar de ciências. Cad. Brás. Ens. Fís., v. 19, n.3: p.291-313, dez. 2002.

DIXON, W.e. et al. A MATLAB-based control systems laboratory experience for undergraduate students: toward standardization and shared resources. Ieee Transactions On Education, [s.l.], v. 45, n. 3, p.218-226, ago. 2002. Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE).

LEITE, Adriana Cristina Souza, SILVA, Pollyana Alves Borges e VAZ, Ana Cristina Ribeiro. A importância das aulas práticas para alunos jovens e adultos: uma abordagem investigativa sobre a percepção dos alunos do PROEF II. Rev. Ensaio, v.07, n.03, p.166-181. set-dez, 2005. Belo Horizonte.

MACHADO, Natália Alves, CRUZ, Frederico Alan de Oliveira, A importância dos materiais concretos para a construção de conceitos: abordando comprimento, área e volume, e-Mosaicos – Revista Multidisciplinar de Ensinos, Pesquisa, Extensão e Cultura do Instituto de Aplicação Fernando Rodrigues da Silveira (CAp-UERJ) V.7 – N.15, 2018.

OGATA, Katsuhiko. Engenharia de Controle Moderno. 5. ed. Rio de Janeiro: Pearson, 2010.

SOUZA Ana Paula Azevedo de, SILVA, Jean Rycard da, ARRUDA, Rodney Mendes de., ALMEIDA, Laura Isabel Marques Vasconcelos de, CARVALHO, Edione Teixeira de. A Necessidade da Relação Entre Teoria e Prática no Ensino de Ciências Naturais. UNOPAR Cient., Ciênc. Human. Educ., Londrina, v. 15, n.esp, p. 395, Dez. 2014.