

Evento: IX Seminário de Inovação e Tecnologia - BOLSISTAS DE GRADUAÇÃO UNIJUI

SOLUÇÃO MODULAR EDUCACIONAL PARA CONTROLE APLICADO EM ENGENHARIA¹

MODULAR EDUCATIONAL SOLUTION FOR APPLIED CONTROL IN ENGINEER

Matias Alles Hubert², Edmilton Oliveira Stein³, Ben-Hur Ribas Maciel⁴, Carlos Augusto Valdiero⁵, Antonio Carlos Valdiero⁶, Luiz Antônio Rasia⁷

¹ Projeto desenvolvido no Núcleo de Inovação em Máquinas Automáticas e Servo Sistemas (NIMASS) do Departamento de Ciências Exatas e Engenharias da UNIJUI

² Aluno do Curso de Graduação em Engenharia Elétrica, bolsista PIBITI/CNPq

³ Aluno do Curso de Graduação em Engenharia Mecânica, bolsista PIBITI/CNPq

⁴ Aluno do Curso de Graduação em Engenharia Mecânica, bolsista PIBIC/CNPq

⁵ Aluno do Curso de Graduação em Ciência da Computação, bolsista PIBITI/CNPq

⁶ Professor Doutor de Engenharia Mecânica da Faculdade Horizontina

⁷ Orientador: Professor Doutor do Departamento de Ciências Exatas e Engenharias

INTRODUÇÃO

A engenharia consiste no entendimento e controle de materiais, forças e segmentos da natureza para o benefício e desenvolvimento da humanidade. Para que o controle dos segmentos que formam o ambiente seja possível, faz-se necessário que esses sistemas sejam interpretados e modelados, afim de que possamos obter os resultados desejados e com eficiência (DORF; BISHOP, 2010). O modelo matemático de um sistema dinâmico é caracterizado ou, equiparado, a equações que representam de forma precisa ou, razoavelmente bem a dinâmica real do sistema (OGATA, 2010).

Apesar da disciplina de controle ser um tema bastante importante, tanto na indústria quando no âmbito acadêmico, alguns cursos de engenharia não possuem uma ênfase nesse tema. Portanto, torna-se bastante dificultado ou até mesmo impossibilitado, que os alunos possam se dedicar à construção de sistemas de controle ao mesmo passo que o estudam, em função da carga-horária dedicada, principalmente. Assim, este trabalho busca a construção de uma solução modular (protótipo de veículo elétrico) para o ensino de controle de maneira aplicada, em engenharias, de forma a facilitar o entendimento e a visualização da teoria na prática, sem que o estudante precise desprender tempo em disciplinas correlatas como, com ferramentas de programação ou montagens de circuitos eletrônicos para o desenvolvimento prático da disciplina.

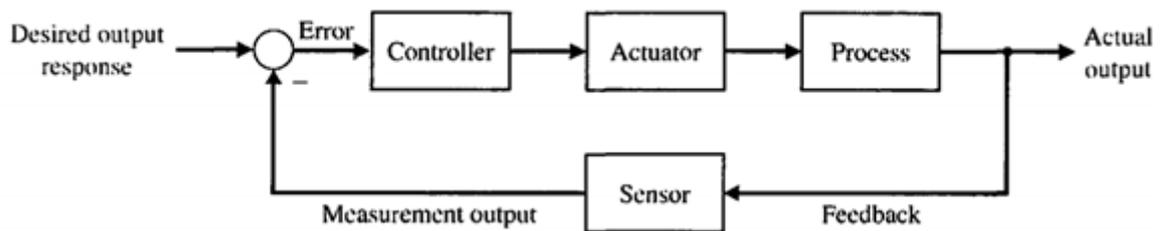
METODOLOGIA

Conforme Dorf e Bishop (2010), um sistema de controle é a interconexão de componentes que formam uma configuração que irá prover a resposta desejada do sistema. Um componente ou processo a ser controlado, pode ser representado por um bloco e, a relação entre entrada e saída

Evento: IX Seminário de Inovação e Tecnologia - BOLSISTAS DE GRADUAÇÃO UNIJUI

representa a relação causa e efeito do sistema. A Figura 1 apresenta o diagrama de blocos de um sistema de controle em malha fechada, muito utilizado no ensino de disciplinas de controle em diversos cursos de engenharia e que é utilizado neste trabalho.

Figura 1. Diagrama de blocos de um sistema de controle em malha fechada.



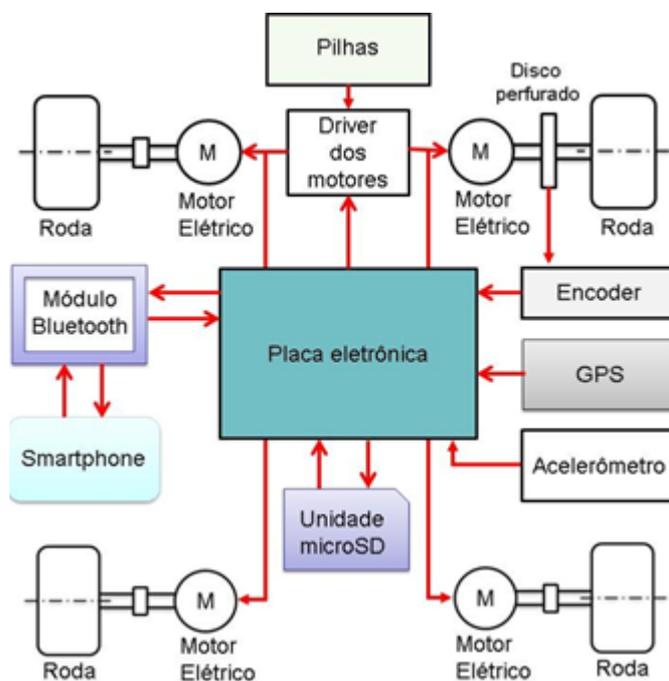
Fonte: (DORF; BISHOP, 2010).

Este trabalho é resultado do desenvolvimento da dissertação de Regner (2019), a qual apresenta a modelagem da dinâmica da roda de tração de um veículo com acionamento elétrico, o que está diretamente relacionado ao estudo de disciplinas de controle. A partir da modelagem matemática de um sistema, pode-se, de maneira relativamente fácil, dependendo da ordem do sistema, especificar um controlador do tipo proporcional-integrativo-derivativo (PID), amplamente utilizado em controle de processos. Utilizando-se dos conceitos de malha fechada e da modelagem matemática do sistema, buscou-se a construção de uma solução modular para o ensino de controle em engenharia.

O esquema de controle, atuadores, sensores e comunicação dessa solução modular é esquematizada através da Figura 2 (REGNER, 2019). Nela pode-se visualizar as diversas partes que compreendem o protótipo de ensino. Pode-se ressaltar, as partes sensores (acelerômetro e encoder), de controle (placa eletrônica), atuadores (motores e drivers) e de comunicação (bluetooth). Essas partes caracterizam os módulos do protótipo, os quais podem ser alterados ou removidos, a critério da aplicação proposta.

Figura 2. Diagrama esquemático do protótipo de veículo elétrico.

Evento: IX Seminário de Inovação e Tecnologia - BOLSISTAS DE GRADUAÇÃO UNIJUI



Fonte: (REGNER, 2019).

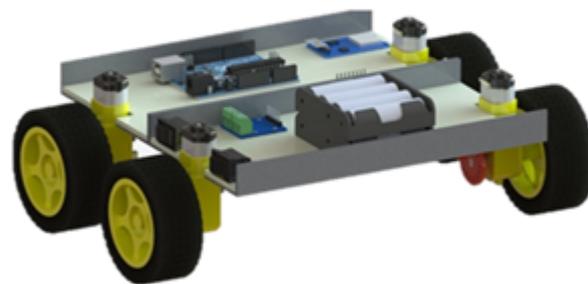
A modelagem matemática apresentada em Regner (2019) foi desenvolvida e trabalhada no grupo de pesquisa NIMASS, também. Portanto, este trabalho é, em partes, sequência da dissertação da ex-aluna de mestrado Rosângela Rommel Regner.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir dos conceitos de controle PID realizou-se a programação em Arduino e também em App Inventor (aplicativo para *smartphone*), as quais realizam a parte de comunicação *bluetooth*, variação PWM, leitura de sensores, dentre outras funções. Assim, dá-se ao aluno da disciplina de controle, um protótipo com toda a parte elétrica montada, placa Arduino programada e arquivo para instalação do aplicativo de acionamento e controle. Uma imagem do aplicativo e do projeto em CAD da solução modular é apresentada na Figura 3.

Figura 3. Aplicativo de acionamento e comunicação (A) e projeto em CAD (B) do protótipo.

Evento: IX Seminário de Inovação e Tecnologia - BOLSISTAS DE GRADUAÇÃO UNIUI



(B)

Fonte: próprio autor.

Portanto, o aluno, a partir da modelagem matemática do sistema pode determinar os ganhos do controlador (k_p , k_i e k_d) e, aprender na prática os desafios da implementação de um controle PID.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho teve por objetivo o desenvolvimento de um protótipo de veículo elétrico composto por diversas partes (módulos). Para o desenvolvimento de cada parte, fez-se necessário o estudo e utilização de diversas metodologias, desde programação, usinagem, até impressão 3D. Assim, aqui apresentou-se de forma resumida, o resultado da sequência de um projeto, que resultou em uma solução, composta por módulos de controle e acionamento a ser utilizado, especificamente no ensino de disciplinas de Controle em Engenharia Mecânica.

Através da modelagem matemática apresentada em Regner (2019) e, fazendo-se uso da metodologia de controle em malha fechada e do acionamento e configuração via *smartphone*, foi possível alcançar a principal característica deste trabalho, que é a praticidade na visualização e alteração do modo de controle PID, facilitando o ensino da disciplina de Controle em Engenharia pois, geralmente tem-se um estudo muito teórico e pouco aplicado. Este protótipo foi utilizado em uma turma de Engenharia Mecânica da UNIUI que estava cursando a disciplina de Controle com o professor Doutor Antonio Carlos Valdiero, a qual pôde evidenciar na prática os resultados das

Evento: IX Seminário de Inovação e Tecnologia - BOLSISTAS DE GRADUAÇÃO UNIJUI

ações de controle, determinação de ganhos do controlador e outros parâmetros relacionados, portanto, foi possível realizar a integração entre teoria e prática, o que no ensino de Engenharia é essencial para a formação de qualquer aluno.

PALAVRAS-CHAVE: Controle aplicado; Protótipo de veículo elétrico; Ensino de engenharia;

KEY-WORDS: Applied control; Electric vehicle prototype; Engineering education;

AGRADECIMENTOS

Os autores são agradecidos ao CNPq e à UNIJUI pelas bolsas de iniciação científica e desenvolvimento tecnológico, à UNIJUI e ao FINEP pelo apoio na complementação do Núcleo de Inovação em Máquinas Automáticas e Servo Sistemas (NIMASS), por meio da Chamada Pública MCTI/FINEP/CT-INFRA - PROINFRA - 02/2014 - Equipamentos Multiusuários, Ref.: 0141/16 (Protocolo Eletrônico: 124), com a aprovação de recursos para compra de equipamentos para construção de protótipos para pesquisas de mestrado e doutorado. Este trabalho teve o apoio financeiro por meio do projeto de título: "Pesquisa em Mecatrônica orientada aos Desafios da Sociedade" (Termo de Outorga no. 17/2551-0001014-0) no EDITAL FAPERGS 02/2017 - PqG (Programa Pesquisador Gaúcho).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

DORF, Richard; BISHOP, Robert. **Moder Control Sytems**. 12. ed. New York: Pearson Prentice Hall, 2010. 1111 p.

OGATA, Katsuhiko. **Engenharia de controle moderno**. 5. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2010. 822 p.

REGNER, Rosângela Rommer. **Modelagem Matemática da dinâmica da roda de tração de um veículo com acionamento elétrico**. 2019. 107 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Modelagem Matemático, Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Panambi, 2019. Disponível em: . Acesso em: 19 jun. 2019.