



CRICTE 2017

XXVIII Congresso Regional de Iniciação Científica e Tecnológica em Engenharia



PROJETO E CONSTRUÇÃO DO SISTEMA DE CONTROLE E DA INTERFACE HOMEM-MÁQUINA PARA O PROTÓTIPO DE UM MODELO REDUZIDO DE VEÍCULO ELÉTRICO

Matias A. Hubert

Bolsista CNPq e acadêmico do curso de Engenharia Elétrica da UNIJUI

matias.a.hubert@gmail.com

Carlos A. Valdiero

Bolsista CNPq e acadêmico do curso de Ciências da Computação da UNIJUI

carlos_valdiero@hotmail.com

Felipe O. Bueno

Bolsista CNPq e acadêmico do curso de Engenharia Mecânica da UNIJUI

felipe.ob127@yahoo.com

Giovani P.B. Dambroz

Bolsista CNPq e acadêmico do curso de Engenharia Mecânica da UNIJUI

giovaniibd@gmail.com

Antonio C. Valdiero

Professor/Pesquisador do curso de Mestrado e Doutorado em Modelagem Matemática

UNIJUI

valdiero@unijui.edu.br

Resumo. Apresenta-se neste artigo o desenvolvimento de um protótipo de controle e de uma interação homem máquina (IHM) desenvolvida na plataforma App Inventor para um modelo reduzido de veículo elétrico. Atualmente a mecatrônica e a robótica tem grande potencial de aplicações industriais e agrícolas, justificadas pela necessidade de aumento da produtividade, da melhoria da qualidade e da segurança d trabalho. O objetivo é desenvolver um módulo de controle e interface IHM para fins didáticos no ensino da modelagem matemática e do controle de velocidade de veículos, mas também para uso em testes experimentais de pesquisas de mestrado e doutorado. O protótipo possui uma placa de Arduino UNO para o controle de dois motores de tração DC, conexão bluetooth, GPS, acelerômetro e um módulo microSD para armazenamento dos dados experimentais. Além da programação própria da placa Arduino, utiliza-se a

linguagem estruturada do App Inventor. Pretende-se assim contribuir para uma aprendizagem ativa por meio de práticas de controle da dinâmica veicular e também para a divulgação de aplicações de mecatrônica.

Palavras-chave: Interação Homem-Máquina, Controle de veículo, Automação.

1. INTRODUÇÃO

Segundo Ribeiro [3], automação pode ser entendida como a operação de uma máquina ou sistema automaticamente, ou por controle remoto, com a mínima interferência do operador humano. Tem-se como vantagem a realização do trabalho pesado e repetitivo pela máquina, enquanto o homem realiza as tarefas intelectuais de planejamento e supervisão. A automação de processos torna-se cada vez mais presente no dia a dia do ser humano, podendo ser utilizada para

melhorar e agilizar tarefas que causem ou que possam causar danos à saúde humana. Segundo o DATASUS [1], em 2010, no Brasil, a taxa de mortalidade específica para acidentes de transportes terrestre estava em 23,0 óbitos por 100.000 habitantes. Assim, percebe-se que dentro de pouco tempo podemos adotar um sistema autônomo de direção veicular, para uma melhoria social e logística do trânsito.

Diante deste contexto, este trabalho tem como objetivo o projeto, a construção e a programação de módulos e sensores eletrônicos utilizados para o desenvolvimento do controle e da interface home máquina (IHM) de um protótipo de veículo elétrico autônomo em escala reduzida.

Para melhor entendimento das necessidades do módulo de controle e IHM, na seção seguinte descreve-se o conceito do veículo elétrico, as forças envolvidas e o modelo matemático da dinâmica da velocidade.

2. DESCRIÇÃO CONCEITUAL DO VEÍCULO ELÉTRICO E DAS NECESSIDADES DE CONTROLE

O veículo elétrico estudado é baseado no conceito de dois eixos e quatro rodas com tração nas rodas do eixo traseiro. Um desenho esquemático do veículo elétrico com a representação das forças atuantes na forma de um Diagrama de Corpo Livre (DCL) é mostrado na Fig. 1.

A força responsável pela produção do movimento é a força de tração F_T nas rodas traseiras, cujo valor máximo é limitado pela máxima força de atrito estático entre a superfície de contato do solo e das rodas. Esta força de atrito de contato é proporcional à força normal N_2 e o coeficiente de atrito roda-solo.

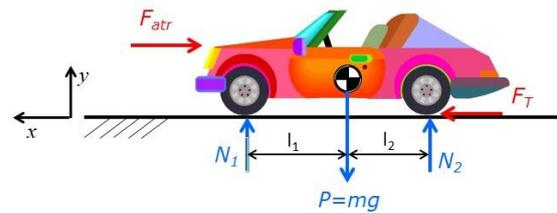


Figura 1. Diagrama de Corpo Livre (DCL) de um veículo de quatro rodas e tração traseira.

A resultante das forças na direção x produz uma aceleração responsável pelo crescimento da velocidade v do veículo. Entretanto, o aumento da velocidade ocasiona um aumento da força de atrito viscoso F_{atr} entre a carenagem do veículo e o ar. Aplicando-se a lei de Newton do equilíbrio dinâmico, obtém-se:

$$\dot{v} + \frac{c_d}{m} v = \frac{1}{m} F_T \quad (1)$$

onde m é a massa do veículo e c_d é o coeficiente de atrito viscoso que depende das características de escoamento do ar em torno da carenagem do veículo.

Para realização de testes experimentais de determinação de parâmetros e de validação do modelo matemático da dinâmica da velocidade descrita pela equação diferencial ordinária não linear da Eq. (1), necessita-se de um módulo de controle e uma IHM que permita ligar/desligar os motores elétricos de acionamento das rodas traseiras, determinar os valores da velocidade e dos instantes de tempo correspondentes, armazenar os dados coletados e permitir a comunicação sem fio. Além destas necessidades básicas, pode-se agregar diversas funções para facilitar a operação remota do veículo.

Inicialmente preve-se o movimento retilíneo do veículo num plano horizontal e deseja-se capturar os dados de velocidade no trecho de regime transiente (aceleração) e de regime permanente em velocidade de cruzeiro.

3. RESULTADOS

Como resultados tem-se o projeto do módulo de controle e IHM, cujo desenho esquemático é mostrado na Fig. 2 e descrito a seguir.

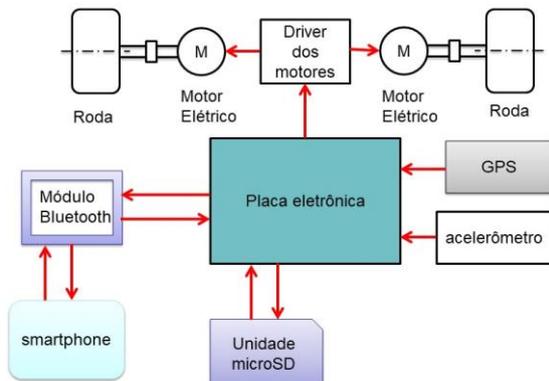


Figura 2. Desenho esquemático do módulo de controle e IHM do veículo elétrico.

Para a IHM faz uso de uma interface de usuário gráfica (GUI), Liu [4], para que o operador tenha visualmente na tela de seu smartphone Android as opções de controle de movimento do protótipo, controle de velocidade, visualização de dados GPS, e opção para realização do datalogger no microSD.

Na Figura 3 pode-se visualizar a tela do aplicativo com as funcionalidades citadas acima. Este aplicativo foi criado através da plataforma App Inventor, desenvolvido através de uma lógica de blocos, podendo ser então instalado em smartphones Android através da leitura de um código de resposta rápida (QR code).

Através do recebimento de um protocolo de informações vindas via bluetooth do App, o Arduino controla o protótipo, bem como o feedback de latitude e longitude, obtidos através do módulo GPS, para o App da Fig. 3.



Figura 3. Tela do aplicativo de controle desenvolvido para o protótipo de veículo elétrico autônomo.

Já é possível selecionar a velocidade mínima ou máxima, ajustada no código do Arduino UNO através das saídas digitais de largura de pulso modulado (PWM), podendo variarem em uma escala entre 0-255 alterando o ciclo de trabalho de rotação dos motores DC. As opções de movimento ainda são limitadas, para frente, para trás ou parar, a fim de facilitar a implementação do controlador proporcional integral derivativo (PID) de velocidade ao protótipo.

O datalogger do protótipo consiste em salvar o máximo de dados recebidos pelo GPS e também do acelerômetro. Os resultados do datalogger realizados com o GPS são importantes no estudo dos efeitos do ambiente na comunicação com o protótipo, fator imprescindível para a automação do carro elétrico. Isso se deve ao fato de uma onda eletromagnética em condutores sofrerem atenuação na amplitude por um fator exponencial em função da frequência, permissividade e condutividade do material e da espessura do material conforme descrito em Sadiku [2]. Sabendo da existência deste efeito, a automação do protótipo deverá ser realizada em locais de pouca interferência eletromagnética para que não seja perdido a comunicação com o carro.

Porém, caso ocorra a perda de sinal, será realizada a programação similar à ideia de return to home, ou seja, caso cesse o sinal GPS, o protótipo deverá retornar à um ponto de comunicação anterior.

A fotografia da Fig. 4 ilustra a construção do protótipo do módulo de controle do veículo elétrico.

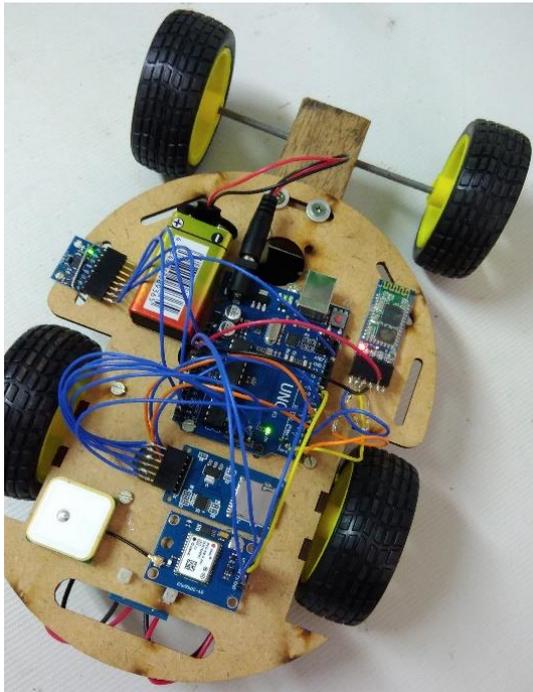


Figura 4. Fotografia da construção do protótipo do módulo de controle do veículo elétrico autônomo.

Agradecimentos

Os autores são agradecidos à FAPERGS, CNPq e UNIJUÍ pelas bolsas de iniciação científica e desenvolvimento tecnológico, 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 liberação de recursos para compra de equipamentos para construção de protótipos para pesquisas de mestrado e doutorado.

4. REFERÊNCIAS

- [1] DATASUS, Indicadores de mortalidade: Taxa de mortalidade específica por causas externas. Disponível em: <<http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/tabcgi.exe?idb2011/c09.def>>. Acesso em: 04 set. 2017.
- [2] M, Sadiku, Elements of Electromagnetics. 3 ed. Oxford: Oxford University Press, 2005. pp 425-428.
- [3] M.A. Ribeiro, Automação Industrial. 4. ed. Salvador BA: Tek Treinamento & Consultoria Ltda, 2001. pp. 1.
- [4] W. Liu, “Natural user interface-next mainstream product user interface”, in IEEE 11th International Conference on Computer-Aided Industrial Design & Conceptual Design (CAIDCD), Vol. 1, IEEE, 2010. 3 p. Acesso em: 12, out. 2017. Disponível em: <<http://ieeexplore.ieee.org/document/5681374/>>.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

No desenvolvimento do módulo de controle e IHM do protótipo de veículo elétrico autônomo já foram obtidos importantes resultados, dentre os quais pode-se citar o controle dos motores DC; o desenvolvimento de um App em interface GUI; a comunicação App/Arduino e Arduino/App; o Datalogger da velocidade para o controle PID; e o Datalogger do GPS. Como perspectivas futuras, tem-se a implementação do controle PID, o planejamento de trajetória e a elaboração de módulos opcionais tais como a captura de imagens e a montagem de um braço robótico para coleta de amostras.