



VEÍCULO MOTORIZADO COM BASE EM MÓDULO AUTO EQUILIBRANTE:

Protótipo de cadeira de rodas elétrica microcontrolada via Arduino partindo do princípio do pêndulo invertido.

Autores : Matheus Souza de LACERDA, Luan Cizeski de LORENZI, Luis Henrique PILLONETTO, Illyushin Zaak SARAIVA, Antonio Ribas NETO

Introdução

A mobilidade urbana é um tema pertinente e crítico em nossa sociedade moderna. A necessidade de locomoção dos cidadãos depende de como a cidade é organizada e de como é vinculada com as atividades que se desenvolvem neste espaço urbano (DUARTE, 2007).

O aumento exponencial da população, e conseqüentemente, dos modais de transporte, beneficia a maior parte da sociedade, porém há pequenos nichos da população que não têm como se beneficiar de tal mudança. Somente no estado de Santa Catarina há 125.893 pessoas com algum tipo de deficiência motora grave, sendo que a população do estado é de 6.248.436 (IBGE, 2010), ou seja, cerca de 2,014% da população sofre com algum tipo de impedimento no que tange ao assunto de mobilidade.

Em Luzerna-SC, cerca de 3,48% da população, ou aproximadamente 195 pessoas, têm alguma deficiência motora grave (IBGE, 2010), e é exatamente nesse nicho da população que estão presentes os cadeirantes, já que necessitam se locomover com o auxílio de cadeiras de rodas, aparato que durante a maior parte da história foi movimentado através da força muscular do usuário.

Por isto, há situações em que o deslocamento não consegue ser realizado sem alguma outra pessoa que possa empurrar a cadeira disponível, inviabilizando a autonomia da Pessoa com Deficiência – PCD.

Nestes casos, é possível encontrar no mercado cadeiras de rodas com acionamento elétrico, que promove o deslocamento do cadeirante através somente de um console que é controlado manualmente pelo usuário, mas por conta do seu custo elevado, acaba por inviabilizar a compra e a eventual locomoção das pessoas que não têm condições de adquirir tal veículo e que possuem grande dificuldade de movimentação.

Mas ainda nesse caso, existem situações em que o usuário não pode nem mesmo controlar um console como no caso de certos cadeirantes tetraplégicos, ou ainda no caso dos portadores de paralisia cerebral, dentre outros.

Objetiva-se através desse projeto a construção de um protótipo de cadeira de rodas controlada pelo sistema de pêndulo invertido, facilmente conduzida mesmo por pessoas que não podem usar as mãos, visando futuramente alcançar um maior número de pessoas que necessitam deste tipo de transporte na região de abrangência do Instituto Federal Catarinense - Campus Luzerna, e de locais que futuramente possam fabricar e comercializar o produto com o custo substancialmente mais baixo se comparado com o das cadeiras de rodas atualmente comercializadas.

O fato de que comparada à média estadual, a região apresenta um número maior de pessoas com deficiência física grave, é um fator que impulsiona não apenas este projeto, mas também outras ações que englobem políticas de mobilidade e que possam ajudar a incluir todas as pessoas à rotina cotidiana de cada um com total autonomia, para que possam estar imersos numa sociedade mais acolhedora e inclusiva, livrando-as de formas de preconceito e



em algumas situações, até mesmo de uma auto-exclusão social, fator que interfere muito na vida de pessoas que já tem diversas dificuldades sociais..

Material e Métodos

Este projeto é desenvolvido no âmbito Instituto Federal Catarinense – Campus Luzerna, sendo que a etapas são realizadas nos Laboratórios de Eletrônica e de Mecânica da Instituição, sendo divididas em três partes distintas.

A primeira parte, teórica, consiste no estudo sobre a literatura especializada e também numa consulta junto a cadeirantes da região, para determinar quais fatores influenciariam na compra de uma nova cadeira de rodas; análise de mercado ao comparar os diferentes tipos de cadeiras elétricas existentes e suas características; e captação de recursos junto a empresas da região, ou de órgãos fomentadores de pesquisa.

A segunda parte, a do desenvolvimento prático realizado no laboratório, é o desenvolvimento da programação na plataforma Arduino; que envolve posteriormente a compra dos materiais com o melhor custo-benefício; montagem das placas, uma para o circuito de controle, e outra para o circuito de potência; desenvolvimento do assento especial, para que possa receber o acoplamento do módulo auto-equilibrante; montagem de um eixo que conecte os motores elétricos às rodas da cadeira; e acoplamento das partes elétricas às partes mecânicas, e a montagem do protótipo final.

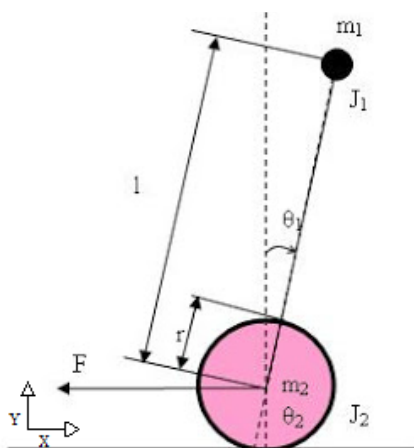
E ao final, na terceira parte, serão feitos os testes físicos, para determinar-se qual motor oferece melhor relação de torque; analisar a equivalência das curvas de resposta dos ensaios experimentais dos motores com as curvas teóricas; e teste com voluntários que possuam algum tipo de disfunção motora para averiguar a sua reação perante o funcionamento do protótipo.

Resultados e discussão

Dentre os principais resultados parciais encontrados até o momento, estão o estabelecimento das diretrizes teórico-metodológicas do projeto, baseado principalmente no acionamento da cadeira a partir da aplicação da teoria sobre controle de sistemas, ao desenvolver-se um módulo auto equilibrante, mais precisamente sobre o princípio físico do pêndulo invertido.

O princípio do pêndulo invertido consiste basicamente em manter um ponto em situação de repouso mesmo quando a base sobre a qual o ponto está ancorado receba a atuação de forças externas, conforme perceptível na Figura 1 a seguir, onde o ponto é chamado de m1.

Figura 1 – Representação gráfica de pêndulo invertido



Fonte: Adaptado de NXT TWO WHEELS (2011)

Deve-se manter o somatório das forças no eixo x igual a zero. Então, ao passo que m_1 tenha alguma variação em seu eixo normal y, gerando uma força no eixo x devido a aceleração da gravidade no movimento de queda, deve-se mover a base do pêndulo para que haja a promoção de uma força de mesmo módulo ou maior, mas com o sentido contrário, para que o ponto m_1 volte a sua posição original de repouso.

De acordo com a variação entre o eixo y do pêndulo e a posição cartesiana do ponto m_1 , é gerado um ângulo θ_1 , conforme Figura 1, o que determinará a proporcionalidade entre as forças em m_1 e a base do pêndulo. Essa variação angular é o que resultará nas ações provenientes do módulo auto equilibrante.

A captação do movimento advém de um assento especial que analisará a variação do ângulo nos eixos x e y, através de acelerômetros localizados embaixo da estrutura do assento.

Na fase final do projeto, a cadeira adquirida para montagem do protótipo pretende incorporar todos os avanços recentes no que diz respeito ao preço, à praticidade, e às possibilidade de serem instalados sistemas de automação.

A Figura 2 a seguir, reproduzida de Vidal Filho (2010) apresenta 3 modelos de cadeira de rodas motorizadas disponíveis no mercado brasileiro, a primeira a cadeira com estrutura voltada para motorização (fig.1a), a segunda a cadeira tipo scooter (fig.1b) e finalmente a cadeira motorizada com a estrutura de cadeiras manuais (fig.1c).

Figura 2 – Modelos de Cadeiras de Roda Motorizadas disponíveis no Brasil



Fonte: Reproduzido de VIDAL FILHO et al (2010)



Dentre as cadeiras mostradas na Figura 2, aquela utilizada no presente projeto é a cadeira 2, modelo “c”.

No que diz respeito ao funcionamento do sistema autômato, a proposta é que a variação do sinal seja recebida pelo microcontrolador, que processa esses dados analógicos e os converte em bits de sinal digital, passíveis de melhor compreensão pelo sistema de gerenciamento.

O controle da velocidade é feito através deste sinal processado, sendo proporcional a variação dos eixos, mas com um limite de velocidade previamente estabelecido em programação. O eixo x é o responsável pela variação da velocidade, enquanto o eixo y controla o sentido de rotação, o que definirá a direção que o veículo tomará, de acordo com a vontade do usuário.

O microcontrolador utilizado é o Atmega328, componente integrante da plataforma Arduino, que é uma placa de desenvolvimento com projeto de hardware aberto (*open source*) (MONK, 2014), e que disponibiliza bibliotecas prontas para o uso de periféricos, tais quais como motores, relés, sensores, etc., o que facilita o processamento dos sinais advindos dos acelerômetros, que são indexados ao interface de programação do microcontrolador, que é feito em software próprio, IDE.

Ao final do escopo deste trabalho o alcance pretendido é o de maior número possível de pessoas com algum tipo de dificuldade em locomover-se, devido a deficiência motora grave, na região de abrangência do Instituto Federal Catarinense – Campus Luzerna.

A escolha dos candidatos para uso do protótipo com o módulo auto equilibrante, viabilizando estudo estatístico sobre a utilização do veículo, tanto na parte tecnológica – abordando situações como duração da bateria ou sobre o pleno funcionamento do módulo auto equilibrante – quanto na questão social, para analisar como o uso do veículo alterou as relações sociais do usuário, atende a critérios socioeconômicos, avaliados em conjunto com a Assistente Social do campus.

Conclusão

Este trabalho, teve como objetivo principal apresentar um projeto para construção de um protótipo de cadeira de rodas controlada pelo sistema de pêndulo invertido, facilmente conduzida mesmo para pessoas que não podem usar as mãos.

No que diz respeito ao objetivo principal do artigo, crê-se que o mesmo foi cumprido, já que o projeto foi apresentado com bom nível de detalhamento.

Acerca do projeto em si, os resultados são parciais, e indicam elevado grau de assertividade, tendo sido já estruturados a metodologia, os referenciais e o modelo de cadeira a ser montada, bem como o microcontrolador a ser usada.

E sobre o sistema físico de pêndulo invertido, base tecnológica da cadeira aqui exposta, considera-se relevante destacar que os princípios físicos que são utilizados no pêndulo invertido, são os mesmos presentes na cadeira de rodas e também o mesmo tipo de controlador a ser usado na interface de programação.

Referências

DUARTE, Fábio; LIBARDI, Rafaela; SÁNCHEZ, Karina. **Introdução à Mobilidade Urbana**. Curitiba: Juruá, 2007. 108 p. Disponível em: <<https://books.google.com.br/books?>



SECITEC 2016
SEMANA DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA

De 14 a 17
de Setembro



id=om8gOA1A_4IC&printsec=frontcover&hl=pt-

BR&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false>. Acesso em: 23 jun. 2016.

IBGE. **Censo Demográfico 2010 – Características Gerais da População, Religião, e Pessoas com Deficiência**. Resultados da Amostra. IBGE, 2011. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/caracteristicas_religio_deficiencia/default_caracteristicas_religio_deficiencia.shtm> Acesso em 23. jun. 2016.

IBGE. **Cidades**. Disponível em: <www.cidades.ibge.gov.br/xtras/home.php> Acesso em 19 jun 2016.

IBGE. **Estados**. Disponível em: < <http://www.ibge.gov.br/estadosat/>> Acesso em 19 jun 2016.

MONK, Simon; **30 Projetos com Arduino**; tradução: Anatólio Laschuk. – 2. ed. – Porto Alegre: Bookman, 2014. 214p.

NXT TWO WHEELS. **NXT Two Wheels Balancing Robot Tricks and Keys**. 04/01/2011. Disponível em: <<http://nxttwoheels.blogspot.com.br/2011/01/nxt-two-wheels.html> > Acesso em 20 jun 2016.

VIDAL FILHO, Walter de; ÁVILA, Rafael; QUINTEROS, Carlos H. Llanos; VAN ELS, Rudi; QUEIROGA, Guilherme. **Desenvolvimento de Kit Para Automação de Cadeira de Rodas Convencional**. In: VI Congresso Nacional de Engenharia Mecânica, 18 a 21 de Agosto 2010. **Anais...** Campina Grande –Paraíba