

MODULARIZAÇÃO DE SISTEMA MOTORIZADO PARA CADEIRA DE RODAS MANUAL

EDUARDO S. HOJI¹, ELIU P. MORAES²

¹ Professor EBT. IFSP, Câmpus Birigui, shigueo@ifsp.edu.br.

² Graduando em Tecnologia em Mecatrônica Industrial, Bolsista PIBIFSP, IFSP, Câmpus Birigui, eliuamoraes@gmail.com.

Área de conhecimento (Tabela CNPq): 9.16.00.00-6 Engenharia Mecatrônica

Apresentado no 10º Congresso de Inovação, Ciência e Tecnologia do IFSP
27 e 28 de novembro de 2019- Sorocaba-SP, Brasil

RESUMO: Neste trabalho foram dimensionados os elementos necessários para modularização do sistema de movimentação de uma cadeira de rodas convencional. Como cadeiras de rodas são construídas de acordo com uma regularização internacional, os modelos devem seguir as dimensões especificadas na ISO 7176 e possuir capacidade de trafegar em áreas construídas de acordo com a NBR 9050. Por esse motivo, módulos podem ser desenvolvidos a fim de se encaixar em cadeiras de diferentes fabricantes, já que existem restrições dimensionais. Foram dimensionados a estrutura do módulo, os sistemas de transmissão e torque e de esterçamento e a lógica de controle e programação. Não foi possível realizar a construção do protótipo porque os dispositivos/materiais necessários não puderam ser adquiridos.

PALAVRAS-CHAVE: cadeiras de rodas, acessibilidade, modularização.

MOTOR SYSTEM MODULARIZATION FOR MANUAL WHEELCHAIRS

ABSTRACT: In this work, the necessary elements for the modularization of the conventional wheelchair handling system were dimensioned. As wheelchairs are built to an international standard, models must follow the dimensions specified in ISO 7176 and have the ability to travel in areas constructed in accordance with NBR 9050. For this reason, modules can be developed to meet fit into chairs from different manufacturers as there are dimensional constraints. The structure of the module, the transmission and torque and steering systems and the control and programming logic were dimensioned. It was not possible to build the prototype because the necessary devices / materials could not be purchased.

KEYWORDS: wheelchairs, accessibility, modularization.

INTRODUÇÃO

De acordo com (KUSIAK e HUANG, 1996) produtos modulares são aqueles que podem se complementar, adicionando uma funcionalidade, através da combinação de blocos. Atualmente, existem poucas soluções modulares para cadeiras de rodas, porém as que existem são equipamentos de alto custo. A vantagem de efetuar a utilização de um sistema modular recai primeiramente sobre as etapas de desenvolvimento. Engenheiros podem projetar melhorias para o produto sem a necessidade de conhecer todo o sistema, ou seja, acelera o desenvolvimento do produto. Além disso os usuários podem comprar módulos com diferentes características de potência, tração e controle, adaptados ao seu perfil pessoal, pois tendo-se padronizado um sistema de desenvolvimento de kits modulares, diferentes empreendedores podem implantar soluções próprias.

Neste trabalho foi dimensionado um kit modular para motorização de cadeiras de rodas manuais. Foram dimensionados os sistemas de transmissão e torque e de esterçamento e a lógica de controle e programação, restando a construção do protótipo, que não foi realizada por não ter sido possível adquirir os componentes/materiais necessários. Este trabalho dá continuação ao trabalho

realizado em (FARIAS e MORAES, 2018), no qual foi realizada a motorização de uma cadeira de rodas convencional e utilizado um sistema fotovoltaico para complementar sua alimentação.

Deve-se ressaltar que, para que seja aplicada a modularização é necessário estabelecer critérios em comum no condizente ao módulo, para que mais tarde a peça encaixe com precisão. Com relação às cadeiras de rodas, os modelos devem seguir as dimensões especificadas na ISO 7176 (ABNT, 2016) e possuir capacidade de trafegar em áreas construídas de acordo com a NBR 9050 (ABNT, 2015).

MATERIAL E MÉTODOS

O módulo foi dimensionado para um sistema que possui massa de 140 kg, considerando cadeira e cadeirante com 60 kg e 80 kg, respectivamente. O peso da cadeira foi estimado com base no modelo de cadeira de rodas disponível e nos valores aproximados das massas dos equipamentos necessários para a construção do módulo. O módulo de tração e controle será desenvolvido de acordo com modelo virtual mostrado na Figura 1.

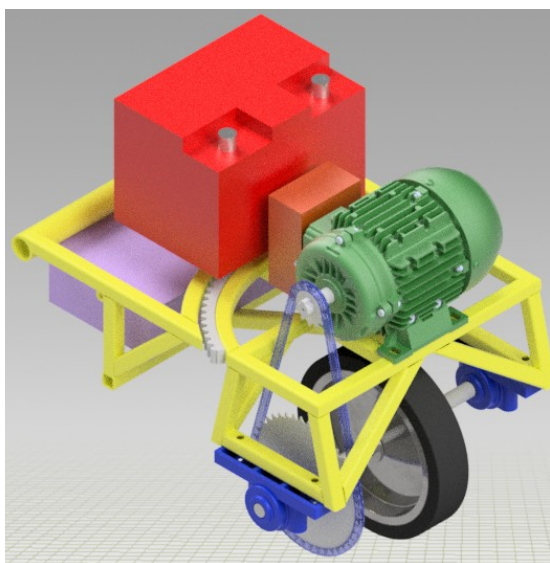


FIGURA 1. Módulo de tração e controle acoplado a uma cadeira de rodas manual.

A estrutura é a componente principal do sistema e o formato da mesma foi decidido com antecedência. Porém, alguns ajustes se fizeram necessários durante a modelagem do módulo e, por este motivo, foi dimensionada ao fim dos demais sistemas que compõem a cadeira ainda que na fase de construção seja a primeira a ser montada, a fim de suportar os demais elementos.

Através do sistema de transmissão o torque gerado no eixo do motor é enviado para a quinta roda, que por sua vez irá girar no sentido apontado pelo usuário gerando movimento. Esse sistema é composto de um motor, pinhão, coroa, eixo de tração, rolamentos do eixo de tração e um mancal, além da estrutura necessária para fixar todos os componentes mencionados. O motor é responsável por acionar o sistema de tração através da solicitação do usuário.

O sistema de direção é responsável por permitir que o veículo realize manobras em torno de um raio indicado. A quinta roda deverá realizar o movimento de esterção a partir do comando executado pelo usuário. O sistema consiste de uma cremalheira em uma base circular, que recebe as forças de esterção por um pinhão conectado a um motor que estará fixo à estrutura frontal do módulo. A fim de facilitar o movimento de esterção será utilizado um rolamento cônico no pivô central.

Para o sistema de controle e comando do motor será utilizado um Joystick de 2 eixos. O primeiro eixo fará o controle de aceleração e desaceleração. O segundo eixo, por sua vez, efetuará o comando do sistema direcional através de uma relação proporcional de um potenciômetro com o ângulo de Ackerman (GILLESPIE, 1992). Dessa maneira, através da movimentação do Joystick a roda traseira realizará o movimento de esterção e tração, possibilitando assim a manobra da cadeira.

O sistema de suspensão por sua vez é necessário para manter a quinta roda em contato constante com o solo em terrenos irregulares. Ele é composto basicamente por duas molas instaladas em ambos

os lados da cadeira entre uma base de ferro que deverá sair do eixo primário do módulo na posição frontal e a estrutura, possibilitando movimento do módulo em direção ao solo.

Foi realizada a modelagem do protótipo utilizando o sistema Autodesk Inventor. Foram realizadas simulações dos movimentos da cadeira e das cargas às quais a estrutura estaria sujeita para definição do material a serem utilizados. O circuito de comando foi baseado em Arduino.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em (FARIAS e MORAES, 2017) a necessidade de 15,72 Nm de torque para gerar movimento em terreno inclinado e plano. De acordo com o manual o motor escolhido para o projeto possui 4 polos, 1720 rpm, 4,7 Nm de torque na partida e 2,06 Nm de torque nominal. A fim de transmitir o torque adequado para a roda é necessário utilizar um sistema de transmissão que realize a transformação do torque gerado no motor para o torque necessário recebido na quinta roda.

Para garantir um torque igual ou maior a 15,72 Nm na roda foi desenvolvido um sistema de transmissão duplo (com três eixos). O torque gerado pelo eixo motor deve ser transmitido a um segundo eixo através de um pinhão, uma coroa e uma corrente de elos, que por sua vez transmite o torque através de um segundo pinhão e corrente de elos a outra coroa ligada no terceiro eixo. O terceiro eixo por sua vez transmite o torque recebido na coroa à roda, pois ambos elementos são paralelos e conectados. Devido ao atrito entre a roda e o solo surge uma força torque (FT) que move a cadeira no sentido apontado pelo usuário. A Figura 2 ilustra o relacionamento entre os elementos de transmissão citados.

De acordo com a NBR ISO 7176-6 (ABNT, 2016), a velocidade máxima permitida para cadeiras de rodas é de 15 km/h (4,167 m/s), implicando em uma distância máxima de 250,02 metros percorrida a cada minuto. Sob essas considerações, o pinhão precisa rotacionar 3,39 vezes para que a coroa realize uma volta completa e as correntes ANSI 40 e ANSI 41 do tipo B podem ser utilizadas.

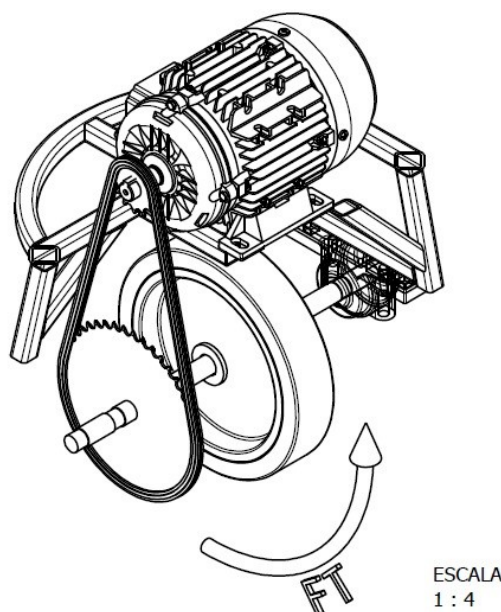


FIGURA 2 – Sistema de transmissão.

É necessário considerar que para iniciar o dimensionamento do sistema deve-se respeitar a necessidade de efetuar manobras em torno de um raio de 450 mm em um corredor de 900 mm, conforme item d da NBR 9050. Sendo a cadeira capaz de efetuar manobras em torno de um raio de 450 mm a mesma será capaz de efetuar manobras em torno de raios maiores através da redução do ângulo. Desta maneira pode-se concluir que o ângulo de Ackerman para manobras em torno de um raio de 450 mm deve ser de 44,74°. Na Figura 3, a faixa azul representa o traçado que a cadeira irá realizar ao efetuar uma manobra de 90° em um corredor com 90 cm de largura. A simulação foi feita para o caso de curvas em 90o, pois representa o menor espaço que a cadeira deve ser capaz de realizar manobras.

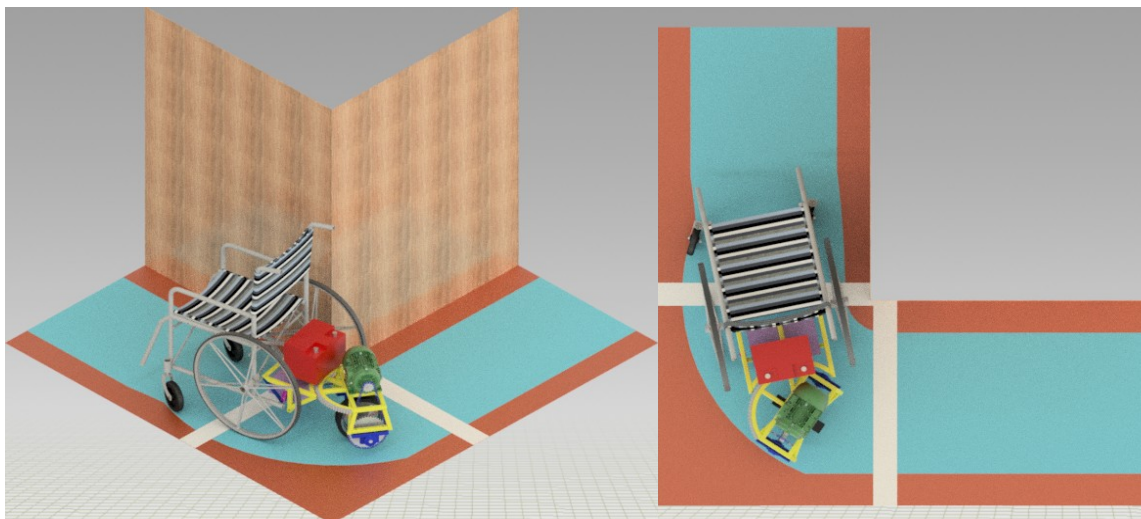


FIGURA 3 - Giro em raio de 450 mm (vista isométrica e superior)

O sistema do controle direcional foi elaborado com a intenção de receber as forças de transmissão através de engrenagens cilíndricas de dentes retos que serão instaladas a um raio de 212,98 mm do pivô central propiciando um ângulo de 100° de liberdade. A estrutura foi separada em duas partes, a frontal é fixa e servirá, entre outras funções, como base do motor responsável por acionar a transmissão de direção. A parte traseira, por sua vez, será acionada através de um pinhão de esterção conectado a uma cremalheira. O torque necessário no pivô central foi determinado em 0,085 Nm. Assim sendo faz-se necessário a obtenção de um motor com torque mínimo de 0,000522 Nm para acionar o pinhão de esterção.

O eixo de conexão modular contém os mecanismos necessários para encaixar o módulo na cadeira de rodas. Cada extensão termina em uma base de adaptação com geometria poligonal a fim de poder acoplar em tubos de diferentes diâmetros, facilitando assim a adaptação em cadeiras de vários fabricantes. A geometria poligonal possui uma face reta a fim de impedir que o eixo realize movimento rotacional e pode ser fixada através de braçadeiras às colunas. O eixo por sua vez deverá passar por dentro de um tubo que se conecta à estrutura principal dando suporte a todo o sistema. A Figura 4 ilustra a base de adaptação em vermelho, a extensão esquerda do eixo em verde e o tubo da estrutura modular.

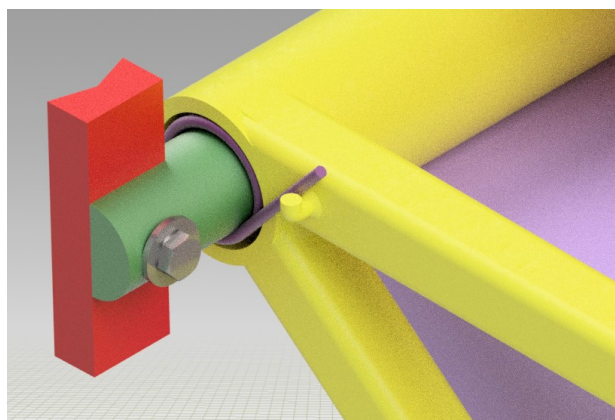


FIGURA 4 - Sistema de conexão modular.

Na Figura 5 é mostrado o circuito eletrônico de controle proposto. O eixo Y e eixo X são os sinais do controle e, na simulação, estão representados como potenciômetros. O potenciômetro do pivô central envia o sinal avisando em quantos graus esta esterçado o módulo, assim o sistema sabe quando bloquear o motor (pra ele não girar sem parar até acabar os 50° possíveis).

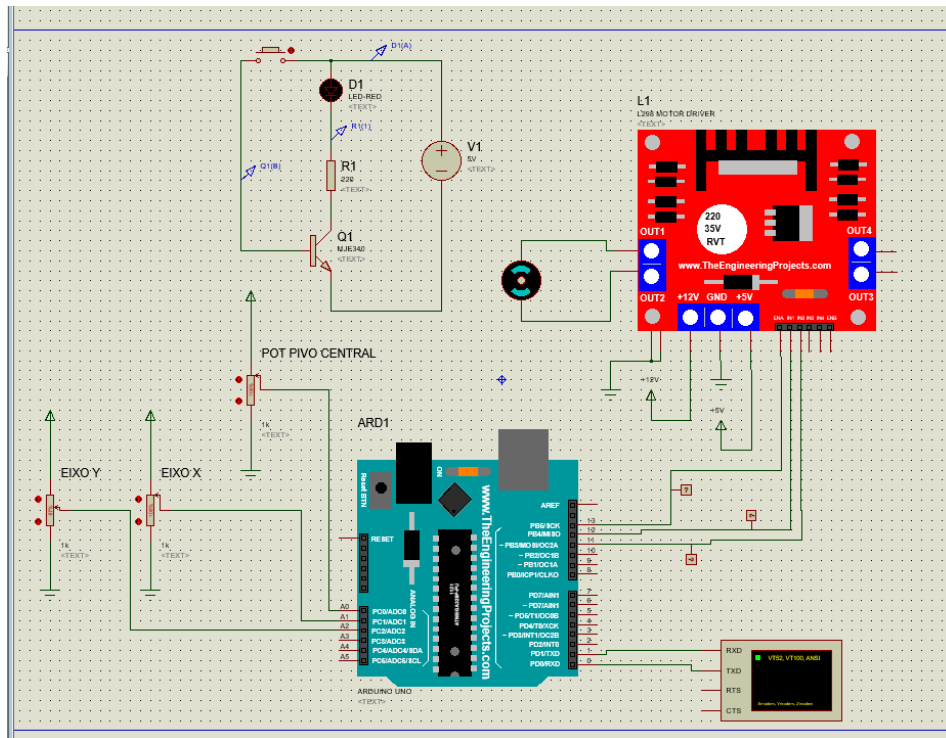


FIGURA 5 – Circuito eletrônico para controle do movimento da cadeira

CONCLUSÕES

O trabalho desenvolvido dimensionou todos os elementos mecânicos necessários para construção do módulo de motorização da cadeira de rodas. Porém, não foi possível realizar a construção do protótipo, uma vez que não se obteve os recursos necessários para aquisição de todos os dispositivos/materiais necessários. Pretende-se, em um próximo projeto, realizar essa construção, a fim de avaliar na prática o desempenho da proposta, uma vez que só foram realizadas análises por simulação.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à PRP-IFSP pela bolsa PIBIFSP e à Assolar Acessórios Solares por ter fornecido parte dos equipamentos necessários para realização do projeto.

REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 9050: Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços. Brasília, p. 162. 2015.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR ISO 7176: Cadeira de rodas. Brasília. 2016.
- FARIAS, D. V. R.; MORAES, E. P. Cadeira de Rodas Elétrica Alimentada com Energia Solar. Birigui: [s.n.], 2018.
- GILLESPIE, T. D. Fundamentals of Vehicle Dynamics. ilustrada. ed. [S.l.]: Society of Automotive Engineers, 1992. 495 p.
- KUSIAK, A.; HUANG, C.-C. Development of Modular Products. IEEE Transactions On Components, Packaging, And Manufacturing Technology, 4 Dezembro 1996. 16.