

Instrumentação do aro de propulsão em uma cadeira de rodas com propulsão assistida

Gabriel Fernandes¹, Marko Ackermann²

^{1,2} Engenharia Mecânica, FEI

gab.fernandes96@gmail.com, mackermann@fei.edu.br

Resumo: Cadeiras de rodas com propulsão assistida, também conhecidas como cadeiras de rodas híbridas, são caracterizadas pela propulsão manual assistida por um motor que substitui apenas parcialmente a propulsão humana. As estratégias de controle desta assistência frequentemente dependem da medição da força tangencial aplicada pelo usuário no aro de propulsão. Este trabalho propõe o estudo e análise da força tangencial aplicada ao aro de propulsão em uma cadeira de rodas deste tipo. Para que a força tangencial possa ser medida, um protótipo de uma cadeira de rodas híbrida será instrumentado com extensômetros (strain gages) colados a um dispositivo projetado para que a estrutura se torne isostática, o que simplifica a leitura de deformação no aro de propulsão.

1. Introdução

O uso prolongado de cadeiras de rodas manuais pode ocasionar dores e lesões nos membros superiores, devido aos grandes esforços requeridos ao se impulsionar a cadeira em situações adversas como aclives e terrenos acidentados e ao caráter repetitivo da atividade de propulsão [1]. Cadeiras de rodas com propulsão assistida são uma boa alternativa, pois a assistência do motor complementa a propulsão humana, evitando que o esforço seja excessivo. Assim, a locomoção se torna menos exigente, tanto em percursos em linha reta, como em situações que requerem maior esforço tais como, tapetes, gramados, percursos acidentados e em aclive [2]. Visto isso, o cadeirante tem maior mobilidade e maior independência em seus percursos sem se tornar sedentário ou sofrer com lesões nos membros superiores.

A determinação da melhor estratégia de controle da assistência destas cadeiras de rodas é foco de pesquisa do Núcleo de Tecnologia Assistiva da FEI. Frequentemente, estas estratégias requerem a medição da força tangencial aplicada pelo usuário no aro de propulsão. Neste contexto, o estudo em questão tem como principal objetivo instrumentar o aro de propulsão de um protótipo de cadeira de rodas com propulsão assistida por meio de extensômetros, para colheita de dados das forças tangenciais aplicadas ao aro de propulsão, pois essa força é a que realiza trabalho durante a propulsão da cadeira e é suficiente para indicar a magnitude do esforço realizada pelo usuário.

2. Metodologia

A maneira mais utilizada para medir a força tangencial em aros de propulsão é a extensometria [3]. Deformações que ocorrem em um corpo podem ser lidas

por strain gages (extensômetros), elementos cuja resistência elétrica varia com a sua dimensão. Ao se aplicar uma força em um corpo, o comprimento dos extensômetros varia com proporcional variação de sua resistência, a qual pode ser medida por meio de uma eletrônica de aquisição, possibilitando a leitura da deformação causada pela força no corpo. Para que apenas a força tangencial no aro seja adquirida, foi proposta uma solução para tornar a estrutura do aro de propulsão isostática, a partir de um dispositivo que permita o deslocamento rotacional do aro de propulsão, de maneira livre e independente das rodas, precisando assim de apenas um ponto de medição da força.

O dispositivo foi projetado para que o aro de propulsão pudesse percorrer uma trajetória rotacional ao redor do seu eixo de rotação. Para isso, foi proposto um trilho (oblongo) que aloja um rolamento que estará ligado ao aro de propulsão, possibilitando que a estrutura se torne isostática pela livre movimentação tangencial do aro. É desejável que esse deslocamento seja o menor possível para não atrapalhar a propulsão da cadeira pelo usuário. Para tanto, foram instaladas molas em paralelo na parte inferior do dispositivo, limitando o movimento ao longo do oblongo, conforme a força tangencial é aplicada, vide Fig. 1.

Dispositivos como este, conectarão o aro de propulsão à roda em quatro pontos, defasados de um ângulo de 90° um em relação ao outro, sendo que apenas um deles estará equipado com molas, para que o resultado da medição da força seja o mais acurado possível, Fig. 2.

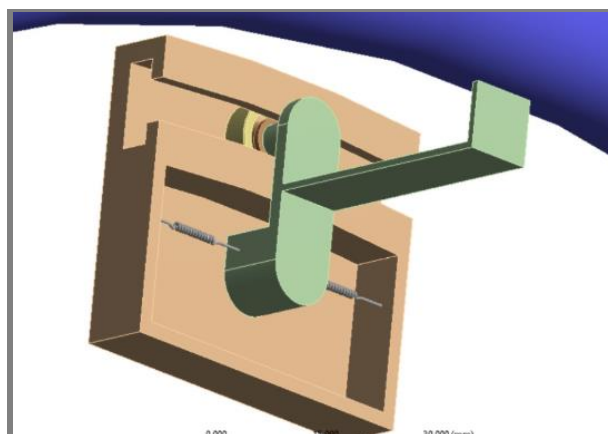


Figura 1- Dispositivo projetado

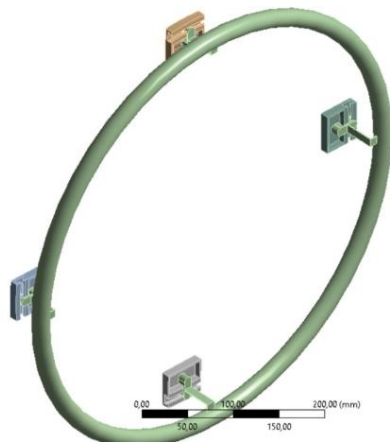


Figura 2- Dispositivos conectados ao aro de propulsão

Os dispositivos serão conectados à roda na sua parte de trás, e ao aro de propulsão na parte frontal, onde estarão o rolamento movimentando-se sobre o oblongo e as molas em paralelo para limitação da movimentação.

3. Resultados

Com o desenho do sistema definido, os deslocamentos, deformações e tensões no dispositivo proposto foram analisados utilizando o programa de simulação estrutural pelo Método dos Elementos Finitos Ansys Mechanical, para o caso em que o sistema está sujeito a carregamentos típicos no aro de propulsão, conforme ilustrações nas Figs. 3 e 4.

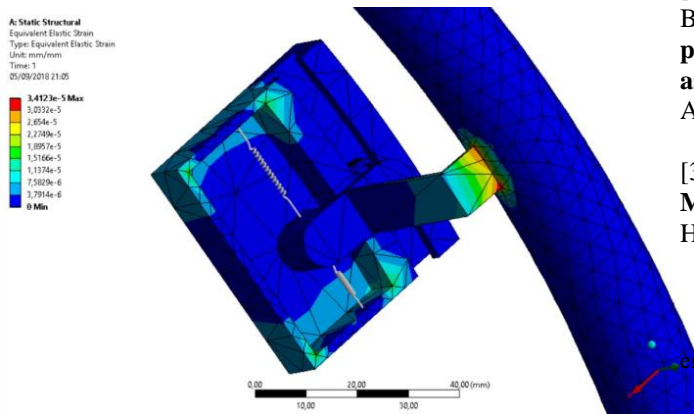


Figura 3- Análise de deformações do sistema

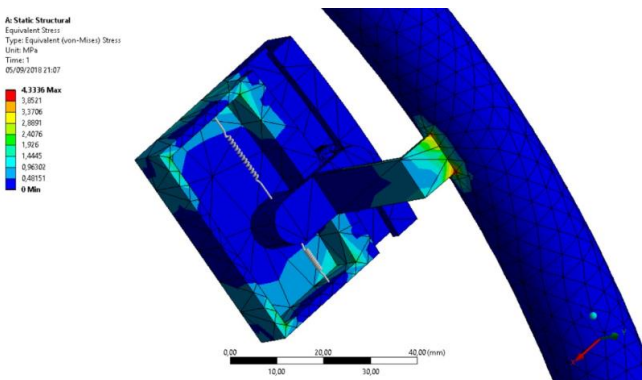


Figura 4- Análise de tensões do sistema

A simulação nos mostra uma cinemática favorável. Dessa maneira, as forças podem ser mensuradas corretamente, sem que a propulsão seja prejudicada. As análises de tensões e deformações mostram que o sistema não oferece risco de mal funcionamento ou travamento do aro.

Após a simulação do sistema, o dispositivo pode ser confeccionado para implementação na cadeira de rodas, com a instalação dos strain gages para medição da força tangencial aplicada ao aro.

4. Conclusões

Com adversidades a serem resolvidas por conta de uma estrutura hiperestática que dificultaria a aquisição da força tangencial, diversos dispositivos para que a estrutura se tornasse isostática foram desenvolvidos até se chegar a um layout final que desempenhasse a função desejada de maneira adequada. As simulações em Ansys Mechanical permitiram a análise e visualização da cinemática, deformações e tensões no sistema, possibilitando assim a validação da proposta para a confecção e instalação na cadeira de rodas.

Referências

[1] BONINGER, M. L. et al. **Propulsion Patterns and Pushrim Biomechanics in Manual Wheelchair Propulsion**. Archives of Physical Medicine and Rehabilitation, [S.L], v. 83, n. 5, p. 718-723, 2002.

[2] Kloosterman MG, Snoek GJ, van der Woude LH, Buurke JH, Rietman JS. **A systematic review on the pros and cons of using a pushrim-activated power-assisted wheelchair**. Clinical Rehabilitation. 2013 Apr;27(4):299-313.

[3] HOFFMANN, K. **An Introduction to Measurements using Strain Gages**. Darmstadt: Hottinger Baldwin Messtechnik GmbH, 1989.

Agradecimentos

À instituição FEI pela realização das medidas e empréstimo de equipamentos.

¹ Aluno de IC do Centro Universitário FEI. Projeto com vigência de 11/17 a 11/18.