



Modelagem de uma montagem equatorial para a introdução de motores de passo comerciais

Modeling of an equatorial mount for the integration of commercial stepper motors

Marcio Luiz Lagni Junior¹, Thiago Gilberto do Prado²

RESUMO

O artigo tem a finalidade de apresentar a modelagem da transmissão de uma montagem equatorial motorizada de baixo custo e alta durabilidade, usando motores de passo comerciais para rotacionar os eixos. A modelagem é feita no software SolidWorks com base em montagens já existentes e avaliações de entusiastas, considerando a transmissão da rotação do motor para os eixos por meio de polias, correias e engrenagens de dentes helicoidais e uma engrenagem de rosca sem fim. Embora o protótipo 3D demonstre viabilidade, há limitações de carga devido ao material projetado para uso. Recomenda-se desenvolver uma carcaça com rolamentos embutidos para que assim fique o mais compacta possível. É indicado adicionar um tensor de correia e um parafuso de pressão com o objetivo de aprimorar a eficiência, durabilidade e acessibilidade da montagem, tornando-a mais acessível para entusiastas da astronomia e aplicações comerciais que requerem posicionamento preciso, assim como facilitando a manutenção e melhorando a precisão do projeto.

PALAVRAS-CHAVE: Acessibilidade; Modelagem; Montagem equatorial motorizada.

ABSTRACT

The article aims to present the modeling of the transmission of a low-cost and high-durability motorized equatorial assembly using commercial stepper motors to rotate the axes. The modeling is done in SolidWorks software based on existing assemblies and enthusiasts' evaluations, considering the transmission of motor rotation to the axes through pulleys, belts, helical gears, and a worm gear. Although the 3D prototype demonstrates feasibility, there are load limitations due to the material designed for use. It is recommended to develop a housing with embedded bearings to make it as compact as possible. Adding a belt tensioner and a pressure screw is suggested to enhance the efficiency, durability, and accessibility of the assembly, making it more affordable for astronomy enthusiasts and commercial applications that require precise positioning, as well as facilitating maintenance and improving project accuracy.

KEYWORDS: Accessibility; Modeling; Motorized equatorial assembly

INTRODUÇÃO

A montagem equatorial é um sistema de direcionamento utilizado para rastrear o movimento aparente dos corpos celestes no céu. Tradicionalmente, esse sistema é composto por dois eixos, um eixo de ascensão reta e outro de declinação, os quais permitem que o telescópio siga com precisão a trajetória de objetos astronômicos. Sendo a montagem, uma ferramenta que necessita de precisão se fazendo necessário a presença de motores individuais, um para cada eixo possibilitando a regulagem individual da velocidade de acompanhamento de qualquer que seja o objeto a ser observado ou gravado.

Um motor de passo é um tipo de motor elétrico usado para converter pulsos elétricos em rotações (movimentos mecânicos). Ele é projetado para girar em incrementos discretos, chamados de "passos", em vez de girar continuamente como outros motores elétricos.

¹ Bolsista da FUNTEF. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, Paraná, Brasil. E-mail: marcioluiz@alunos.utfpr.edu.br.

² Docente no Departamento Acadêmico de Matemática. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, Paraná, Brasil. E-mail: thiagoprado@professores.utfpr.edu.br. ID Lattes: 8579825163457253.



Sendo assim, a velocidade máxima e cargas excessivas são limitações e junto a isso, esse tipo de motor traz algumas vantagens, das quais devem ser citadas o torque elevado em baixas velocidades e a operação silenciosa.

A utilização de motores de passo comerciais para a movimentação dos eixos de uma montagem é algo muito benéfico já que motores de passo são amplamente utilizados na indústria comercial devido à sua versatilidade e confiabilidade. Eles são comumente empregados em aplicações que requerem posicionamento preciso, como impressoras 3D, robótica e máquinas CNC. Sendo assim, possibilitam a redução de custo de aquisição de uma montagem sem que haja a perda de precisão.

JUSTIFICATIVA

A modelagem de uma montagem equatorial que possuirá alta precisão com baixo custo tem o potencial de tornar acessível aos entusiastas da astronomia essa ferramenta de observação e com isso possibilitar o avanço tecnológico acerca de objetos observados, assim, democratizando o acesso a sistemas de acompanhamento precisos.

OBJETIVO GERAL

Modelar uma montagem equatorial, utilizando motores do tipo NEMA, de baixo custo e alta durabilidade, visando atender às necessidades de posicionamento preciso em aplicações comerciais.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Documentar todo o processo de projeto, incluindo especificações técnicas, metodologia utilizada, resultados obtidos e conclusões.
2. Fornecer recomendações para melhorias futuras no projeto da montagem equatorial, visando aprimorar ainda mais a eficiência, durabilidade e acessibilidade do sistema.

MATERIAIS E MÉTODOS

A modelagem da montagem equatorial motorizada iniciou com estudos e visualizações de outras montagens e com feedbacks referentes a montagens já existentes utilizadas por entusiastas da área, assim foram definidas as formas de transmissão da rotação do motor para os eixos. Após a definição se iniciou a fase de projeção e desenho da montagem no SolidWorks (software de desenho 3D) no qual foi definido a posição dos componentes de movimentação do eixo. Sendo definido a posição dos a carcaça deveria ser projetada, levando em consideração que os rolamentos seriam embutidos na mesma, um parafuso de pressão deve ser acomodado para melhorar o contato entre a rosca sem fim e a coroa, assim como um tensor deve ser adicionado para reduzir folgas na relação das polias.

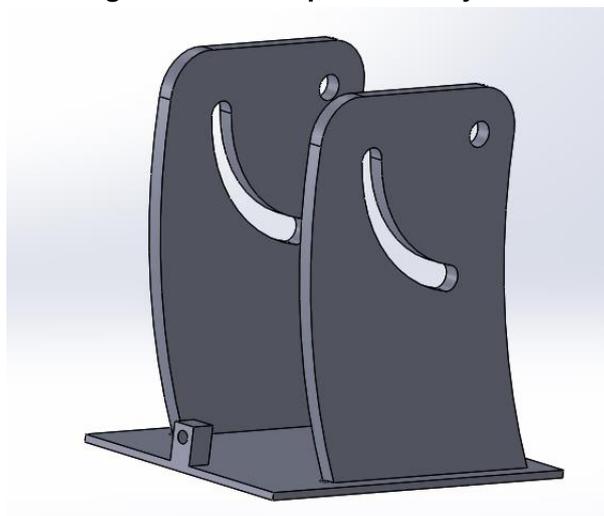
Figura 1 – Celestron CGX



Fonte: Celestron.

A montagem equatorial *SKYWATCHER AZ-EQ5* serviu de modelo para a escolha da relação de redução do sistema de transmissão da montagem, no entanto não foi utilizado a mesma forma que é somente engrenagens e não polias, assim como a base equatorial da montagem *CELESTRON CGX* (Figura 1) foi utilizada para elaborar a base da montagem em questão (Figura 2).

Figura 2 - Base Equatorial Projetada



Fonte: Autoria Própria (2023).

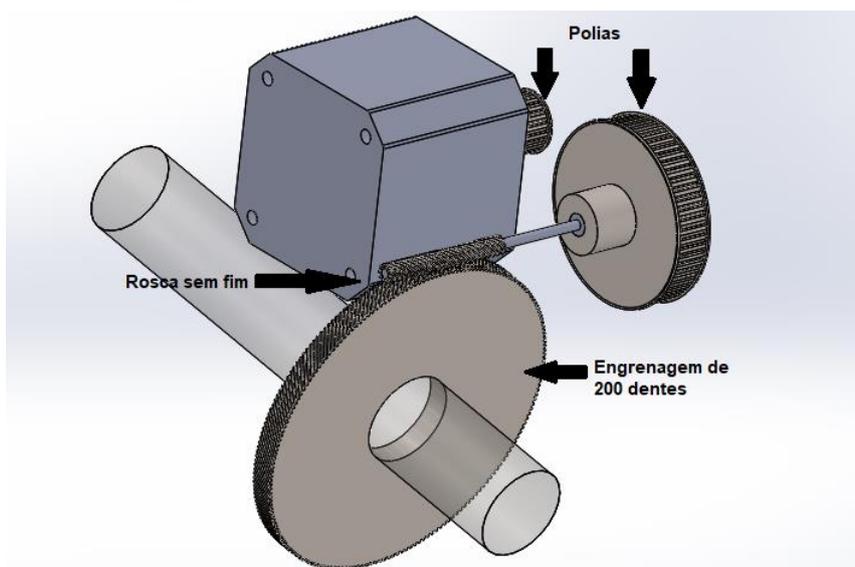
RESULTADOS E DISCUSSÕES

Para a projeção de uma nova montagem equatorial, foram consideradas algumas opções já disponíveis no mercado, que possuem boas avaliações. Realizaram-se adaptações para incluir um motor comercial no projeto de motorização. Foi modelada uma montagem equatorial básica no Solidworks, sem dimensionamento preciso, com o objetivo de possibilitar melhorias e posterior dimensionamento adequado, levando em conta que qualquer alteração na geometria afeta a resistência da peça.

Em relação ao sistema de rastreamento apresentado na figura 3, projetou-se uma engrenagem de rosca sem fim, conectada ao eixo do motor por duas polias e uma correia, que transmitiriam o movimento com uma redução de 3:1 para outra engrenagem. Essa

segunda engrenagem seria uma coroa com duzentos dentes, sendo necessário apenas selecionar o módulo que influencia diretamente no tamanho do conjunto. Uma das ideias anteriores era utilizar o eixo do motor diretamente conectado à engrenagem de rosca sem fim e, em vez de usar redução por polias, adicionar uma engrenagem para redução por contato. No entanto, optou-se por utilizar polias para reduzir a folga.

Figura 3 – Sistema de transmissão projetado



Fonte: Autoria própria (2023).

CONCLUSÃO

Na modelagem em software da montagem equatorial, foi analisado que seria possível implementar motores de passo comerciais em um protótipo feito em 3D. No entanto, devido ao uso de um material metálico mais resistente, não era possível suportar cargas muito elevadas. Além disso, com base na projeção realizada, o motor fica localizado dentro da montagem, o que dificulta um pouco a manutenção e/ou troca.

Sugestões de melhorias para futuras alterações na modelagem da montagem equatorial são: desenvolver uma carcaça, considerando que apenas o dimensionamento das engrenagens e a disposição das peças foram feitos até o momento. Para tornar a montagem mais compacta, é necessário que os rolamentos sejam embutidos na carcaça. Além disso, para reduzir a folga, é importante incluir um tensor de correia e um parafuso de pressão para posicionar a rosca do eixo sem fim.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico por meio da UTFPR, pelo apoio financeiro.

CONFLITO DE INTERESSE

Não há conflito de interesse.



REFERÊNCIAS

CELESTRON. **CGX EQUATORIAL MOUNT AND TRIPOD**. Disponível em: <https://www.celestron.com/products/cgx-equatorial-mount-and-tripod>. Acesso em: 26 fev. 2023.

DASSAULT SYSTÈMES. 2004. SOLIDWORKS 2021. Software de modelagem 3D. Disponível em: <https://www.solidworks.com/pt-br>.

MALUF, Euclides Brandão *et al.* ESTUDO DA CONVERSÃO DE UMA MONTAGEM ALTAZIMUTAL EM EQUATORIAL, PARA TELESCÓPIO. **Jornada Científica**, Bambuí, v. 4, p. 1-5, out. 2011.

MONTAGEM Equatorial - Parte 1 (Apresentação). 2021. (14 min.), P&B. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=sHw5gPs4XNU>. Acesso em: 16 fev. 2023.

MONTAGEM Equatorial - Parte 2 (Motorização). 2021. (12 min.), P&B. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=eUQ5cfvsCAQ>. Acesso em: 16 fev. 2023.

TUNING the Skywatcher AZ-GTI! The road to an ultralight, fully automated astrophoto rig!. 2021. (31 min.), P&B. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=hgEzeXrhEg>. Acesso em: 19 fev. 2023.