

IMPLEMENTO PARA IÇAMENTO DE BIG BAG

Ryan Trevisan de Almeida (Autor), Jean Rodrigo Bocca (Orientador), Flavio Clareth Colman (Coorientador). E-mail: jeanbocca@uem.br

Universidade Estadual de Maringá, CTC-DEM – Departamento de Engenharia Mecânica, Maringá, PR.

Área e subárea do conhecimento: Engenharias / Engenharia Mecânica / Projetos de Máquinas (Máquinas, Motores e Equipamentos).

Palavras-chave: mecanização agrícola; guindaste articulado; análise estrutural

RESUMO

Este trabalho apresenta o desenvolvimento de um equipamento agrícola para içamento e manuseio de big bags de até 1000 kg, visando maior segurança e eficiência no transporte de cargas. O sistema é acoplado ao trator por meio do engate de três pontos categoria II (ISO 730) e composto por um mecanismo articulado de quatro barras acionado por pistão hidráulico. A metodologia envolveu análise de patentes, modelagem em SolidWorks, simulação cinemática em MATLAB e verificação estrutural via Ansys, conforme as normas NBR 14768 e NBR 8800. Os resultados indicaram deformações dentro dos limites normativos e tensões equivalentes de Von Mises abaixo da tensão admissível, assegurando a robustez do projeto. A análise cinemática demonstrou suavidade no movimento, e o atuador hidráulico foi dimensionado para atender às exigências de força e estabilidade. Conclui-se que o equipamento é tecnicamente viável, seguro e eficiente, constituindo uma alternativa prática às soluções comerciais disponíveis.

INTRODUÇÃO

A mecanização agrícola é essencial para aumentar a eficiência e a segurança no campo, reduzindo o esforço físico dos trabalhadores e otimizando o tempo das tarefas (GARCIA, 2020). Um dos principais desafios é o manuseio de big bags (FIBCs), recipientes flexíveis que transportam até 1000 kg de insumos e oferecem riscos à saúde e integridade física quando movimentados manualmente (SILVA; OLIVEIRA, 2018). Nesse contexto, equipamentos de içamento acoplados a tratores constituem alternativas seguras e eficazes, permitindo padronizar operações e reduzir acidentes (FERREIRA; LIMA, 2019). Este trabalho tem como objetivo desenvolver e analisar um implemento para içamento de big bags, projetado segundo normas técnicas vigentes, de modo a garantir robustez, segurança e viabilidade operacional no setor agrícola.

MATERIAIS E MÉTODOS

Revisão bibliográfica

Foi realizada revisão em bases de patentes e literatura técnica sobre guindastes agrícolas e implementos para movimentação de big bags, a fim de identificar soluções existentes e requisitos normativos aplicáveis. Consideraram-se as normas NBR 14768 (projeto e segurança de guindastes articulados hidráulicos), NBR 8800 (dimensionamento de estruturas de aço) e ISO 730 (padronização de engates de três pontos em tratores agrícolas).

Concepção

A concepção do equipamento teve como base a adoção de um mecanismo articulado de quatro barras, capaz de converter o movimento linear do pistão em um deslocamento suave do braço de içamento. O equipamento foi projetado para acoplamento traseiro em tratores via engate de três pontos categoria II, assegurando compatibilidade operacional. Foram definidos critérios de projeto como: capacidade nominal de 1000 kg, praticidade de operação, conformidade normativa e segurança estrutural.

Dimensionamento

O dimensionamento foi realizado no software SolidWorks, a partir das dimensões referenciais obtidas em modelos comerciais e ajustadas conforme as normas técnicas. Foram definidos os comprimentos essenciais dos elos do mecanismo, altura do poste e extensão do braço. Nessa etapa também foram calculadas forças internas por meio de decomposição estática, considerando distâncias entre os centros de articulação, de forma a estimar as cargas atuantes no braço e chassi.

Análise cinemática

A análise cinemática foi desenvolvida no MATLAB, com base na formulação de Norton (2020). O algoritmo simulou o movimento do elo de entrada (manivela) e calculou posições instantâneas, velocidades angulares, acelerações e forças de reação nos pinos. Essa abordagem permitiu avaliar o movimento do gancho, confirmando a suavidade da trajetória de içamento e a ausência de trancos significativos.

Análise de elementos finitos

Para a verificação estrutural, os modelos CAD foram exportados para o Ansys Mechanical, em formato Parasolid (.x_t). Foi atribuído o material aço S355, cujas propriedades mecânicas foram definidas conforme a NBR 14768. Em seguida, aplicaram-se condições de contorno nos pontos de fixação (pinos e engates) e cargas equivalentes à carga de projeto obtida pela norma. Foi realizado estudo de convergência de malha, refinando progressivamente o tamanho dos elementos até que a variação percentual entre resultados consecutivos fosse inferior a 7%, garantindo independência da discretização. Essa análise permitiu avaliar deformações e tensões equivalentes de Von Mises em cada componente.

Dimensionamento do atuador hidráulico

O atuador hidráulico foi dimensionado segundo Fialho (2019), adotando eficiência de 90% e pressão de trabalho de 160 bar, típica em sistemas agrícolas. Em seguida, avaliou-se a flambagem da haste pela formulação de Euler, com conexão articulada e comprimento livre igual ao curso. A escolha final foi validada

com a carta de seleção da Parker (2017), assegurando compatibilidade de esforço e estabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise estrutural do implemento foi realizada no Ansys Mechanical, com as condições de contorno do dimensionamento. A Figura 1 mostra a distribuição de tensões de Von Mises no braço principal, evidenciando valores abaixo do limite de escoamento do aço S355 e assegurando margem de segurança para operação.

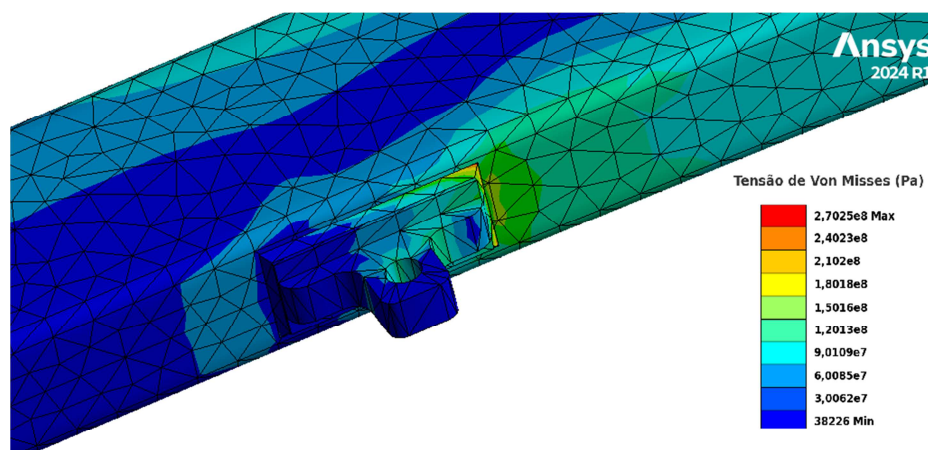


Figura 1: Tensões de Von Mises no braço do equipamento.

De forma similar, foram analisados estruturalmente os demais componentes, como chassi e elos do mecanismo de quatro barras. Em todos os casos, as tensões permaneceram dentro dos limites admissíveis, garantindo robustez e confiabilidade do conjunto. Após essa validação, obteve-se o modelo finalizado do implemento (Figura 2), com geometria compacta e compatibilidade com o engate de três pontos categoria II, capaz de suportar 1000 kg. O projeto assegura praticidade operacional, segurança no manuseio de big bags e conformidade com os critérios de dimensionamento estabelecidos



Figura 2: Equipamento de içamento de big bags.

CONCLUSÕES

O desenvolvimento do implemento para içamento de big bags confirmou a viabilidade do sistema articulado de quatro barras acoplado ao engate de três pontos. As análises estruturais indicaram tensões abaixo do limite de escoamento do aço S355, assegurando robustez. O modelo final demonstrou compatibilidade operacional, capacidade nominal de 1000 kg e conformidade com critérios de segurança, configurando-se como alternativa prática e confiável para a mecanização agrícola.

AGRADECIMENTOS

O autor agradece à Universidade Estadual de Maringá (UEM) pelo suporte institucional e ao CNPq-FA-UEM pelo fomento à pesquisa que possibilitou a realização deste trabalho.

REFERÊNCIAS

FERREIRA, R.; LIMA, J. Segurança no manuseio de big bags na agricultura. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola*, v. 23, n. 2, p. 45-53, 2019.

FIALHO, A. B. *Sistemas hidráulicos aplicados à engenharia agrícola*. 2. ed. Viçosa: UFV, 2019.

GARCIA, M. A. Mecanização agrícola e segurança no trabalho rural. *Ciência Rural*, v. 50, n. 4, p. 1-9, 2020.

NORTON, R. L. *Projeto de mecanismos: cinemática e dinâmica de máquinas*. 6. ed. Porto Alegre: Bookman, 2020.

PARKER. *Catálogo técnico de cilindros hidráulicos série 2H*. Cleveland: Parker Hannifin Corporation, 2017.

SILVA, P.; OLIVEIRA, T. Movimentação de cargas agrícolas em recipientes flexíveis. *Revista de Tecnologia Rural*, v. 12, n. 1, p. 66-74, 2018.