

15º Congresso de Inovação, Ciência e Tecnologia do IFSP - 2024

ANÁLISE DINÂMICA DO MECANISMO DO BRAÇO DE ELEVAÇÃO PARA O DESENVOLVIMENTO DE UM GUINCHO HIDRÁULICO

RENATO M. RICARDO¹, PAULO M. M. DE OLIVEIRA², ADENILSON S. DOS SANTOS³,
JOSÉ E. DE MORAES⁴, MARCELO CAVAGUTI⁵

¹ Técnico em Mecânica, IFSP, Câmpus Avaré, renarmrr@gmail.com.

² Técnico em Mecânica, IFSP, Câmpus Avaré, paulomaciel2120@gmail.com.

³ Técnico em Mecânica, IFSP, Câmpus Avaré, adenilsontribus@hotmail.com.

⁴ Técnico de Laboratório, Área de Indústria, IFSP, Câmpus Avaré, moraes.eduardo@ifsp.edu.br.

⁵ Docente EBTT, Área de Indústria, IFSP, Câmpus Avaré, marcelocavaguti@ifsp.edu.br.

Área de conhecimento (Tabela CNPq): 3.05.00.00-1 Engenharia Mecânica.

RESUMO: Com a necessidade de se deslocar os tornos convencionais dentro do laboratório de usinagem para ajuste de layout ou manutenção dos mesmos, neste trabalho um guincho hidráulico foi projetado e fabricado baseado na análise dinâmica do mecanismo de seu braço de elevação. Com auxílio do programa Solidworks, o guincho hidráulico foi modelado e foi possível avaliar o peso do braço de elevação, assim como a localização do respectivo centro de gravidade. Foi estimado que o torno convencional que será elevado e transportado possui uma massa de 1000 kg, assim após análise de torque resultante nulo em relação à junta de rotação do braço de elevação do guincho, concluiu-se que seria necessária uma força de elevação máxima e mínima de aproximadamente 77,7 kN e 28,8 kN, caso o macaco hidráulico estivesse posicionado respectivamente na perpendicular e inclinado em relação ao braço de elevação do guincho hidráulico. Este foi fabricado com o macaco hidráulico em uma posição que necessitou gerar 37,7 kN de força para elevar uma carga de uma tonelada. Após a fabricação do guincho hidráulico, os cálculos foram validados por sua capacidade de elevar e transportar o torno mecânico no interior do laboratório de usinagem.

PALAVRAS-CHAVE: torque; guincho hidráulico; mecanismo.

DYNAMIC ANALYSIS OF THE LIFTING ARM MECHANISM FOR THE DEVELOPMENT OF A HYDRAULIC WINCH

ABSTRACT: With the need to move conventional lathes within the machining laboratory to adjust their layout or maintain them, in this work a hydraulic winch was designed and manufactured based on the dynamic analysis of its lifting arm mechanism. With the help of the Solidworks program, the hydraulic winch was modeled and it was possible to evaluate the weight of the lifting arm, as well as the location of its center of gravity. It was estimated that the conventional lathe that will be lifted and transported has a mass of 1000 kg, so after analyzing the zero resulting torque in relation to the rotation joint of the winch lifting arm, it was concluded that a maximum lifting force and minimum of approximately 77.7 kN and 28.8 kN, if the hydraulic jack was positioned respectively perpendicular and inclined in relation to the lifting arm of the hydraulic winch. This was manufactured with the hydraulic jack in a position that needed to generate 37.7 kN of force to lift a one-ton load. After manufacturing the hydraulic winch, the calculations were validated for its ability to lift and transport the lathe inside the machining laboratory.

KEYWORDS: torque; hydraulic winch; mechanism.

INTRODUÇÃO

Um guincho hidráulico do tipo girafa faz uso de um sistema de equilíbrio de torque para desenvolver a finalidade a qual foi projetada que consiste em elevar e transportar uma determinada carga. O braço de elevação está sujeita a uma força vertical gerada por um cilindro hidráulico que devido a sua capacidade de carga e seu posicionamento no guincho hidráulico, define o limite da carga suportada para elevação. Neste trabalho, um guincho hidráulico foi projetado e fabricado com o objetivo de elevar um torno convencional (Figura 1) que necessita ser transportado em um laboratório de usinagem para modificação de layout e manutenção. O cilindro hidráulico utilizado neste trabalho foi um macaco hidráulico do tipo garrafa. Foi analisado através da equação de equilíbrio de torque (Melconian, 2007) qual a força necessária a ser desenvolvida pelo macaco hidráulico para que o guincho hidráulico apresentasse a capacidade de elevar e transportar o torno convencional.



FIGURA 1. Torno convencional para ser elevado e transportado no laboratório de usinagem.

MATERIAL E MÉTODOS

Baseado nas dimensões do torno convencional (Figura 1), com auxílio do programa Solidworks, o guincho hidráulico foi inicialmente modelado (Figura 2) e foi possível obter o valor do peso do braço de elevação, assim como a posição de seu centro de gravidade. O material atribuído ao braço de elevação no programa Solidworks foi o aço SAE 1020.



FIGURA 2. Guincho hidráulico modelado com auxílio do programa Solidworks.

Foi estimado o valor de 1000 kg para a massa do torno convencional, assim neste trabalho a força necessária a ser realizada pelo macaco hidráulico para que o guincho tenha a capacidade de elevar o torno foi analisada. Primeiramente, essa força foi determinada para o macaco hidráulico na posição vertical, perpendicular ao braço de elevação (Figura 3). A Figura 4 mostra a força peso do

torno convencional P_t , a força peso do braço de elevação P_b , e a força vertical F_y , gerada pelo macaco hidráulico e suas respectivas localizações em relação à junta de rotação A, do braço de elevação.



FIGURA 3. Guincho com o macaco hidráulico na posição vertical perpendicular ao braço de elevação.

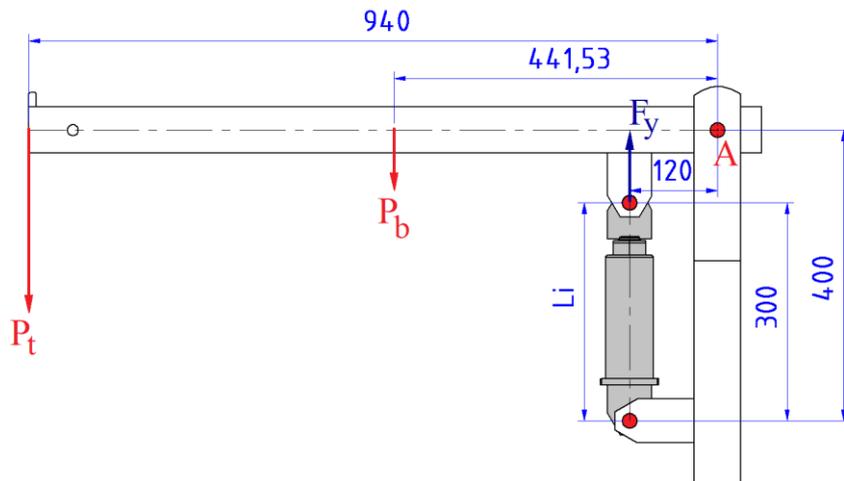


FIGURA 4. Localização das forças atuando sobre o braço de elevação em relação à sua junta de rotação A com o macaco hidráulico na posição vertical.

Aplicando a equação de equilíbrio de torque (Melconian, 2007), temos a seguinte relação:

$$F_y = \frac{940P_t + 441,53P_b}{120} \quad (1)$$

em que,

F_y - força vertical gerada pelo macaco hidráulico, N;

P_t - peso do torno convencional, N;

P_b - peso do braço de elevação, N;

Em seguida, a distância entre as juntas de rotação do macaco hidráulico foi aumentado e o valor da força vertical, F_y , foi recalculado para cada 1 mm incrementado à distância. Nestas situações, o macaco hidráulico se encontra inclinado em relação à vertical, como mostra a Figura 5 para um determinado incremento da distância. A Figura 6 mostra os parâmetros envolvidos no cálculo da força vertical, F_y , quando o macaco hidráulico se encontra inclinado, onde temos um triângulo retângulo formado pelas distâncias inicial, incrementada e horizontal entre as juntas de rotação do macaco hidráulico indicadas por L_i , L_f e d respectivamente.



FIGURA 5. Guincho com o macaco hidráulico na posição inclinada em relação à vertical.

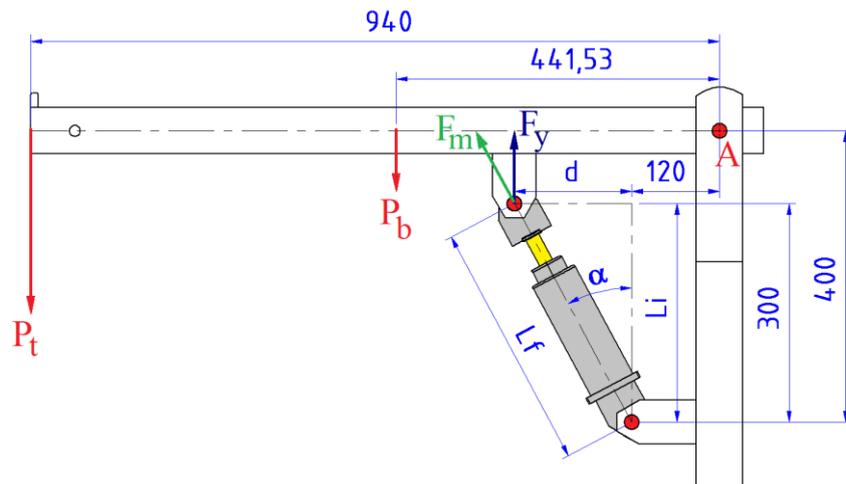


FIGURA 6. Localização das forças atuando sobre o braço de elevação em relação à sua junta de rotação A com o macaco hidráulico na posição vertical.

O ângulo α que representa a inclinação do macaco hidráulico em relação à vertical é dado por (Iezzi, 2013):

$$\alpha = \cos^{-1} \left(\frac{L_i}{L_f} \right) \quad (2)$$

em que,

α - ângulo de inclinação do macaco hidráulico, graus;

L_i - distância inicial entre as juntas de rotação do macaco hidráulico, mm;

L_f - distância incrementada entre as juntas de rotação do macaco hidráulico, mm;

E a distância horizontal d entre as juntas de rotação do macaco hidráulico é dada em mm por:

$$d = L_i \cdot \tan \alpha \quad (3)$$

Novamente aplicando a equação de equilíbrio de torque (Melconian, 2007), temos a seguinte relação:

$$F_y = \frac{940P_t + 441,53P_b}{120 + d} \quad (4)$$

Onde neste caso, a força vertical corresponde à componente vertical da força gerada pelo macaco hidráulico e, portanto, esta é dada por:

$$F_m = \frac{F_y}{\cos \alpha} \quad (5)$$

em que,

F_m - força gerada pelo macaco hidráulico, N;

F_y - componente vertical da força gerada pelo macaco hidráulico, N;

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com auxílio do programa Solidworks foi possível obter o valor do peso do braço de elevação do guincho hidráulico de 247,21 N e a distância de seu centro de gravidade em relação à junta de rotação A de 441,53 mm (Figura 7).

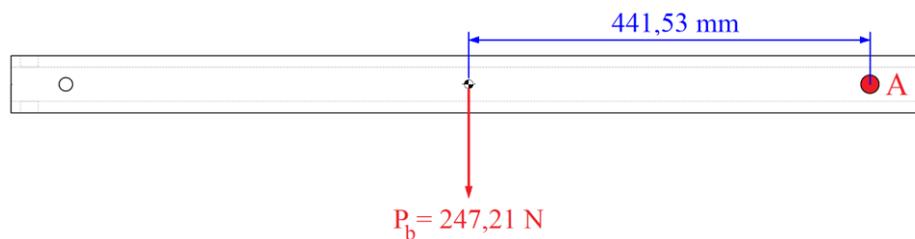


FIGURA 7. Braço de elevação com a força peso e a localização do centro de gravidade em relação à junta de rotação A indicadas.

Uma vez que a massa do torno convencional foi estimada em 1000 kg, o peso do torno convencional, P_t , corresponde à 9800 N. Assim, através da Equação 1 foi obtido que a força máxima a ser gerada pelo macaco hidráulico, quando este se encontra na posição vertical, foi de 77676 N que corresponde à 7926 kgf.

A Figura 8 mostra o gráfico com os valores calculados pelas Equações 4 e 5 para a força gerada pelo macaco hidráulico em função da distância entre suas juntas de rotação, L_f , iniciando em 300 mm, quando o macaco hidráulico esta na posição vertical, e incrementada a cada 1 mm até atingir 800 mm de distância.

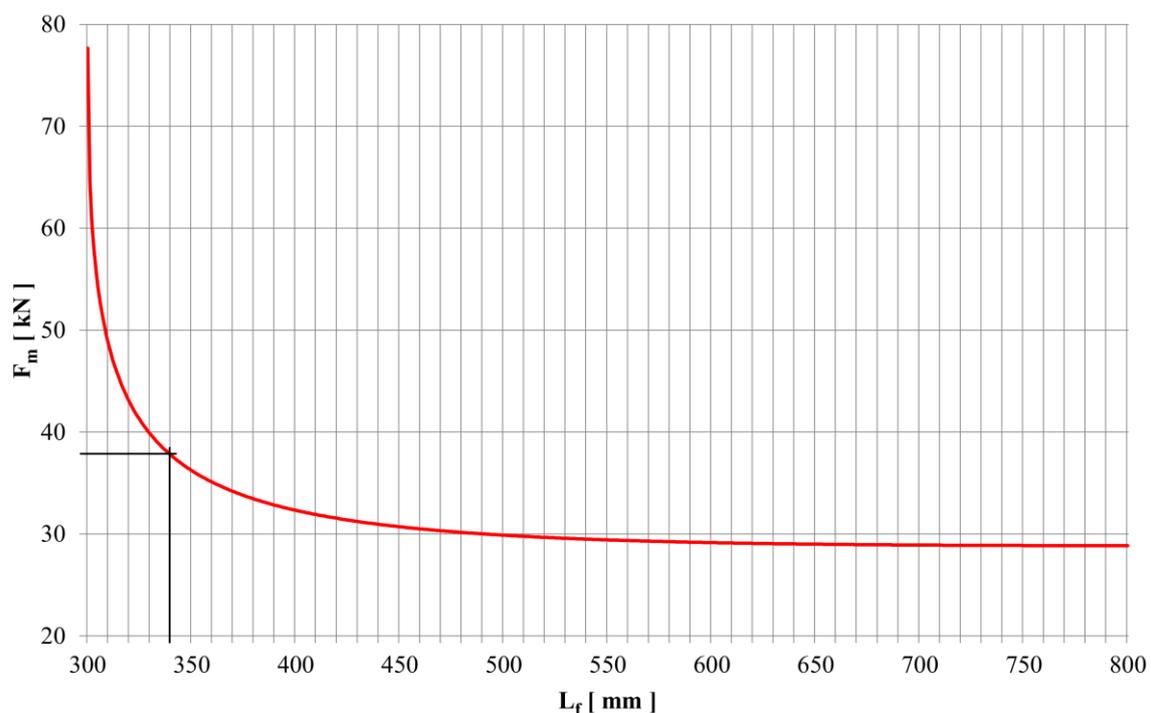


FIGURA 8. Gráfico da força gerada pelo macaco hidráulico em função da distância entre suas juntas de rotação.

CONCLUSÕES

Analisando o gráfico da Figura 8 foi possível concluir que não seria possível utilizar um macaco hidráulico com capacidade de carga de 2 toneladas que já estava previamente disponível, pois a força que o macaco hidráulico deve realizar para elevar a carga estimada para o torno convencional de 9,8 kN não atinge o valor de 20 kN, que corresponde à 2040,8 kgf. Também através da análise do gráfico, foi definido que a distância entre as juntas de rotação do macaco hidráulico, L_f , no guincho hidráulico fabricado seria de 340 mm, resultando em uma força gerada pelo macaco hidráulico, F_m , de 38,1 kN que corresponde à aproximadamente 3890 kgf, sendo possível utilizar um macaco hidráulico com capacidade de carga de 4 toneladas. Após a fabricação do guincho hidráulico optou-se pela instalação de um macaco hidráulico com capacidade de carga de 10 toneladas, o que capacitou o guincho a elevar uma carga de no máximo 25,6 kN, que corresponde a aproximadamente 2600 kgf, portanto, com este guincho hidráulico é possível elevar dois tornos convencionais simultaneamente. A Figura 9 mostra o guincho hidráulico fabricado elevando o torno convencional no laboratório de usinagem.



FIGURA 9. Guincho hidráulico fabricado elevando o torno convencional.

CONTRIBUIÇÕES DOS AUTORES

R.M.R., P.M.M.O. e A.S.S. procederam no estudo da análise dinâmica do braço de elevação, no desenvolvimento do projeto, da modelagem e da fabricação do guincho hidráulico e atuaram na redação do trabalho. J.E.M. e M.C. contribuíram na orientação da análise dinâmica, da modelagem e da fabricação do guincho hidráulico e com a revisão do trabalho.

Todos os autores aprovaram a versão do trabalho submetido.

REFERÊNCIAS

IEZZI, Gelson. **Fundamentos de matemática elementar: trigonometria**. 9. ed., São Paulo: Atual, 2013. 311 p.

MELCONIAN, Sarkis. **Mecânica técnica e resistência dos materiais**. 18. ed. São Paulo: Érica, 2007. 360 p.