

PROJETO E CONSTRUÇÃO DE UM GUINDASTE HIDRÁULICO

DESIGN AND CONSTRUCTION OF A HYDRAULIC CRANE

Alex Heyller¹
Douglas Alves²
Gedeão Alberto³
Gustavo Finotti⁴
Iago Rossoni⁵
Jonatan Ilidio⁶
Karlla Alves⁷
Thiago Diniz⁸
Fernando da Silva Santos⁹
Rafael Raider Leoni¹⁰

RESUMO

O presente trabalho proposto baseia-se no uso de um braço mecânico hidráulico como forma de aplicar aprendizado já obtido durante a nossa formação como futuros engenheiros mecânicos. Hoje a hidráulica é utilizada em diversas áreas, e de formas diferentes, como na indústria automotiva, que utiliza os braços robóticos, os quais são controlados por automação robótica, que praticam movimento articulado como o Braço Hidráulico. O presente projeto, de igual maneira, objetiva de mover objetos, diferindo apenas no modo de comando, já que se utiliza a hidráulica como forma de manipulação. Além disso, o braço hidráulico possui similaridade, com uma escavadeira hidráulica, que possui o mesmo sistema de comando e até o mesmo

¹ Acadêmico do curso de Engenharia Mecânica - Centro Universitário de Barra Mansa (UBM), RJ. E-mail: engenharia.mecanica@ubm.br

² Acadêmico do curso de Engenharia Mecânica - Centro Universitário de Barra Mansa (UBM), RJ. E-mail: engenharia.mecanica@ubm.br

³ Acadêmico do curso de Engenharia Mecânica - Centro Universitário de Barra Mansa (UBM), RJ. E-mail: engenharia.mecanica@ubm.br

⁴ Acadêmico do curso de Engenharia Mecânica - Centro Universitário de Barra Mansa (UBM), RJ. E-mail: engenharia.mecanica@ubm.br

⁵ Acadêmico do curso de Engenharia Mecânica - Centro Universitário de Barra Mansa (UBM), RJ. E-mail: engenharia.mecanica@ubm.br

⁶ Acadêmico do curso de Engenharia Mecânica - Centro Universitário de Barra Mansa (UBM), RJ. E-mail: engenharia.mecanica@ubm.br

⁷ Acadêmica do curso de Engenharia Mecânica - Centro Universitário de Barra Mansa (UBM), RJ. E-mail: engenharia.mecanica@ubm.br

⁸ Acadêmico do curso de Engenharia Mecânica - Centro Universitário de Barra Mansa (UBM), RJ. E-mail: engenharia.mecanica@ubm.br

⁹ Docente do curso de Engenharia Mecânica - Centro Universitário de Barra Mansa (UBM), RJ. E-mail: fernando.santos@ubm.br

¹⁰ Docente do curso de Engenharia Mecânica - Centro Universitário de Barra Mansa (UBM), RJ. E-mail: rafael.leoni@ubm.br

formato, diferenciando apenas do fato que em escavadeiras é utilizado uma caçamba em sua extremidade. Foi proposto ao grupo desenvolver um mecanismo capaz de suspender uma lata de refrigerante e movimentá-la 300 mm a partir do ponto inicial.

Palavras-chave: Braço hidráulico, robô, guindaste hidráulico.

ABSTRACT

The present proposed work is based on the use of a hydraulic mechanical arm as a way of applying learning already obtained during our training as future mechanical engineers. Today hydraulics are used in different areas, and in different ways, such as in the automotive industry, which uses robotic arms, which are controlled by robotic automation, which practice articulated movement like the Hydraulic Arm. The present project, in the same way, aims to move objects, differing only in the command mode, as hydraulics are used as a form of manipulation. Furthermore, the hydraulic arm is similar to a hydraulic excavator, which has the same control system and even the same shape, differing only from the fact that excavators use a bucket at its end. The group was proposed to develop a mechanism capable of suspending a soda can and moving it 300 mm from the starting point.

Keywords: Hydraulic arm, robot, hydraulic crane.

1. INTRODUÇÃO

O trabalho que será apresentado a seguir, um braço hidráulico com acionamento por seringas que será capaz de movimentar uma lata de refrigerante, onde, não será considerado o peso da estrutura apenas da lata em si. Este projeto se tem como base o princípio de Pascal que resumidamente nos dá alguns parâmetros para criarmos mecanismos capazes de levantar grandes pesos realizando o mínimo de força. O braço hidráulico será confeccionado para que nós alunos juntos, saibamos manusear e aplicar em grande parte o conhecimento adquirido durante a nossa trajetória acadêmica.

2. DESENVOLVIMENTO

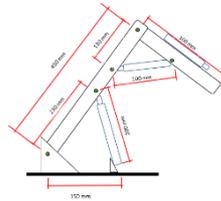
Para esta primeira etapa do trabalho, realizaremos a parte dos cálculos. Para isso decompos as forças, adotamos medidas e observamos como o braço reagiria as forças aplicadas.

Utilizando os cálculos, que terão como finalidade segurar uma lata e deslocar a mesma com uma distância de 300mm (30cm), observaremos se os cálculos foram realizados de forma em que o braço suporte não só o próprio peso, como também ser capaz de "pegar" a latinha de refrigerante e deslocá-la de seu ponto inicial para uma outra referência fornecida pelo nosso orientador.

2.1 Dimensionamento do projeto

O dimensionamento estrutural de um braço mecânico é fundamental para garantir a segurança e eficiência do equipamento. Ele envolve o cálculo das dimensões e especificações dos componentes estruturais, sendo esses indispensáveis.

Figura 1- dimensionamento estrutural do projeto



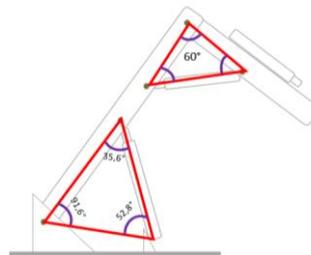
Fonte: Autor próprio, 2023.

2.2 Cálculos estruturais

Partindo de o princípio dos cálculos estruturais serem indispensáveis, realizamos os cálculos da estrutura, atuadores e da pinça (garra) que serão apresentados nos tópicos a seguir.

2.2.1 Ângulo da estrutura com o atuador fechado

Figura 2- representação estrutural do atuador fechado



Fonte: Autor próprio, 2023.

$$a^2 = b^2 + c^2 - 2 \cdot a \cdot b \cdot \cos \hat{A} \quad (01)$$

$$185^2 = 135^2 + 232^2 - 2 \cdot 135 \cdot 232 \cdot \cos \hat{A}$$

$$\cos \hat{A} = 0,6038$$

$$\hat{A} = 52,8^\circ$$

$$135^2 = 185^2 + 232^2 - 2 \cdot 185 \cdot 232 \cdot \cos B$$

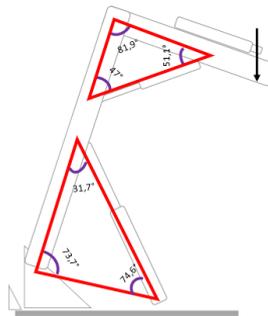
$$\cos B = 0,8134$$

$$C = 180^\circ - 33,6^\circ - 52,8^\circ$$

$$C = 91,6^\circ$$

2.2.2 Ângulo da estrutura com o atuador aberto

Figura 3- representação estrutural do atuador aberto

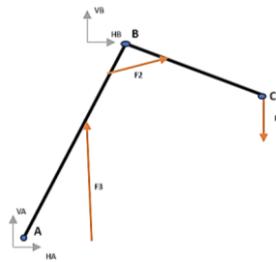


Fonte: Autor próprio, 2023.

$$\begin{aligned}
 a^2 &= b^2 + c^2 - 2 \cdot a \cdot b \cdot \cos \hat{A} \\
 255^2 &= 135^2 + 255^2 - 2 \cdot 135 \cdot 232 \cdot \cos \hat{A} \\
 \cos \hat{A} &= 0,26 \\
 \hat{A} &= 74,6^\circ & (2) \\
 135^2 &= 255^2 + 232^2 - 2 \cdot 255 \cdot 232 \cdot \cos B \\
 \cos B &= 0,85 \\
 B &= 31,7^\circ \\
 C &= 180 - 31,7 - 74,6 \\
 C &= 73,7^\circ \\
 a^2 &= b^2 + c^2 - 2 \cdot a \cdot b \cdot \cos \hat{A} \\
 165^2 &= 210^2 + 155^2 - 2 \cdot 210 \cdot 155 \cdot \cos \hat{A} \\
 \cos \hat{A} &= 0,62 \\
 \hat{A} &= 51,1^\circ \\
 210^2 &= 165^2 + 155^2 - 2 \cdot 165 \cdot 155 \cdot \cos B \\
 \cos B &= 0,13 \\
 B &= 81,9^\circ \\
 C &= 180 - 81,9 - 51,1 \\
 C &= 47^\circ
 \end{aligned}$$

2.2.3 Representação das forças atuantes na estrutura

Figura 4- representação das forças atuantes na estrutura



Fonte: Autor próprio, 2023

2.2.3.1 Cálculo das forças e momento na estrutura em sistema fechado

$$\begin{aligned}\sum F_x &= F2 \cdot \cos 60^\circ + HB \\ \sum F_y &= F2 \cdot \cos 60^\circ - 3,7 + VB\end{aligned}\quad (3)$$

$$M_{AB} = (F2 \cdot \cos 60^\circ) \cdot 389,7 + 3,7 \cdot 259,8$$

$$(F2 \cdot \cos 60^\circ) \cdot 389,7 + 3,7 \cdot 259,8 = 0$$

$$F2 = -4,93 \downarrow$$

$$4,93 \text{ N}$$

(4)

$$F2 \cdot \cos 60^\circ + HB = 0$$

$$-4,93 \cdot \cos 60^\circ + HB = 0$$

$$HB = 2,46 \text{ N}$$

$$F2 \cdot \cos 60^\circ - 3,7 + VB = 0$$

$$-4,93 \cdot \cos 60^\circ - 3,7 + VB = 0$$

$$VB = 6,16 \text{ N}$$

$$\sum F_x = HA + F3 \cdot \cos 52,8 + F2 + HB$$

$$\sum F_y = VA - F3 \cdot \sin 52,8 - 3,7 + VB$$

$$M_A = (-F3 \cdot \sin 52,8^\circ) \cdot 150 - 3,7 \cdot 409,8 - F2 \cdot 174,35 + HB \cdot 293 + VB \cdot 295 = 0$$

$$(-F3 \cdot \sin 52,8^\circ) \cdot 150 - 3,7 \cdot 409,8 - (-4,93) \cdot 174,35 + 2,46 \cdot 293 + 6,16 \cdot 295 = 0$$

$$-119,48 \cdot F3 - 1516,26 + 859,54 + 720,78 + 1817,2 = 0$$

$$-119,48 \cdot F3 = -1881,26$$

$$F3 = 15,7 \text{ N}$$

$$HA + F3 \cdot \cos 52,8 + F2 + HB = 0$$

$$HA + 15,7 \cdot \cos 52,8 + (-4,93) + 2,46 = 0$$

$$HA + 9,49 - 4,93 + 2,46 = 0$$

$$HA = -7,02$$

$$HA = 7,02 \text{ N}$$

$$VA - F3 \cdot \sin 52,8 - 3,7 + VB = 0$$

$$VA - 15,7 \cdot \sin 52,8 - 3,7 + 6,16 = 0$$

$$VA = 10 \text{ N}$$

2.2.3.2

Cálculo das forças e momento na estrutura em sistema aberto

$$\sum F_x = F2 \cdot \cos 47^\circ + HB$$

$$\sum F_y = F2 \cdot \cos 47^\circ - 3,7 + VB$$

$$M_{AB} = (F2 \cdot \cos 47^\circ) \cdot 389,7 + 3,7 \cdot 259,8$$

$$(F2 \cdot \cos 47^\circ) \cdot 389,7 + 3,7 \cdot 259,8 = 0$$

$$F2 = -3,61 \downarrow$$

$$3,61 \text{ N}$$

$$F2 \cdot \cos 47^\circ + HB = 0$$

$$-3,61 \cdot \cos 47^\circ + HB = 0$$

$$HB = 2,46 \text{ N}$$

$$F2 \cdot \cos 47^\circ - 3,7 + VB = 0$$

$$-3,61 \cdot \cos 47^\circ - 3,7 + VB = 0$$

$$VB = 6,16 \text{ N}$$

$$\sum F_x = HA + F3 \cdot \cos 74,6 + F2 + HB$$

$$\sum F_y = VA - F3 \cdot \sin 74,6 - 3,7 + VB$$

$$M_A = (-F3 \cdot \sin 74,6^\circ) \cdot 150 - 3,7 \cdot 409,8 - F2 \cdot 174,35 + HB \cdot 293 + VB \cdot 295 = 0$$

$$(-F3 \cdot \sin 74,6^\circ) \cdot 150 - 3,7 \cdot 409,8 - (-4,93) \cdot 174,35 + 2,46 \cdot 293 + 6,16 \cdot 295 = 0$$

$$-144,61 \cdot F3 - 1516,26 + 859,54 + 720,78 + 1817,2 = 0$$

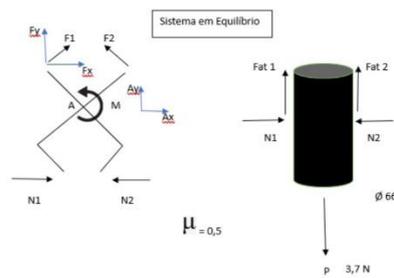
$$-144,61 \cdot F3 = -1233,26$$

$$F3 = 8,52 \text{ N}$$

$$\begin{aligned}
 HA + F3 \cdot \cos 74,6 + F2 + HB &= 0 \\
 HA + 8,52 \cdot \cos 74,6 + (-3,61) + 2,46 &= 0 \\
 HA + 2,26 - 3,61 + 2,46 &= 0 \\
 HA &= -1,51 \\
 HA &= 1,51 \text{ N} \\
 VA - F3 \cdot \sin 74,6 - 3,7 + VB &= 0 \\
 VA - 8,52 \cdot \sin 74,6 - 3,7 + 6,16 &= 0 \\
 VA &= 5,75 \text{ N}
 \end{aligned}$$

2.2.4 Representação das forças aplicadas na pinça (Garra)

Figura 5- representação das atuantes na estrutura



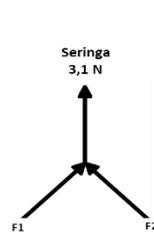
Fonte: Autor próprio, 2023

2.2.4.1 Aplicação dos cálculos na garra

$$\begin{aligned}
 \sum Fy &= 0 \\
 fat_1 + fat_2 - 3,7 &= 0 \\
 \mu \cdot N + \mu \cdot N - 3,7 &= 0 \\
 0,6 \cdot N + 0,6 \cdot N &= 3,7 \\
 1,2N &= 3,7 \\
 N &= 3,1 \text{ N} \quad (5) \\
 N1 &= N2 \\
 N1 &= \frac{3,1}{2} \\
 N1 &= 1,54 \text{ N}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\sum F_x &= 0 \\ -F \cdot \cos 45^\circ + F \cdot \cos 45^\circ &= 0 \\ \sum F_y &= 0 \\ -F \cdot \sin 45^\circ + F \cdot \sin 45^\circ &= 0 \\ F &= 2,19N\end{aligned}$$

- Prova real das forças em equilíbrio



$$\begin{aligned}F_1 &= F_2 \\ F_1 = F_2 &= 2,19 N \\ \sqrt{2,19^2 + 2,19^2} &= 3,1 N \quad (6)\end{aligned}$$

- Força no ponto A

$$\begin{aligned}\sum F_x &= 0 \\ F \cdot \cos 45^\circ + AX - N_2 &= 0 \\ \sum F_y &= 0 \\ 3,1 + F \sin 45^\circ + AY &= 0 \\ \sum MA &= 0 \\ (F \cdot \cos 45^\circ) \cdot 45 - 1,54 \cdot 45 + F \cdot \sin 45^\circ \cdot 45 &= 0 \\ F &= 0,98N \\ F \cdot \cos 45^\circ + AX - N_2 &= 0 \\ 0,98 \cdot \cos 45^\circ + AX - 1,54 &= 0 \\ AX &= 0,84N \\ 3,1 + F \sin 45^\circ + AY &= 0 \\ 3,1 + 0,98 \cdot \sin 45^\circ + AY &= 0 \\ AY &= -3,79 N\end{aligned}$$

2.2.4.2 Cálculo das seringas

- Atuador F3

$$\begin{aligned}P &= \frac{P}{F} \rightarrow P = \frac{15,7}{\frac{\pi \cdot 18,7^2}{4}} = 0,057 N \\ P &= \frac{P}{F} \rightarrow 0,057 N = \frac{F}{\frac{\pi \cdot 18,7^2}{4}} \rightarrow F = 15,7 N/m m^2 = 1,6 kgf\end{aligned}$$

$$D = 72,8mm$$

- Atuador F2

$$P = \frac{P}{F} \rightarrow P = \frac{F}{\frac{\pi \cdot D^2}{4}} \rightarrow P = \frac{4,93}{\frac{\pi \cdot 14^2}{4}} = 0,032 \text{ N/m}^2 \quad \text{ATUADOR}$$

$$0,032 \text{ N/m}^2 = \frac{F}{\frac{\pi \cdot 18,7^2}{4}} \rightarrow F = 8,78 \text{ N} = 0,88 \text{ kgf} \quad \text{BOMBA}$$

$$V = A \times D \quad \text{Onde: } 20\text{ml} = 20000\text{mm}^3 \text{ e } 5\text{ml} = \text{mm}^3$$

$$20000\text{mm}^3 = \frac{\pi \cdot 18,7^2}{4} \cdot D \rightarrow D = 72,8\text{mm}$$

- Pi

$$5000\text{mm}^3 = \frac{\pi \cdot 14^2}{4} \cdot D \rightarrow D = 32,5\text{mm}$$

$$P = \frac{F}{A} \rightarrow \frac{3,1}{\frac{\pi \cdot 18,7^2}{4}} = 0,011 \text{ N/m}^2$$

Como as medidas das seringas do atuador e bomba são iguais, a força da bomba será de 3,1 N ou 0,31 kgf.

$$20000\text{mm}^3 = \frac{\pi \cdot 18,7^2}{4} \cdot D \rightarrow D = 72,8\text{mm} \quad (8)$$

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados obtidos no desenvolvimento do projeto foram satisfatórios, uma vez que conseguimos atingir o objetivo geral, sendo este deslocar o material até a distância proposta de 300 mm, onde, o dimensionamento estrutural do braço foi fundamental pois garantiu a segurança e eficiência do equipamento durante o seu funcionamento.

Figura 6- Protótipo: estrutura do braço



Fonte: Autor próprio, 2023

Figura 7- Sistema entre a garra e lata



Fonte: Autor próprio, 2023

Figura 8- Atuadores (seringas)



Fonte: Autor próprio, 2023

4. CONCLUSÃO

Conclui – se, com o projeto do braço mecânico hidráulico controlado por seringas que os resultados obtidos fizeram com que os integrantes entendessem mais sobre o mecanismo hidráulico, e suas possíveis aplicações na engenharia mecânica (Durante a execução do projeto algumas dificuldades foram observadas, tais como o dimensionamento das peças; A construção da base giratória, entre outros fatores.

De acordo com a manipulação do mecanismo hidráulico que consiste basicamente em gerar movimento ou força através da pressurização de um fluido, resultando no que chamamos de força mecânica.

O desenvolvimento deste protótipo se fez de grande importância no processo de ensino e aprendizado, pois, colocamos em prática muitos dos conceitos aprendidos de forma teórica em sala de aula ao longo da nossa formação acadêmica. Portanto, é notório que a pesquisa nos instigou de maneira que pudéssemos realizar um trabalho que superasse nossas expectativas.

REFERÊNCIA

COELHO, João Carlos Martins. **Energia e fluidos**: mecânica dos fluidos. Volume 2. [recurso eletrônico] São Paulo: Blucher, 2016.

MACINTYRE, Archibald Joseph. **Instalações hidráulicas**: prediais e industriais. 4.ed. Rio de Janeiro: LTC, 2017.

SANTOS, S. L. **Bombas e Instalações Hidráulicas**. São Paulo: Editora LTCE, 2007.

BEER, Ferdinand Pierre; JONNSTON JR., E. Russel. **Resistência dos materiais**: mecânica dos materiais. São Paulo: McGraw Hill, 2006.

HIBBELER, Russel C. **Resistência dos materiais**. [recurso eletrônico] 7. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2013.

MELCONIAN, Sarkis. **Mecânica técnica e resistência dos materiais**. 19. ed. São Paulo: Érica, 2013.