



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SÃO PAULO
CAMPUS SÃO JOSÉ DOS CAMPOS

Weller Pereira Gonçalves
Willian Henrique de Souza
Washington Camargo
Rodrigo Antonio dos Santos

CONSTRUÇÃO DA PARTE MECÂNICA DO BRAÇO ROBÓTICO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo – Campus São José dos Campos, como requisito para obtenção do Título de Técnico em Mecânica sob orientação do Professor (a) Valdeci Donizete Gonçalves e Co-orientação do Professor (a) Luiz Gustavo de Oliveira e Danilo Eduardo Braga.

São José dos Campos
2014

Gonçalves, Weller; Souza, Willian; Camargo Washington; Santos, Rodrigo.

Construção da parte mecânica do braço robótico/São José dos Campos,SP,2014.

Trabalho de conclusão de curso (Técnico em Mecânica) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo-Campus São José dos Campos. Orientação: Prof.Valdeci Donizete Gonçalves.

1. Introdução. 2. Objetivo. 3. Metodologia. 4. Custos do projeto. 5. Cálculos realizados.

BANCA EXAMINADORA

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) defendido e aprovado em
_____ de _____ de 2014, pela banca examinadora constituída pelos
professores:

Professor Valdeci Donizete Gonçalves
Orientador

Professor Luiz Gustavo de Oliveira
Co-orientador

Técnico em Laboratório Danilo Eduardo Braga
Co-orientador

Aos nossos queridos pais, esposas e filhos: Francisco Gonçalves da Silva, Juvenita Pereira da Silva, Elidense Gonçalves de Oliveira, Maria Eufrazia M. Camarago, Joana Darc N. Camargo, Sara N. Camargo, Vitor Hugo Camargo, Rosangela Arruda Moraes Santos, Rodrigo Antonio dos Santos Jr., Luiz Gustavo Costa Santos, Ana Maria de Souza Morgado.

Dedico

Agradecimentos

Muitas pessoas, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho. Em especial gostaríamos de agradecer:

O orientador, Valdeci, por acreditar em nossa capacidade, valorizar o nosso trabalho e contribuir para o nosso crescimento pessoal e intelectual.

Os co-orientadores, professores (as) Luiz Gustavo, Vania e Danilo Braga por todo auxílio, atenção e amizade.

A todos os professores que lecionaram a nossa turma ao longo destes dois anos.

A todos os colegas de sala, pela amizade, companheirismo e todas as dificuldades que passamos juntos ao longo destes dois anos.

Aos técnicos de laboratório Danilo Eduardo Braga (Técnico em eletrônica) e Marcela Dalprat Alegre (Técnica em mecânica), pela assessoria prestada.

SUMÁRIO

| | |
|--|------|
| LISTA DE FIGURAS | vii |
| LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS | viii |
| RESUMO..... | ix |
| ABSTRACT | x |
| 1. INTRODUÇÃO..... | 1 |
| 2. OBJETIVOS | 2 |
| 3. METODOLOGIA..... | 3 |
| 4. CUSTO DO PROJETO | 6 |
| 5.CALCULOS REALIZADOS..... | 7 |
| 6. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA | 8 |
| 6.1. Eletroímã | 8 |
| 6.2. Motores com redutor de velocidade | 8 |
| 6.3. Aço carbono..... | 8 |
| 6.4. Torque..... | 8 |
| 8. CONCLUSÃO..... | 10 |
| 9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 11 |

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1- Usinando o eixo na oficina mecânica da escola3
- Figura 2- Motor de 12 Volts com redutor de velocidade.....4

LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

| | |
|---------|-----------------------------------|
| DC - | Corrente continua |
| kg - | Quilograma |
| mm - | Milímetros |
| RPM - | Rotações Por Minuto |
| N – | Newton |
| Kgf.cm- | Quilograma força vezes centímetro |
| N.mm- | Newton vezes milímetro |
| F- | Força |
| d- | Distância |
| cm- | Centímetro |
| m- | Massa |
| g- | Gravidade |
| mr- | Massa real |
| Mt- | Momento torçor |
| mb- | Massa do braço |

RESUMO

Este artigo descreve o processo de desenvolvimento da parte mecânica de um braço robótico, articulado verticalmente com três juntas de rotação, utilizando um eletroímã em substituição a garra mecânica.

No geral o processo é dividido em quatro partes que aborda o projeto, sendo elas: execução da parte mecânica do braço, parte mecânica do carrinho e os processos de automação e programação do braço.

Palavras chaves: Braço robótico, juntas de rotação, eletroímã.

ABSTRACT

This article describes the development process of the mechanical part of a robotic arm with three joints vertically hinged rotation, using an electromagnet to replace mechanical claw.

Overall the process is divided into four parts that addresses the project. Execution of mechanical arm, mechanical part of the trolley and the process automation and programming arm.

Key words: Robotic Arm, Rotational Joints, Electromagnet.

1. INTRODUÇÃO

Na sociedade atual, há uma crescente necessidade de se realizar tarefas nas quais o grau de periculosidade é elevado ou que necessitem de alta precisão e produtividade em escala. Para se realizar tais tarefas, se faz cada vez mais necessária a presença de dispositivos automatizados que apresentem uma boa relação custo benefício, além de um alto grau de confiabilidade e adaptabilidade. A robótica é a área que se preocupa com o desenvolvimento de tais dispositivos, valendo-se de sua característica multidisciplinar busca o desenvolvimento e a integração de técnicas para a criação de robôs cada vez mais evoluídos.

O trabalho teve como foco de pesquisa e instrumento de aprendizagem, a parte mecânica de braços robóticos, abordando também alguns conceitos de robótica. Nele foi projetado e implementado um braço robótico articulado verticalmente com três motores, um eletroímã, no qual consegue movimentar objetos de acordo com os comandos passados pela parte automatizada (Braga, C.Newton 2014).

Este trabalho descreve todas as etapas do desenvolvimento da parte mecânica do braço robótico detalhando os passos do projeto.

2. OBJETIVOS

Projetar e construir a parte mecânica de um braço robótico utilizando três motores com redutor de velocidade e um eletroímã com controle automatizado para movimentar e levantar pesos de até 0,2 kg.

Colocar em prática conhecimentos e conceitos vistos em sala de aula, entender os mecanismos do braço mecânico e compreender os processos de construção do mesmo.

3. METODOLOGIA

Para desenvolver o projeto foram utilizados os laboratórios de mecânica, eletrônica e informática da escola, utilizando as seguintes máquinas e equipamentos: Torno convencional, fresadora convencional, furadeira de bancada e serra de fita.

Foram utilizados os seguintes instrumentos de medição para a aferição de medidas das peças que compõe o projeto: paquímetro e trena.

Foram utilizadas as seguintes ferramentas: Morsa, limas, lixas, chave allen, alicate, martelo, punção, tesoura.

Um exemplo prático deste projeto se refere aos ciclos de desenvolvimento da parte mecânica do braço.



Figura 1: Usinando o eixo na oficina mecânica da escola.

3.1 A escolha do material:

Para se escolher o material foi necessário definir a estrutura do braço, considerando seu pequeno porte, custo final e a dificuldade de modelar com as ferramentas que tivemos.

Chegamos à conclusão de utilizar os seguintes materiais: chapas de aço carbono, com espessuras de 0,95 mm, 1,55mm, 1,95 mm e 2,3mm, tarugos de aço treilado para torneamento dos eixos, buchas, parafusos, arruelas, rolamentos, mancais, 3 motores de 12 V com redutor de R.P.M. e um eletroímã utilizado no lugar da garra.

Utilizamos chapas de aço carbono para a construção da estrutura e base do braço, levando em consideração que: o material é muito resistente, e tem um bom acabamento, mas tivemos problemas com o seu peso, que será relatado no tópico de resultados e discussões.

Os cortes e usinagem das peças foram realizados de acordo com as medidas das peças, que foram desenhadas anteriormente no software solidworks®, trabalhando com uma tolerância de 1mm para mais ou para menos.

3.2. A escolha do motor:

Escolhemos o motor de 12 V DC com redutor de velocidade, pelo fato de ser alimentada por uma bateria de 12 V e ter maior precisão no controle dos movimentos do braço robótico. No total foram utilizados 3 motores, que pesa 0,6 kg cada.



Figura 2: Motor de 12 Volts com redutor de velocidade.

3.3. A escolha do eletroímã:

Escolhemos o eletroímã por causa da dificuldade de projetar uma garra e devido à alimentação dos motores serem a bateria de 12 V. Enfrentamos a dificuldade de encontrar o eletroímã no mercado, que será relatado no capítulo de resultados e discussões.

3.4. Desenvolvimento do braço

O modelo de braço robótico com articulação vertical e três juntas de rotação foi o escolhido para este projeto, as medidas das peças que compõem o braço mecânico foram definidas de acordo com a necessidade de alcance do braço (todas as medidas podem ser vista no anexo 1.) Todas as chapas de aço foram serradas na serra de fita, ou cortadas com tesoura manual e depois rebarbadas com lima para retirada do excesso e para o acabamento final, todos os furos foram feitos utilizando a furadeira de bancada e brocas de acordo com seus respectivos diâmetros.

Para se ter um melhor acoplamento do braço, e para giro de 360 ° utilizamos como base 3 flanges (Chapas no formato de circunferência) de 200mm, 235mm e 320mm.

Para a montagem do braço em cada furo foram utilizados parafusos, rolamentos e arruelas para a fixação das peças.

A garra (Eletroímã) foi fixada ao braço sendo feito um furo de diâmetro 4mm no perfil em "U" .

As peças foram pintadas utilizando spray para pintura na cor preto e azul, para dar um melhor acabamento, visibilidade para a parte mecânica do braço robótico.

4. CUSTO DO PROJETO

Antes de iniciar a parte prática do projeto, fizemos reuniões entre os membros do grupo, para trocarmos opiniões e pesquisar os materiais de boa qualidade e melhor custo benefício, e este objetivo foi alcançado.

Os motores de 12 V foram doados ao projeto via negociação do professor orientador Valdeci.

O eletroímã teve um custo de R\$ 55,00, comprado via site na internet.

As chapas de aço carbono tiveram um custo total de R\$ 29,00, comprado em depósitos de sucata da cidade.

Os tarugos de aço que foram utilizados para a usinagem dos eixos tiveram um custo de R\$ 15,00, comprados em depósitos de sucata da cidade.

Os parafusos, arruelas, porcas, buchas, rolamentos, tiveram um custo total de R\$ 48,00, e foram comprados em lojas especializadas de vendas de parafusos.

Os sprays utilizados para pintura das peças tiveram um custo total de R\$ 22,00, e foram comprados em loja de vendas de produtos para pintura.

Para impressões, Xerox, e encadernar a parte teórica do projeto tivemos um custo total de R\$ 50,00.

Sendo assim, o custo total do projeto foi de R\$ 219,00, levando em consideração que utilizamos as máquinas, equipamentos e ferramentas da escola, caso contrário o custo seria bem maior.

5.CALCULOS REALIZADOS.

Para saber o peso real que o braço mecânico vai suportar levantar realizamos os cálculos que são relacionados à resistência de materiais, considerando o torque do motor, comprimento e peso do braço.

Primeiro realizamos a conversão de kgf.cm para N.mm

$$1 \text{ kgf.cm} = 98,07 \text{ N.mm}$$

$$101 \text{ kgf.cm} = 9905 \text{ N.mm}$$

Após a conversão aplicamos a fórmula com os dados do torque (Torque do Motor), força e distância (Comprimento do Braço):

$$M_t (\text{Torque}) = F (\text{Força}) \cdot d (\text{Distância})$$

$$9905 \text{ N} = F \cdot 420\text{mm}$$

$$F = 23,5 \text{ N (Força total suportada)}$$

Para saber a massa total suportada aplicamos a seguinte fórmula:

$$F (\text{Força}) = m (\text{Massa}) \cdot g (\text{Gravidade})$$

$$M = 23,5 \text{ N} / 9,8 \text{ m/s}^2 = 2,4 \text{ kg de massa total suportada.}$$

Para saber a massa real levantada aplicamos a seguinte fórmula:

$$m_r (\text{Massa Real}) = M_t (\text{Momento Torsor}) - m_b (\text{Massa Braço})$$

$$m_r = 2,4 \text{ kg} - 2 \text{ kg}$$

$m_r = 0,4 \text{ kg}$, trabalhando com um limite de segurança de 50% o braço robótico suporta levantar peso de até 0,2 kg, ou seja, 200 gramas.

6. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

6.1. Eletroímã

É um dispositivo que utiliza corrente elétrica para gerar um campo magnético, semelhantes àqueles encontrados nos ímãs naturais. É geralmente construído aplicando-se um fio elétrico espiralado ao redor de um núcleo de ferro, aço, níquel ou cobalto ou algum material ferromagnético (Braga, 2014).

6.2. Motores com redutor de velocidade

Um motor com redutor de velocidade é um equipamento mecânico que tem como função principal a redução da rotação de um acionador (Lima, 2006).

6.3. Aço carbono

É uma liga metálica formada essencialmente por aço e carbono, distingue-se de ferro fundido que também é uma liga de ferro carbono, mas com teor de carbono menor (Neto, 2010).

6.4. Torque

É uma força que tende a rodar ou virar objetos. Você gera um torque toda vez que aplica a força usando uma chave de boca. Apertar as porcas das rodas de seu carro é um bom exemplo. Quando você usa uma chave de roda, aplica determinada força para manejá-la. Essa força cria um torque sobre o eixo da porca, que tende a girar este eixo (Nice, 2014).

7. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste capítulo vamos descrever os pontos positivos e negativos, colocando as dificuldades encontradas e sugerindo melhorias para projetos futuros.

7.1. Sobre o material:

Apesar de obter êxito com o funcionamento do braço mecânico, fica a sugestão para que em projetos futuros façam testes com chapas de menor espessura ou outro tipo de material como acrílico ou alumínio, para se fazer uma comparação sobre o rendimento do motor e sobre a massa real levantada pelo braço, uma das dificuldades encontradas em relação ao material foi o seu peso, pois tivemos que fazer furos de alívio para reduzir o peso de toda a estrutura do braço, pois após realizar os cálculos, chegamos a conclusão de que para se levantar 0,2 kg de massa real, a estrutura poderia ter no máximo 2 kg.

7.2. Sobre o eletroímã:

Um dos problemas encontradas em relação a este tipo de material é a dificuldade de encontra-lo no mercado, e fica a sugestão para que em projetos futuros façam o teste com uma garra mecânica, para fazer uma comparação sobre a quantidade de peso suportada.

8. CONCLUSÃO

Apesar das dificuldades encontradas, como ter que fazer furos na chapa que compõe a estrutura do braço para reduzir o seu peso, e a dificuldade de projetar e construir uma garra mecânica, fazendo com que fôssemos pesquisar outros tipos de materiais onde optamos pela compra do eletroímã, que também tivemos problemas para encontra-lo no mercado, este trabalho foi finalizado. Conseguimos atingir o objetivo, calculando e aplicando a resistência dos materiais utilizados fazendo com que o braço com o eletroímã levantasse o peso desejado 0,2 kg e tendo uma boa relação custo benefício.

9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Ashby, Michael F. and Jones, David R. H.. *Engineering Materials 2*. with corrections ed. Oxford: Pergamon Press, 1992. [ISBN 0-08-032532-7](#).

<http://pt.wikipedia.org/wiki/A%C3%A7o>

<http://www.industriahoje.com.br/redutor-velocidade>.

Eletroímã (em [português](#)). R7. Brasil Escola. Página visitada em 02 de junho de 2013.

<http://pt.wikipedia.org/wiki/Eletro%C3%ADm%C3%A3>.

Newton C.Braga, **fundamentos de robótica, site próprio, 2014 disponível em:**

<http://www.newtoncbraga.com.br/index.php/robotica/777-fundamentos-de-robotica-e-mecatronica-mec001.html>.

(Nice Karim) **sobre o que é torque? Disponível em:**

<http://ciencia.hsw.uol.com.br/forca-potencia-torque-energia4.htm>

Lima Luciano A, Adriano, **como projetar motores com redutor de velocidade, disponível em:**

<http://www.aviacaoexperimental.pro.br/aero/tecnica/motores/redutor.pdf>.

Neto S. Osvaldo, **artigo científico, disponível em:**

<http://www.ebah.com.br/content/ABAAAhawAF/pfa-artigo-influencia-carbono-conformabilidade>.

ANEXOS



















