

article info

Article history:

Received 1 November 2016

Accepted 3 January 2017

Available online 22 August 2017

## PROJETO DE UM MANIPULADOR ROBÓTICO

LUÍS FILIPE LOPES DE CARVALHO

Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Engenharia de Produção e Mecânica  
Avenida Peter Henry Rolfs s/n – 36750-900 – Viçosa – MG  
luis.carvalho@ufv.br

### 1. INTRODUÇÃO

O desenvolvimento de robôs ou de outros dispositivos eletromecânicos se dá pela necessidade de alta produção, que requer velocidade e precisão que excedem os limites físicos do ser humano, bem como em ambientes hostis ou desconfortáveis. Robôs realizam tarefas e operações de maneira precisa e não requerem elementos comuns de segurança, que são indispensáveis em operações com humanos. Entre as aplicações mais comuns de robôs industriais destacam-se: soldagem, pintura, fabricação, montagem e inspeção (Niku, 2013).

Este trabalho apresenta o projeto e a implementação de um manipulador robótico antropomórfico, que irá simular o movimento de um braço humano, com auxílio dos *softwares SolidWorks® e MatLab®*. As principais peças do manipulador foram impressas em uma impressora 3D do departamento de Engenharia Elétrica na UFV.

### 2. METODOLOGIA

O manipulador robótico desenvolvido é composto por três juntas rotacionais. O projeto utilizou o *software SolidWorks®* e códigos no *MatLab®*. Tais ferramentas de projeto possibilitaram a análise da montagem, bem como a determinação teórica das propriedades de massa, que são os momentos e produtos de inércia dos diversos corpos que compõem o manipulador robótico, além das coordenadas dos centros de gravidade dos elos. Além disso, também foi realizada análise estrutural para a determinação de esforços das juntas.

As peças foram projetadas para serem leves, minimizar os erros na impressão, minimizar o gasto de material e o tempo de impressão, tendendo a uma geometria quadrada. Assim sendo, chegou-se a uma configuração estrutural que resiste aos esforços mecânicos que são solicitados na execução das tarefas. A Fig. 1 mostra uma vista isométrica do modelo.

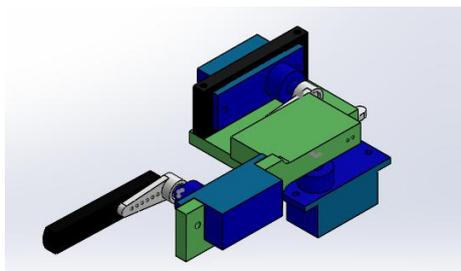


Figura 1 – Vista isométrica do manipulador robótico.

A confecção dos principais componentes foi feita através de uma impressão 3D. O material utilizado para impressão foi o Poliacido láctico (PLA), por ter boa resistência mecânica e baixa

massa específica. Nos testes realizados no *SolidWorks*<sup>®</sup>, utilizaram-se os parâmetros do Acrilonitrila butadieno estireno (ABS) por causa da falta dos parâmetros do PLA em seu banco de dados. Entretanto, a similaridade de características entre esses dois materiais não comprometeu as averiguações.

A base deve suportar todos os esforços mecânicos, sendo fundamental uma elevada rigidez nos momentos de forças atuantes. Foi fabricada em placa metálica, e como suas partes são fixas, seu peso não compromete o desempenho dos motores. Para os servos motores, escolheu-se o micro servo 9g SG90, fabricado pela *TowerPro*, visto que o mesmo se adequa aos requisitos do projeto apresentando peso reduzido e bom torque, além de ser de fácil obtenção e preço acessível. Com o auxílio do *SolidWorks*<sup>®</sup> determinou-se as propriedades de massa e volume das peças do manipulador. Todas foram consideradas maciças. O tempo total de impressão foi de 1 hora e 26 minutos e o peso estipulado para todo é de 40 gramas. Todas as fixações foram feitas através de parafusos.

Para evitar aumentar a complexidade das peças e assim diminuir a probabilidade de erro na impressão 3D, o sistema de guia para o cabeamento do manipulador foi feito através de abraçadeira plástica, pois é um material leve que não adiciona uma massa expressiva ao conjunto. Visando minimização de torques nos atuadores, o manipulador foi projetado de maneira que os eixos das juntas rotacionais estivessem alinhados. As peças que compõem o braço robótico podem ser vistas nas Fig. 2 e 3 (suas cotas estão em mm.) e suas especificações Tab. 1.

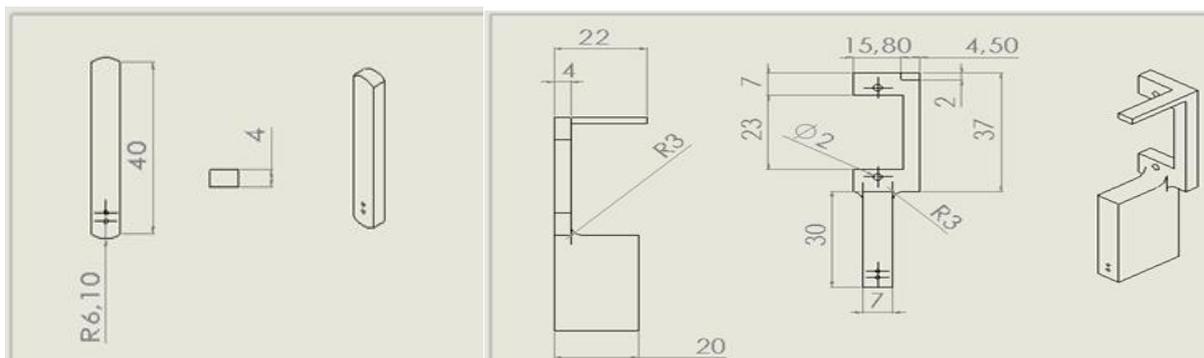


Figura 2 – Peças do antebraço e bíceps.

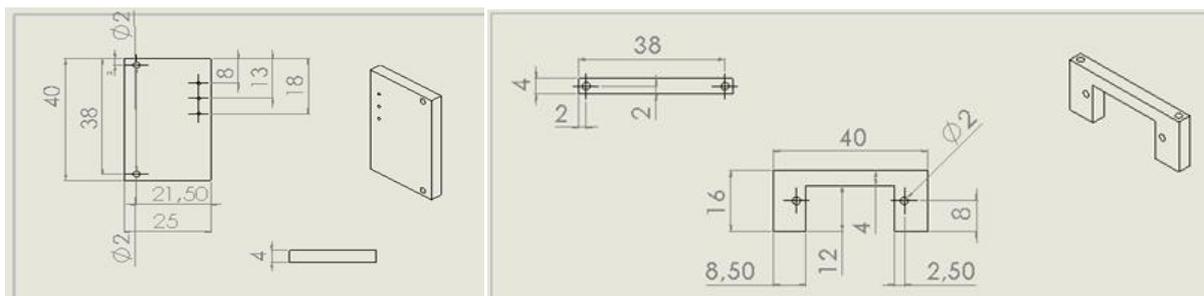


Figura 3 – Primeira e segunda peça do ombro.

Tabela 1 – Especificações do manipulador robótico.

	Antebraço	Bíceps	Ombro 1	Ombro 2
Massa	1,18g	5,53g	4,04g	1,36g
Volume	1155,71mm <sup>3</sup>	5425,15mm <sup>3</sup>	3965,44mm <sup>3</sup>	1330mm <sup>3</sup>
Área de superfície	982,63mm <sup>2</sup>	3139,96mm <sup>2</sup>	2590,69mm <sup>2</sup>	1498,19mm <sup>2</sup>

### 3. RESULTADOS

Para calcular os esforços nos elos do manipulador levou-se em consideração a função principal do manipulador robótico, que é a de executar uma trajetória em linha reta no espaço cartesiano. Dessa forma, não existe a necessidade do levantamento de qualquer tipo de carga pelo manipulador, restando aos componentes inferiores a função de sustentação dos componentes superiores e aos componentes superiores a sustentação do seu próprio peso.

As Fig. 4 e 5 mostram as principais tensões atuantes no manipulador segundo cálculos realizados pelo sistema CAD. As cores na escala da análise representam o quanto as peças estão próximas da falha, elas variam de vermelho a azul, sendo o vermelho o ponto crítico.

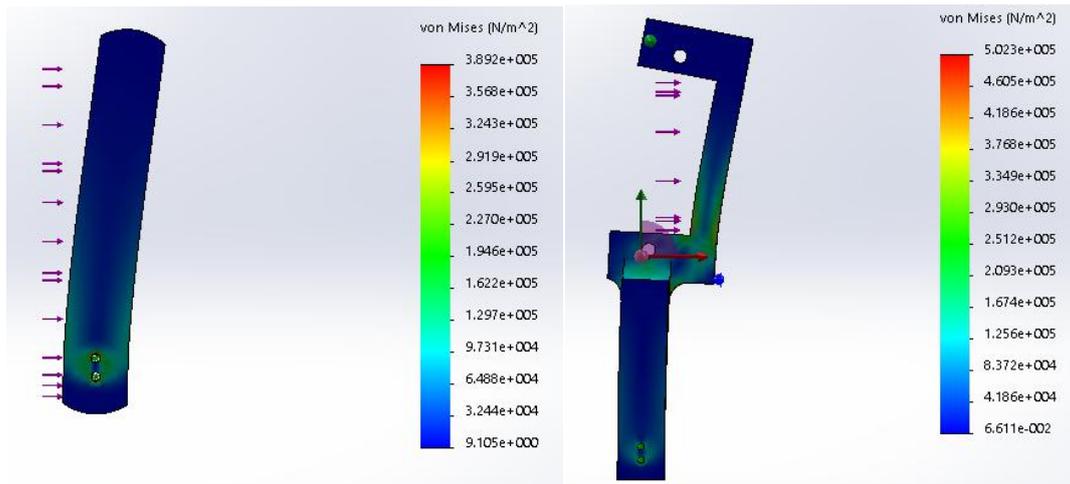


Figura 4 – Esforços nas peças do antebraço e bíceps respectivamente.

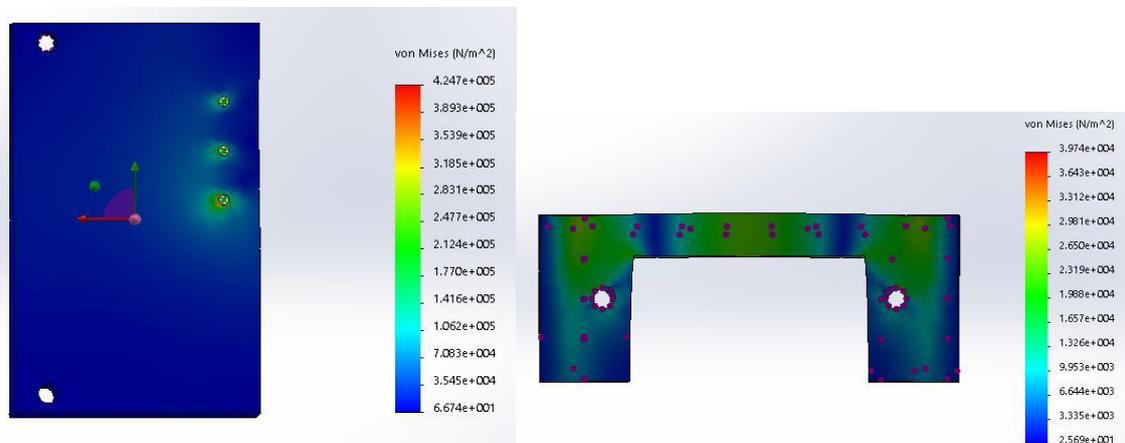


Figura 5 – Esforços na primeira e segunda peça do ombro.

### 4. CONCLUSÃO

Os torques encontrados para todos os motores foram baixos, devido ao baixo peso do braço mecânico, o primeiro servomotor foi o mais solicitado com um torque de 8N.mm, esse valor está bem abaixo do torque disponível para o servomotor que é de aproximadamente 120 N.mm para 4,8 V e 160 N.mm para 6 V segundo o fabricante. Na análise de esforços, como se pode notar pelas Fig. 4 e 5, todos os componentes apresentam coloração azul escura, ou seja, não estão próximos da ruptura, garantindo desta maneira a integridade e com funcionamento do braço mecânico.

### REFERÊNCIAS

NIKU, S. B. “*Introdução à Robótica*”. 2 ed. Rio de Janeiro: LTC, 2013.