

Análise e detalhamento de requisitos para o Projeto de Implementação de sistema de telemedicina para exames de ultrassom à distância (Eng. Automotiva/Aeroespacial)

Projeto Integrador 1 – Turma E

Profª: Mariana Costa Bernardes Dias

Gerente de área: Marcos Paulo Miranda Costa

Introdução

Como parte do escopo do Projeto de Implementação de sistema de telemedicina para exames de ultrassom à distância, foi delegada para os alunos das Engenharias Automotiva e Aeroespacial a construção de um braço mecânico capaz de movimentar o transdutor responsável pelo exame de ultrassom. A peça seria uma das partes essenciais do projeto, que tem o objetivo de viabilizar para comunidades carentes e regiões distantes dos grandes centros urbanos a realização de exames de ultrassom e o acesso ao atendimento médico de qualidade.

Para atender às necessidades de projeto, foi definida uma série de pré-requisitos iniciais, dentre os quais estão a capacidade da peça em se movimentar com eficiência (translação e rotação), a leveza dos materiais e a transportabilidade do braço em caso de transferência de equipamentos, bem como a confiabilidade e segurança das peças para a utilização em ambiente hospitalar (médico). Todos os requisitos estabelecidos são devidamente detalhados ao longo deste trabalho. Uma vez que o objetivo do projeto está em realizar exames à distância, também fora decidido que o braço mecânico teria de ser controlado por meio de mecanismos eletrônicos, com base na manipulação de um *joystick* por um médico especializado em uma unidade de controle pré-definida. O controle do equipamento seria então efetuado via *internet*, sem que fosse necessária a presença do médico nos locais de exame, estes muitas vezes de difícil acesso.

O projeto foi efetuado numa colaboração entre os alunos das Engenharias Automotiva, Aeroespacial, Eletrônica, Energia e de Software, durante a disciplina de Projeto Integrador 1 da Universidade de Brasília (UnB) – Campus Gama. Cada área tornou-se responsável por uma função no projeto, com o objetivo de entregar ao final da disciplina um protótipo funcional da ideia inicialmente proposta pelo professor.

Objetivo

O objetivo do presente trabalho consiste na construção de um braço mecânico capaz de movimentar o transdutor responsável pela realização de exames de ultrassom. Como exigências para o projeto estão a liberdade de movimentação do equipamento (translação e rotação), a leveza dos materiais constituintes e transportabilidade da peça como um todo, assim como a segurança e a confiabilidade da mesma. O braço mecânico constitui uma das partes essenciais do Projeto de Implementação de sistema de telemedicina para exames de ultrassom à distância.

Metodologia

Para que fosse possível a implementação do projeto, o grupo constituído pelos alunos das Engenharias Automotiva e Aeroespacial foi dividido em dois subgrupos de pesquisa e desenvolvimento. O primeiro teve como objetivo a criação de um protótipo em CAD (Catia e/ou similares) reunindo características essenciais do projeto, a exemplo de suas dimensões, formato, materiais, análise estrutural, encaixe de peças, etc no intuito de trazer uma perspectiva concreta do que seria construído em um aparelho real. Para alcançar tal objetivo, o grupo de trabalho teve ainda que pesquisar e analisar iniciativas semelhantes à proposta estabelecida para o braço mecânico, com a intenção de conhecer melhor os equipamentos já desenvolvidos na área médica para tal fim. O segundo subgrupo criado, por sua vez, teve a função de análise e escolha dos materiais que irão compor o braço mecânico como um todo. Questões como leveza, transportabilidade, viabilidade econômica e usinabilidade dos materiais foram extensamente analisadas por este grupo para enfim determinar do que seria construído o braço mecânico. Ambos os grupos tiveram que fundamentar sua pesquisa em normas e características que fornecessem segurança e confiabilidade, tanto para a execução do projeto quanto para o funcionamento do equipamento.

Projeto do braço mecânico em CAD

Inicialmente, para o projeto do braço mecânico, foi necessário definir quais funções o equipamento teria de executar. Nesse contexto, foram consultados artigos e referências na área médica relativa a exames de ultrassom, para se ter uma noção do que seria necessário implementar no projeto da peça. Após o período de pesquisa, e segundo [1][3][4][5], a construção do braço mecânico teve que levar em consideração fatores como mobilidade, capacidade de carregar um transdutor de 400g e ter movimentação eficiente em translação e rotação, leveza e transportabilidade de materiais, bem como a segurança em um ambiente hospitalar. Para os fins do projeto da disciplina, o equipamento teria ainda que atender a requisitos de viabilidade econômica.

Dentre as iniciativas encontradas no mercado, uma chamou a atenção em específico por conter todas as características exigidas para o projeto. Trata-se de um braço mecânico desenvolvido em uma proposta de TCC, com a finalidade de evitar a movimentação de um transdutor de ultrassom pelas mãos (utilização manual) e tornar o exame mais preciso durante o contato com o paciente [1]. O grupo de trabalho decidiu tomar o projeto como base para a confecção de um braço semelhante, mas com a capacidade de ser controlado à distância via *internet* por um *joystick* manipulado por um médico especializado em uma unidade de controle pré-definida.

O braço mecânico teria o seguinte formato:

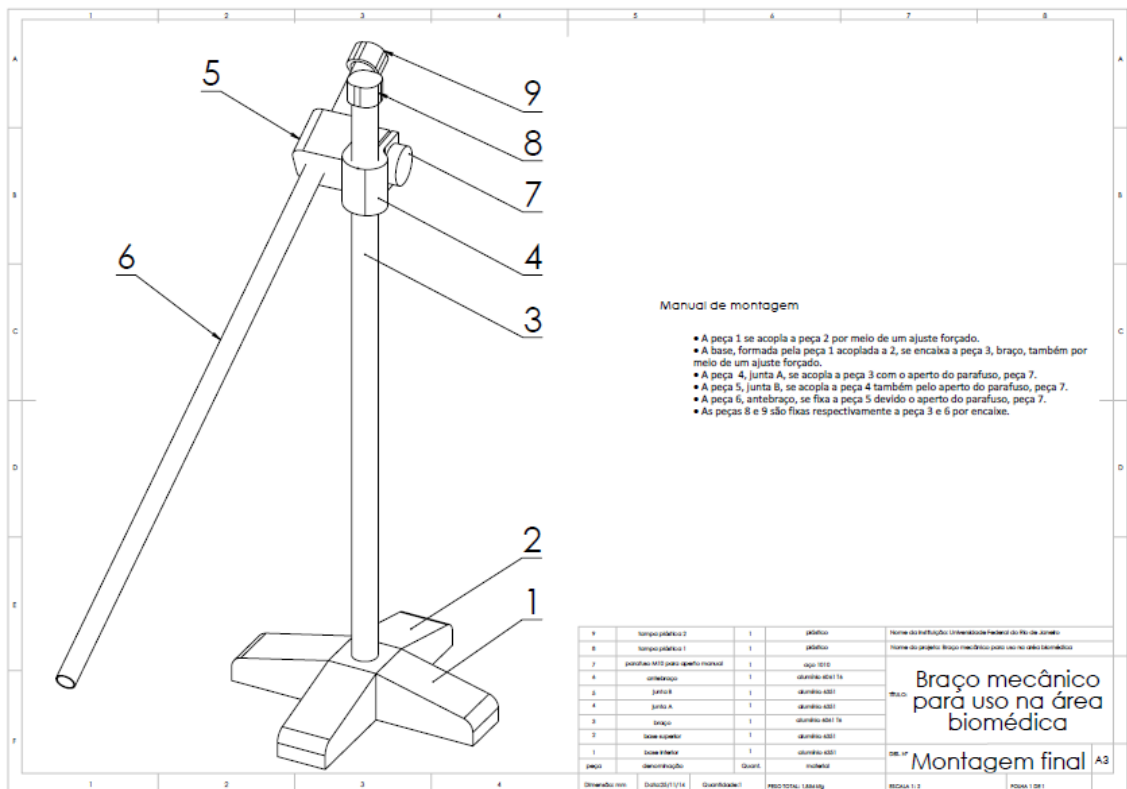


Figura 1: Braço mecânico para uso na área biomédica. Fonte: NUNES, LUIS F. DE OLIVEIRA MELLO, Projeto e fabricação de um braço mecânico para ultrassom médico, Projeto de graduação, UFRJ/ESCOLA POLITÉCNICA, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 2015.

O formato e a constituição do equipamento como é descrito na Figura 1 se deve aso requisitos citados anteriormente. Este foi o modelo escolhido pelo fato de ser extremamente simples, viável economicamente e por atender às necessidades do projeto, sobretudo no que diz respeito à realização dos exames de ultrassom e à mobilidade de equipamentos. No trabalho em questão, este seria o modelo de braço mecânico a ser construído, com as dimensões exatas a serem definidas posteriormente. Em conjunto com o grupo de alunos das Engenharias Eletrônica e de Software, o braço seria aprimorado com o controle automático à distância, e a inserção desta tecnologia ficaria por conta da análise e pesquisa prévia destes integrantes de projeto.

A modelagem em CAD do braço mecânico será efetuada no software Catia V5R19, assim como a descrição das medidas e o desenho técnico das peças constituintes. Para a construção do protótipo, será também necessário o uso de uma impressora 3D que, pela facilidade de acesso e viabilidade econômica de materiais, irá proporcionar ao grupo de trabalho a possibilidade de verificar se o braço construído funcionará de maneira satisfatória.

Pesquisa, análise e escolha de materiais

O projeto apresenta um requisito fundamental para a construção de um braço mecânico, os materiais. Para que se tenha uma otimização melhor do projeto final, é necessário um conhecimento dos materiais a serem utilizados para que eles sejam leves, compactos e perfeitamente transportáveis. O objetivo desta parte do projeto, é definir ou se aproximar ao máximo dos materiais a serem utilizados na construção do braço mecânico. Nesse contexto, após diversos materiais estudados, chegou-se à conclusão de que materiais de impressora 3D poderiam ser utilizados em várias partes do braço mecânico. Por ser um material barato, diminuiria imensamente os custos do projeto se comparado a outros materiais.

Os materiais observados para o projeto são o ABS (acrilonitrila butadieno estireno) e o PETG (Politereftalato de etileno glicol) [2].

O primeiro, ABS, é um material termoplástico derivado do petróleo amplamente utilizado na indústria, um dos principais e mais antigos materiais que vem sendo utilizados na impressão 3D. É rígido, bom, ótima resistência a impactos, possui uma leve flexibilidade quando comparada a outros materiais, permitindo uma pequena deformação ou flexão da peça, dependendo da sua geometria, o que é bom para peças que necessitem de encaixes em sua montagem. Além de muito resistente a impactos, também é resistente a temperaturas altas.

O segundo, PETG, é um material termoplástico derivado do petróleo, porém reciclável assim como o PET, utilizados na indústria há vários anos para diversas finalidades, mas, recentemente, sendo usado na impressão 3D. Apresenta um aspecto transparente e brilhoso. Produz peças tão resistentes a impactos quanto ao ABS, mas com flexibilidade e resistência ligeiramente superior a este. Resiste às altas temperaturas, mas não tanto como o ABS. O que o torna ideal para peças que precisem de transparência ou encaixes com maior flexibilidade, mantendo a alta resistência.

Tabela 1. Comparação entre PETG e ABS

Propriedade e Desempenho	(+)Viável	(-) Viável
Ecológico	PETG	ABS
Rigidez/Dureza	ABS	PETG
Resistência a impactos	PETG	ABS
Flexibilidade	PETG	ABS
Contração	ABS	PETG
Precisão em detalhes	PETG	ABS
Resistência a atritos	PETG	ABS
Resistência a altas temperaturas	ABS	PETG
Preço	PETG	ABS

Analisando a tabela 1 é perceptível que o material termoplástico PETG é mais qualificado devido ao maior número de propriedades mais viáveis. Mas caso os critérios observados favoreçam o material ABS, nada o impede de ser selecionado para o projeto final do braço mecânico.

Conclusão

A construção de um braço mecânico para atender ao Projeto de Implementação de sistema de telemedicina para exames de ultrassom à distância foi dividida em dois subgrupos de trabalho. O primeiro teve que se comprometer na realização de um protótipo em CAD reunindo as informações essenciais do projeto. Nesse caso, a aplicação dos conceitos desenvolvidos em Desenho Mecânico Assistido por Computador, bem como o conhecimento em Materiais de Construção para Engenharia foram fundamentais para que fosse possível implementar o protótipo. O segundo subgrupo, por sua vez, ficou por conta da análise, pesquisa e escolha dos materiais que iriam constituir o braço mecânico como um todo. Ambas as divisões de trabalho possibilitaram aos integrantes de projeto a aplicação de seus conceitos teóricos desenvolvidos em sala e a capacidade de desenvolver, na prática, um protótipo inovador e funcional para uma aplicação na área biomédica. O projeto ainda foi de fundamental importância para a compreensão do propósito da Engenharia em melhorar a qualidade de vida de muitas pessoas.

Referências bibliográficas

[1] NUNES, LUIS F. DE OLIVEIRA MELLO, *Projeto e fabricação de um braço mecânico para ultrassom médico*, Projeto de graduação, UFRJ/ESCOLA POLITÉCNICA, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 2015.

- [2] Conheça os diferentes tipos de materiais para impressão 3D FDM. 1 Dez. 2015. IMPRESSAO3DFACIL. Disponível em: <http://www.impressao3dfacil.com.br/conheca-os-diferentes-tipos-de-materiais-para-impressao-3d-fdm/>>. Acesso em: 16 Set. 2017.
- [3] Richard S. Dargan. Telerobotic Ultrasound May Revolutionize Telemedicine. <http://www.rsna.org/News.aspx?id=17929/>, 2015. [Online; acessado em 13 de setembro de 2017].
- [4] Kim Mathiassen, J. Enger Fjellin, Kyrre Glette, Per Kristian Hol, and Ole Jakob Elle. Na ultrasound robotic system using the comercial robot ur5. *Frontiers in Robotics and AI*, 3:1, 2016.
- [5] Francois Pierrot, Etienne Dombre, Eric Degoulange, L. Urbain, Pierre Caron, Sylvie Boudet, J_erome Garipey, and Jean-Louis Megnien. Hippocrate: A safe robot arm for medical applications with force feedback. *Medical image analysis*, 3(3):285{300, 1999.