

PROTÓTIPO DE PRÓTESE DE MÃO E PUNHO COM IMPRESSÃO 3D

¹Guilherme Razo Dantas, ²Maria Claudia Ferrari de Castro

^{1,2}Departamento de Elétrica, Centro Universitário FEI

uniegdantas@fei.edu.br; mclaudia@fei.edu.br

Resumo: O trabalho consiste no desenvolvimento de uma prótese controlada por sinais mioelétricos de superfície (sEMG). Além da impressão, foi projetada uma placa de circuito impresso (PCB) específica para o controle da prótese, com entradas para sensores sEMG, conectores para os servos motores e LEDs indicadores de *status* e outra PCB didática, que possibilita testes com a utilização das próteses já existentes durante as aulas de laboratório da disciplina de Engenharia Biomédica.

1. Introdução

Apesar da escassez de estudos estatísticos sobre amputações no Brasil, os dados disponibilizados pelo Sistema Único de Saúde (SUS) e Ministério da Saúde (DataSUS) apontam um aumento das amputações nos últimos anos. A perda de um membro compromete a realização de tarefas cotidianas, além de afetar, significativamente, o aspecto psicológico dos indivíduos, levando a mudanças na autoestima e interações sociais [1]. O uso de próteses busca melhorar a qualidade de vida dessas pessoas, proporcionando maior autonomia e reintegração na sociedade. As próteses robóticas, controladas por impulsos musculares, são eficazes, mas seu alto custo e limitada disponibilidade no mercado brasileiro tornam o acesso desafiador [2].

Nesse contexto, o objetivo deste projeto é desenvolver um protótipo de prótese impressa em 3D, que se assemelhe à mão humana, que seja controlada através da leitura e codificação de sinais mioelétricos de superfície (sEMG), ativando motores acionados com o uso de um Arduino e capaz de executar movimentos que permitam a realização de tarefas cotidianas. Essa abordagem visa melhorar a qualidade de vida desses indivíduos, permitindo que se tornem mais independentes e confiantes em suas atividades diárias.

2. Metodologia

O projeto foi composto por duas etapas principais; a fabricação da placa de circuito impresso (PCB), constituindo na parte eletrônica do sistema e a impressão do modelo 3D da prótese, constituindo a parte mecânica.

Foram desenvolvidas duas PCBs, utilizando a fresadora do Centro de Laboratórios Elétricos (CLE) da FEI, para o controle da prótese mioelétrica. A primeira PCB, projetada especificamente para a aplicação da prótese, possui, além da placa Arduino NANO, 3 LEDs de sinalização de *status*, 4 entradas para sensores sEMG, 5 conectores para os servomotores, um para

cada um dos dedos e uma chave *push bottom* para auxiliar os testes da placa (Figura 1).

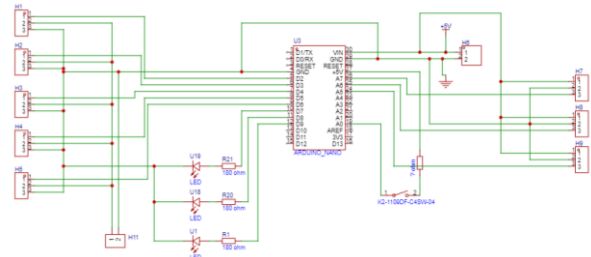


Figura 1 – Diagrama esquemático da PCB projetada especificamente para a aplicação da prótese

A segunda placa tem uma proposta de aplicação didática mais ampla para utilização durante as aulas de laboratório da disciplina de Engenharia Biomédica, possibilitando a realização de experiências relacionadas a implementação de diferentes algoritmos de controle de prótese. Além da placa Arduino NANO, ela contém 5 entradas de sensores, 6 motores, 5 leds de sinalização de *status* e 3 chaves *push bottom* para auxiliar nos testes do algoritmo, podendo simular a entrada dos sensores (Figura 2). Ambas as placas possuem duas entradas de alimentação separadas, uma para o circuito dos botões, sensores e o Arduino, e outra para alimentar os servos motores.

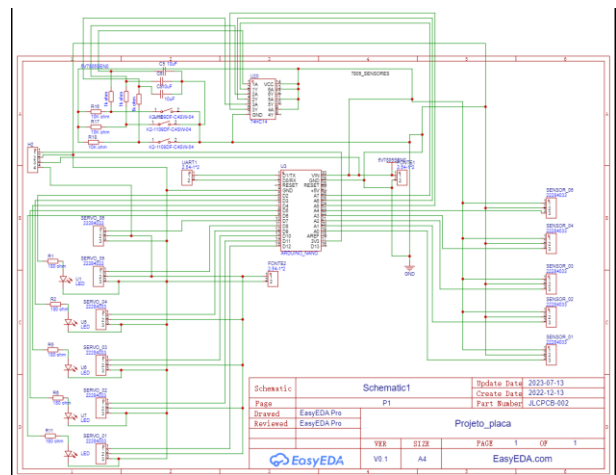


Figura 2 – Diagrama esquemático da PCB didática.

Já a etapa de fabricação incluiu a impressão 3D do modelo de código aberto selecionado, o Kwawu Arm 3.0 [3]. Para a maioria dos componentes da mão protética, foi utilizado o filamento ABS (Figura 3), com exceção dos elementos que conectam as falanges dos dedos, para os quais empregou-se o filamento de

Poliuretano Termoplástico flexível (TPU FLEX). O uso do TPU FLEX confere flexibilidade aos dedos, permitindo um retorno suave à posição original após a conclusão de um movimento de flexão, enquanto o ABS proporciona maior resistência devido às suas características específicas [4]. A impressão das peças foi feita no CLE e no Centro de Laboratório da Mecânica (CLM) da FEI.

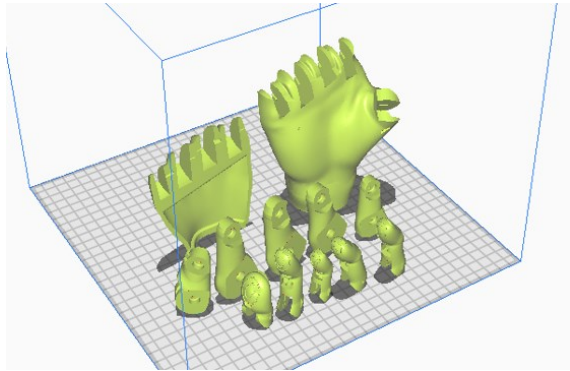


Figura 3 – Arquivo de impressão com a palma e as falanges dos dedos.

3. Resultados

Os resultados obtidos revelaram-se promissores. Como ilustrado na Figura 4, ambas as placas PCBs foram meticulosamente montadas com os componentes necessários. Para avaliar o desempenho, foi empregado um algoritmo que ativa as portas analógicas, introduzindo um breve intervalo entre as ativações. O resultado dos testes mostrou o funcionamento correto do circuito.

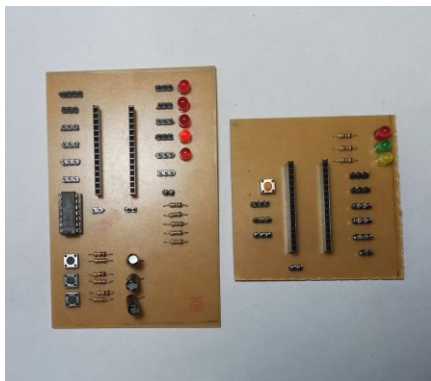


Figura 4 – As duas PCBs produzidas para o projeto

A fase de fabricação progrediu de maneira bem-sucedida, abrangendo a impressão e a montagem da prótese, conforme evidenciado nas Figuras 5 e 6.

4. Conclusão

Em conclusão, o projeto buscou a criação de uma prótese funcional que se aproximasse ao máximo da anatomia da mão humana e possibilitasse o movimento do punho. Esse objetivo foi alcançado com a escolha do modelo de código aberto escolhido, no qual a prótese impressa e montada apresenta uma forma altamente semelhante à mão humana.



Figura 5 – Prótese 3D impressa que replica a forma da mão humana.



Figura 6 – Protótipo Montado.

5. Referências

- [1] M. F. C Bergo; H. B Prebianchi. Emotional aspects present in the lives of amputees: a literature review. *Psicologia: teoria e prática*, 20 (2018) 47–60. 1516-3687. Doi: 10.5935/1980-6906/psicologia.v20n1p47-60.
- [2] M. Obando. Bolsista Fundect desenvolve prótese de baixo custo com impressão 3D. 2021. Disponível em: <http://agenciadenoticias.ms.gov.br/bolsista-fundect-desenvolve-protese-de-baixo-custo-com-impressao-3d/>. Acesso em: 21 de abril de 2023.
- [3] J. Buchanan. Kwawu Arm 3.0 - Socket Version. 2022. Disponível em: <https://www.thingiverse.com/thing:5334301>_Acesso em: 20 fevereiro 2023.
- [4] 3DLAB. Conheça as propriedades técnicas dos materiais para impressora 3D. 2017. Disponível em: <https://3dlab.com.br/propriedades-dos-materiais-para-impressora-3d/>. Acesso em: 11 janeiro 2023.

Agradecimentos

Os autores agradecem à FEI pela disponibilidade dos equipamentos e aos técnicos que colaboraram para a realização deste projeto.

¹Aluno de IC do CNPq. Projeto com vigência de 11/2022 a 10/2023.