

COLEÇÃO
DESAFIOS
DAS
ENGENHARIAS:

ENGENHARIA BIOMÉDICA 2



CLAUDIANE AYRES
(ORGANIZADORA)

Atena
Editora
Ano 2021

COLEÇÃO
DESAFIOS
DAS
ENGENHARIAS:

ENGENHARIA BIOMÉDICA 2



CLAUDIANE AYRES
(ORGANIZADORA)

Atena
Editora
Ano 2021

Editora chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Editora executiva

Natalia Oliveira

Assistente editorial

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto gráfico

Camila Alves de Cremo

Luiza Alves Batista

Maria Alice Pinheiro

Natália Sandrini de Azevedo

Imagens da capa

iStock

Edição de arte

Luiza Alves Batista

2021 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do texto © 2021 Os autores

Copyright da edição © 2021 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.

Open access publication by Atena Editora



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição Creative Commons. Atribuição-Não-Comercial-NãoDerivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. Permitido o *download* da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação, evitando plágio, dados ou resultados fraudulentos e impedindo que interesses financeiros comprometam os padrões éticos da publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

Conselho Editorial

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto

Profª Drª Ana Grasielle Dionísio Corrêa – Universidade Presbiteriana Mackenzie

Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás

Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná

Prof. Dr. Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás

Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia

Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Profª Drª Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Profª Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá
Prof. Dr. Marco Aurélio Kistemann Junior – Universidade Federal de Juiz de Fora
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Sidney Gonçalo de Lima – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Diagramação: Maria Alice Pinheiro
Correção: Amanda Costa da Kelly Veiga
Indexação: Gabriel Motomu Teshima
Revisão: Os autores
Organizadora: Claudiane Ayres

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

C691 Coleção desafios das engenharias: engenharia biomédica 2 / Organizadora Claudiane Ayres. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2021.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5983-533-1

DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.33123009>

1. Engenharia biomédica. I. Ayres, Claudiane (Organizadora). II. Título.

CDD 610.28

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

Atena Editora
Ponta Grossa – Paraná – Brasil
Telefone: +55 (42) 3323-5493
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br

DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa; 6. Autorizam a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.

DECLARAÇÃO DA EDITORA

A Atena Editora declara, para os devidos fins de direito, que: 1. A presente publicação constitui apenas transferência temporária dos direitos autorais, direito sobre a publicação, inclusive não constitui responsabilidade solidária na criação dos manuscritos publicados, nos termos previstos na Lei sobre direitos autorais (Lei 9610/98), no art. 184 do Código Penal e no art. 927 do Código Civil; 2. Autoriza e incentiva os autores a assinarem contratos com repositórios institucionais, com fins exclusivos de divulgação da obra, desde que com o devido reconhecimento de autoria e edição e sem qualquer finalidade comercial; 3. Todos os e-book são *open access*, desta forma não os comercializa em seu site, sites parceiros, plataformas de *e-commerce*, ou qualquer outro meio virtual ou físico, portanto, está isenta de repasses de direitos autorais aos autores; 4. Todos os membros do conselho editorial são doutores e vinculados a instituições de ensino superior públicas, conforme recomendação da CAPES para obtenção do Qualis livro; 5. Não cede, comercializa ou autoriza a utilização dos nomes e e-mails dos autores, bem como nenhum outro dado dos mesmos, para qualquer finalidade que não o escopo da divulgação desta obra.

APRESENTAÇÃO

A Engenharia Biomédica, sendo considerada como área de atuação multidisciplinar, é capaz de desenvolver diversos estudos relacionados a diagnóstico, tratamento, recuperação, prevenção e promoção de saúde, bem como, o desenvolvimento de diferentes recursos e tecnologias que favorecem a saúde e o bem- estar da população em geral.

A fim de enfatizar a importante atuação da engenharia biomédica em suas diversas possibilidades de ação, a editora Atena lança “DESAFIOS DAS ENGENHARIAS: ENGENHARIA BIOMEDICA 2”, que traz 06 artigos que demonstram diferentes formas de como a engenharia biomédica pode beneficiar a saúde global dos indivíduos.

Convido- te a conhecer as diversas possibilidades que envolvem essa área tão inovadora e abrangente.

Aproveite a leitura!

Claudiane Ayres

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

BIOSSEGURANÇA LABORATORIAL E BIOMÉDICOS NB2 COM USO DE *BAG IN & BAG OUT*

Nathalia Cris da Silva

Eliandro Barbosa de Aguiar

Alexandre Fernandes Santos

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3312130091>

CAPÍTULO 2..... 12

CADEIRA DE RODAS MOTORIZADA CONTROLADA POR MEMBRO INFERIOR

Giullia Paula Rinaldi

Guilherme Nunes Nogueira Neto

André Giacomelli Leal

Gleyson Cesar Rinaldi

Edenise Teixeira Alves

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3312130092>

CAPÍTULO 3..... 23

DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA DE AQUISIÇÃO DE SINAIS ELETROMIOGRÁFICOS E UMA PRÓTESE 3D PARA O ENSINO DE ENGENHARIA BIOMÉDICA

Uriel Abe Contardi

Paulo Rogério Scalassara

Wagner Endo

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3312130093>

CAPÍTULO 4..... 33

DIAGNÓSTICO E TRATAMENTO DA DONOVANOSE PERI-ANAL

Albery Martins Silva

João Pedro Martins Silva

Fernando Pereira Brochado

Ricardo Scarpara Navarro

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3312130094>

CAPÍTULO 5..... 39

EFICIÊNCIA DA ARGILOTERAPIA NO CLAREAMENTO DE "MANCHAS HIPERCROMICAS" E MELASMA

Tainá Francisca Cardozo de Oliveira

Vanessa Oliveira Lopes de Moura

Aline Alves Souza

Isabella da Costa Ribeiro

Débora Quevedo Oliveira

Amanda Costa Castro

Hanstter Hallison Alves Rezende

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3312130095>

CAPÍTULO 6..... 56

**ESTUDO DA FOTOBIMODULAÇÃO (LASER/LED) NA REGENERAÇÃO TECIDUAL:
REVISÃO DA LITERATURA**

Albery Martins Silva

João Pedro Martins Silva

Fernando Pereira Brochado

Ricardo Scarparo Navarro

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3312130096>

SOBRE A ORGANIZADORA 64

ÍNDICE REMISSIVO..... 65

CAPÍTULO 3

DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA DE AQUISIÇÃO DE SINAIS ELETROMIOGRÁFICOS E UMA PRÓTESE 3D PARA O ENSINO DE ENGENHARIA BIOMÉDICA

Data de aceite: 21/09/2021

Sistema didático, Ensino de engenharia Biomédica.

Uriel Abe Contardi

Universidade Tecnológica Federal do Paraná
(UTFPR)
Cornélio Procópio - Paraná
ORCID: 0000-0001-7865-2971
<http://lattes.cnpq.br/5293340712226095>

Paulo Rogério Scalassara

Universidade Tecnológica Federal do Paraná
(UTFPR)
Cornélio Procópio - Paraná
ORCID: 0000-0001-7169-954X
<http://lattes.cnpq.br/5016119298122922>

Wagner Endo

Universidade Tecnológica Federal do Paraná
(UTFPR)
Cornélio Procópio - Paraná
<http://lattes.cnpq.br/5229173673499346>

DEVELOPMENT OF AN ELECTROMYOGRAPHIC SIGNAL ACQUISITION SYSTEM AND A 3D PROSTHESIS FOR TEACHING BIOMEDICAL ENGINEERING IN GRADUATION AND POSTGRADUATION

ABSTRACT: The present work aims to the development of a teaching module for the acquisition of electromyographic signals (EMG) can be applied to a 3D prosthesis, using a system integration and allowing the prosthesis to be controlled by means of EMG signals. The purpose of this article is to provide a didactic platform to support the teaching of Biomedical Engineering in the electronic engineering course, applying the theoretical study in practice.

KEYWORDS: Electromyography, Prosthesis, Didactic system, Biomedical engineering teaching.

RESUMO: O presente trabalho visa o desenvolvimento de um módulo de ensino para aquisição de sinais eletromiográficos (EMG) aplicados em uma prótese 3D, executando uma integração dos sistemas e permitindo o controle e movimentação da prótese por meio dos sinais EMG. O objetivo deste artigo é conceder uma plataforma didática para o suporte do ensino de Engenharia Biomédica na Engenharia Eletrônica em disciplinas que abordem a temática, aplicando o estudo teórico com uma contextualização prática.

PALAVRAS - CHAVE: Eletromiografia, Prótese,

1 | INTRODUÇÃO

A Engenharia Biomédica é um campo no Brasil que está em constante crescimento. Porém, temos ainda poucos profissionais com entendimento aprofundado nessa área do saber. Outro problema enfrentado pelos alunos que acabam estudando essa área é a falta de aulas práticas. Dessa forma fica evidente a necessidade de novas metodologias para o ensino de Engenharia Biomédica que sejam capazes de proporcionar um melhor ensino e

aproximação dos conteúdos teóricos com experiências práticas, preparando os profissionais para o cenário atual que envolve muitas mudanças tecnológicas e sociais. Assim, a área biomédica deve ser estudada de uma forma prática, por intermédio de uma perspectiva pedagógica que faça com que o aluno tenha uma vivência com o “fazer” (ANDRIGHETTO et al, 2007).

Existe ainda um descompasso entre a importância da área de Engenharia Biomédica e as estruturas curriculares em Engenharia Eletrônica no país. Ainda é escasso disciplinas que abordem o conteúdo de forma sistemática e prática nos cursos regulares de graduação e pós-graduação. Na Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), por exemplo, existem apenas duas disciplinas que tratam conteúdos nessa área: “Princípios de Engenharia Biomédica” e “Engenharia Biomédica” nenhuma das quais possui laboratório para devidas práticas. No âmbito da pós-graduação tem-se somente a matéria de “Instrumentação Biomédica” que também não possui aulas práticas.

O principal objetivo deste trabalho é preencher as lacunas existentes no ensino das disciplinas de Engenharia Biomédica com o desenvolvimento de um protótipo de membros superiores (especificamente mão e antebraço) de baixo custo que seja controlado por meio de sinais eletromiográficos, nos cursos de graduação e pós-graduação da UTFPR em Engenharia Eletrônica para que os alunos tenham uma aplicação prática dos conceitos abordados teoricamente.

Este sistema e protótipo permitirão por meio da prática a aplicação do que foi estudado nos livros sobre aquisição e processamento de sinais eletromiográficos e instrumentação biomédica. Em nível de hardware, espera-se proporcionar ao aluno a compreensão e utilização das estruturas internas dos circuitos presentes na aquisição e condicionamento destes sinais.

2 | ELETROMIOGRAFIA

A eletromiografia é o estudo dos sinais mioelétricos, esses são sinais provenientes dos potenciais de ação que percorrem as fibras musculares, o fenômeno ocorre sempre que o indivíduo realiza uma contração muscular (NAJARIAN; SPLINTER, 2012).

O estudo desse sinal tem contribuído muito para a evolução da medicina e possui como principal finalidade aplicações clínicas, como: detecção de patologias, detecção de lesões em unidades motoras e acompanhamento da evolução em tratamentos fisioterapêuticos. Uma outra aplicação que merece destaque é a utilização do sinal EMG para controle de próteses, permitindo a reabilitação e restauração de funções motoras de pessoas com membros amputados (ANDRADE, 2007).

A coleta de sinais pode ser realizada por meio de metodologia invasiva ou não invasiva. A primeira utiliza de eletrodos que perfuram a pele e possui um sinal com menor nível de ruído e melhor distinção de sinais de cada músculo. A segunda utiliza de eletrodos

superficiais que não causam desconforto, apesar disso o sinal proveniente desse sensor exibe maior ruído e não apresenta seletividade do músculo, uma vez que capta os sinais provenientes de um grupo muscular e não de um músculo específico (WEBSTER, 2009).

Para o desenvolvimento deste trabalho a metodologia não invasiva é mais conveniente, pois a utilização do produto final se pauta em ambiente acadêmico para demonstrações didáticas, dessa forma os eletrodos superficiais poderão ser utilizados sem problemas.

Entre as características do EMG de superfície (sEMG) pode-se citar: amplitude sinal de até 5mV, faixa de frequência entre 20 e 500 Hz, sendo que a maior parte da energia do sinal está entre 50 e 150Hz (BRONZINO, 2006).

3 I DESENVOLVIMENTO E VALIDAÇÃO

Uma vez realizado o estudo das características desses sinais e ressaltado sua importância no campo da medicina o desenvolvimento do projeto é explanado nas próximas seções.

3.1 Desenvolvimento do sistema de aquisição

Como mencionado, este trabalho aborda a aquisição do sEMG, o sinal possui a largura de banda compreendida entre 20 e 500Hz. Dessa forma, componentes que estejam fora dessa escala de frequência são dispensáveis e podem até mesmo diminuir a qualidade do sinal. Sendo assim, deve-se utilizar de sistemas que realizem o condicionamento do sinal, eliminando as componentes indesejáveis, possíveis ruídos e interferências. A metodologia para o desenvolvimento da plataforma de condicionamento de sinais adotada neste trabalho é apresentada na Figura 1.

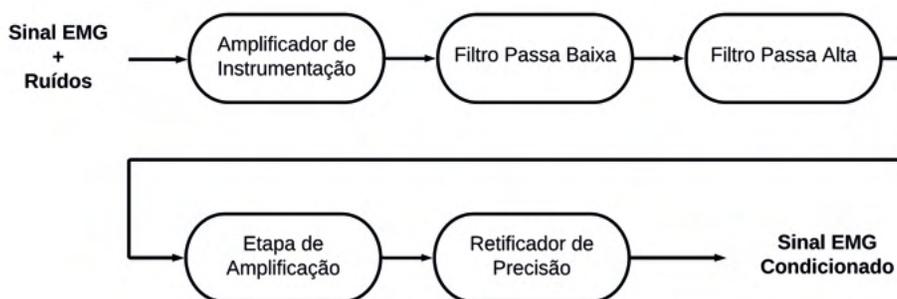


Figura 1 - Diagrama em blocos do sistema de condicionamento de sinais sEMG.

Fonte: Autoria própria (2020).

Como o sinal sEMG possui baixa amplitude o primeiro bloco é o de amplificação. Utilizou-se de um amplificador de instrumentação para esta tarefa, uma vez que esse

possui características que facilitam sua utilização na instrumentação biomédica. Entre essas características pode-se citar: alta impedância de entrada, offset de saída mínimo, elevado ganho em malha aberta e elevada taxa de rejeição em modo comum (BECHELI, 2017).

O AD620, pertencente a Analog Devices, foi escolhido para este projeto, este circuito integrado (CI) permite o ajuste de ganho com apenas um resistor, facilitando a implementação do circuito. Além disso, visando facilitar ainda mais o ajuste do ganho, que pode variar de acordo com parâmetros externos, utilizou-se de um resistor variável (*trimpot*). A Equação (1) apresenta o ganho do AD620 em função dessa resistência e a Figura 2 o diagrama esquemático do bloco de amplificação.

$$G = \frac{49.4K}{P_1} + 1 \quad (1)$$

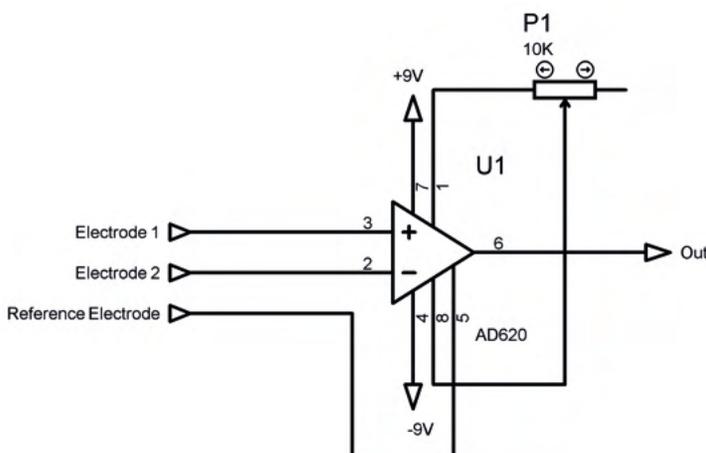


Figura 2 - Diagrama esquemático do bloco amplificador de instrumentação.

Fonte: Autoria própria (2020).

Para a etapa de filtragem do sinal escolheu-se filtros ativos devido a facilidade de projeto e possibilidade de amplificação do sinal de saída (SEDRÁ; SMITH, 2007).

O filtro passa baixa possui o objetivo de atenuar ruídos ou componentes de alta frequência indesejados. Por sua vez, o filtro passa alta tem o propósito de atenuar/eliminar ruídos e interferência de baixa frequência, mas principalmente a componente DC *offset*, que é advinda da interação química entre Pele-Eletrodo. Para ambos os filtros optou-se pela utilização da topologia *Sallen-key* de segunda ordem (PERTENCE, 2015).

O dimensionamento dos componentes foi realizado de forma a garantir uma frequência de corte de 709 Hz para o filtro passa baixa e de 18 Hz para o filtro passa alta.

O diagrama esquemático da etapa de filtragem encontra-se na Figura 3.

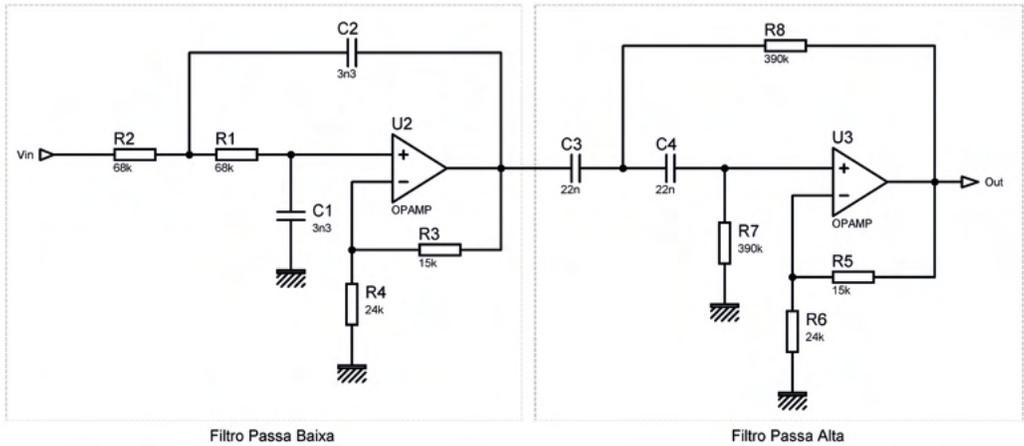


Figura 3 - Diagrama esquemático dos filtros ativos.

Fonte: Autoria própria (2020).

A Equação (2) apresenta a função de transferência do filtro passa baixa. Além disso, a resposta em frequência é mostrada na Figura 4.

$$\frac{V_{out}(s)}{V_{in}(s)} = \frac{3,23 \times 10^7}{s^2 + 6,13 \times 10^3 s + 1,99 \times 10^7} \quad (2)$$

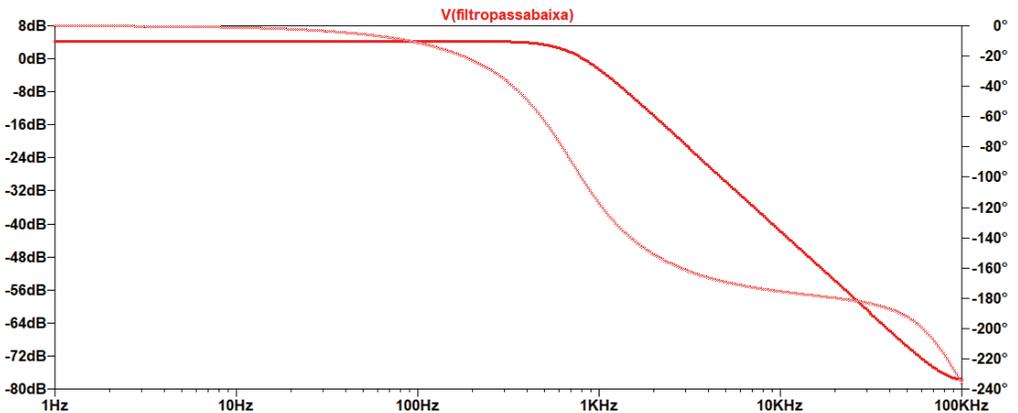


Figura 4 – Resposta em frequência do Filtro Passa Baixa.

Fonte: Autoria própria (2020).

A Equação (3) apresenta a função de transferência do filtro passa alta. A resposta em frequência do filtro é mostrada na Figura 5.

$$\frac{V_{out}(s)}{V_{in}(s)} = \frac{1,63s^2}{s^2 + 160,25s + 13,58 \times 10^3} \quad (3)$$

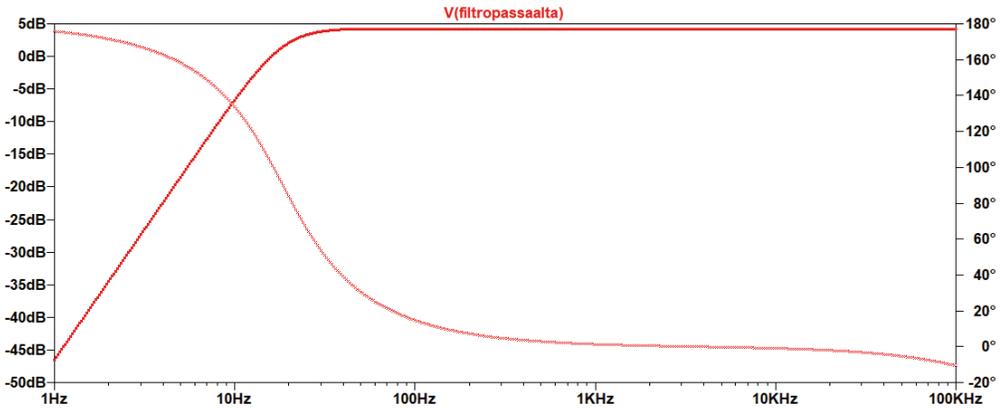


Figura 5 - Resposta em frequência do Filtro Passa Alta.

Fonte: Autoria própria (2020).

Após a filtragem, o sinal passa por mais um circuito de amplificação, para isso empregou-se o uso de um amplificador com topologia inversora. Assim como na primeira etapa de amplificação um *trimpot* foi adicionado para controle do ganho. A Figura 6 apresenta o diagrama esquemático do amplificador.

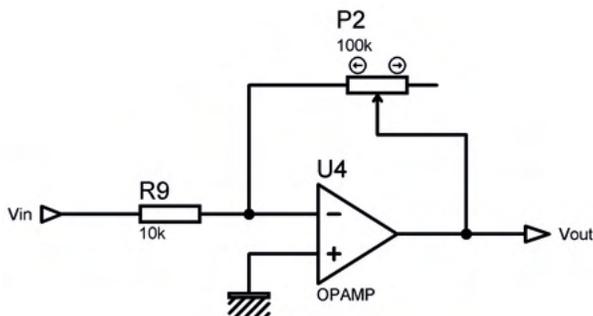


Figura 6 - Diagrama esquemático do amplificador inversor.

Fonte: Autoria própria (2020).

Os amplificadores operacionais possuem alimentação simétrica advinda de duas

baterias de 9V em série e conexão central como referência. Essas são utilizadas para isolar o sistema da rede elétrica e evitar ruídos provenientes desta. Todavia em aplicações com microcontroladores apenas a parcela positiva do sinal é utilizada, dessa forma um retificador de precisão foi empregado para eliminar a componente negativa do sinal sEMG. A Figura 7 apresenta o circuito utilizado.

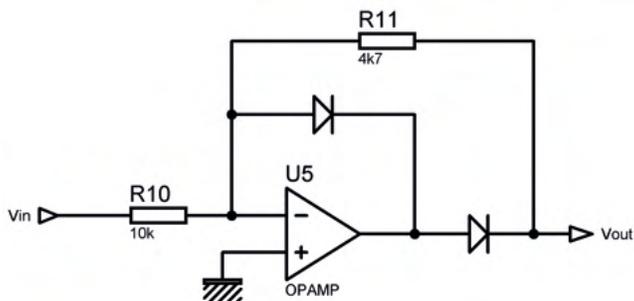


Figura 7 - Diagrama esquemático do retificador de precisão.

Fonte: Autoria própria (2020).

Com a finalidade de maior estabilidade e facilidade de utilização uma placa de circuito impressa (PCI) foi construída, ilustrada na Figura 8. Em sua construção nota-se a presença: de máscara de solda na cor azul para evitar oxidações e alguns componentes SMD para reduzir o tamanho físico da placa. Um conector do tipo P2 foi escolhido para conexão do cabo dos eletrodos.

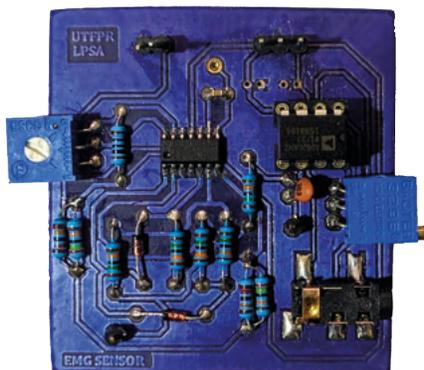


Figura 8 – Placa de circuito impressa do sistema de aquisição sEMG.

Fonte: Autoria própria (2020).

3.2 Construção do protótipo da prótese

Para proporcionar aos alunos uma maior experiência visou-se desenvolver uma prótese de membro superior, mais especificamente mão e antebraço. O protótipo possui por finalidade a visualização e se restringe a segurar pequenos objetos, sem possuir alto grau de liberdade e movimentação individual dos dedos.

Todo o projeto foi construído visando a redução de custo e facilidade de implementação. As peças foram impressas em impressora 3D, em material PLA.

O mecanismo de funcionamento utiliza de elásticos para flexibilidade e fio de nylon para movimentação. Este fio foi preso em cada dedo e é tracionado por um único servo motor. A Figura 9 apresenta o protótipo finalizado.



Figura 9 – Vista superior e inferior do protótipo.

Fonte: Autoria própria (2020).

3.3 Teste e Validação

Para validação da integração entre os sistemas a plataforma Arduino Uno foi utilizada, um *firmware* foi desenvolvido de acordo com o fluxograma da Figura 10.

Os eletrodos foram posicionados no antebraço. Vale notar que a amplitude do sinal aquisitionado aumenta de acordo com a força exercida nos grupos musculares da região em que se encontra os sensores. Sendo assim, delimitou-se um valor de amplitude de tensão (*threshold*) que se ultrapassado deveria acionar o servo motor de forma a fechar a mão da prótese, caso o valor de amplitude fosse inferior a esse *threshold* o servo motor deveria voltar a posição inicial de forma a abrir a mão da prótese.

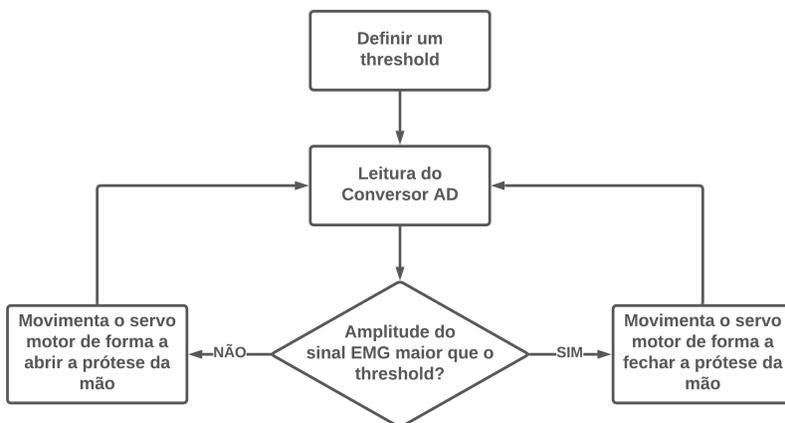


Figura 10 – Fluxograma do *firmware* embarcado no Arduino Uno.

Fonte: Autoria própria (2020).

Após o ajuste dos ganhos das etapas de amplificação o sistema comportou-se como esperado e apresentou bons resultados.

4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

O trabalho contemplou o desenvolvimento de um sistema de aquisição para sinais eletromiográficos e de um protótipo de prótese. Além disso realizou-se a integração de ambos os sistemas a fim de realizar o controle da prótese por meio de sinais sEMG.

O desenvolvimento do sistema de aquisição engloba conhecimentos das áreas de: instrumentação eletrônica, engenharia biomédica, processamento de sinais e projeto de circuitos eletrônicos.

Para o desenvolvimento do protótipo da prótese utilizou-se de conhecimentos da área de engenharia mecânica e engenharia de controle e automação, uma vez que envolveu a modelagem 3D de um objeto.

Observa-se que o projeto como um todo atinge diferentes áreas da engenharia, portanto pode-se afirmar que contempla o âmbito da multidisciplinaridade.

Ressalta-se que o produto científico terá como finalidade utilização no ensino, seja por meio de pesquisas pertinentes ao trabalho, ou até mesmo na utilização em disciplinas que abordem a temática. Para essa última aplicação espera-se que o produto científico desenvolvido proporcione um melhor aprendizado com contextualização prática do ensino.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, N. A. **Desenvolvimento de um sistema de aquisição e processamento de sinais eletromiográficos de superfície para utilização no controle de próteses motoras ativas.** Universidade de Brasília, 2007.

ANDRIGHETTO, E. et al. **Proposta de uma plataforma didática para o ensino de Engenharia Biomédica em Cursos de Graduação de Engenharia Elétrica: I Os sinais Bioelétricos.** In: CONGRESSO LATINOAMERICANO DE INGENIERÍA BIOMÉDICA, 4., Porlamar. 2007.

BECHELI, Marcelo Haddad. **Módulo de Eletromiografia.** Orientador: Ruberlei Gaino. 2017. Dissertação (Bacharelado em Engenharia Elétrica) - Universidade Estadual de Londrina, [S. l.], 2017. Disponível em: http://www.uel.br/ctu/deel/TCC/TCC2017_MarceloHaddadBecheli.pdf. Acesso em: 29 jul. 2020.

BRONZINO, Joseph D. **Biomedical Engineering Handbook: Medical Devices and Systems.** 3. ed. Flórida: CRC Press, 2006.

NAJARIAN, Kayvan; SPLINTER, Robert. **Biomedical Signal and Image Processing.** 2. ed. atual. Flórida: CRC Press, 2012.

PERTENCE, A. **Amplificadores Operacionais e Filtros Ativos.** Editora Bookman, 2015.

SEDRA, Adel S.; SMITH, K. C., **Microeletrônica.** 5ª. Ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2007.

WEBSTER, John G. **Medical Instrumentation.** 4. Ed. John Wiley & Sons, 2009.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Agnesia 12, 13, 14, 20, 21

Argila branca 39, 40, 41, 42, 54

B

Biossegurança 10, 1, 2, 3, 4, 6

C

Cadeira de Rodas Motorizada 10, 12

Cicatrização de feridas 56, 58, 59, 60

D

Donovanose Peri-anal 10, 33, 34

DST Peri-anal 33

DST Tratamento 33

E

Ensino de engenharia Biomédica 10, 23

Estética 40, 55, 60, 64

F

Fotobiomodulação 11, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62

L

Laser de baixa potência 56, 57, 58

Lesões ulceradas 33, 34, 37, 61

M

Melasma 10, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55

P

Peri-anal 10, 33, 34, 35, 36

Prótese 10, 14, 23, 30, 31

R

Regeneração tecidual 11, 56, 57, 58, 60

S

Sistema didático 23

T

Tecnologia Assistiva 12, 14, 21, 22

Terapêutica 6, 40, 53, 59

COLEÇÃO DESAFIOS DAS ENGENHARIAS:

ENGENHARIA BIOMÉDICA 2

- 
-  www.atenaeditora.com.br
 -  contato@atenaeditora.com.br
 -  [@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora)
 -  www.facebook.com/atenaeditora.com.br

COLEÇÃO DESAFIOS DAS ENGENHARIAS:

ENGENHARIA BIOMÉDICA 2

- 
- 🌐 www.atenaeditora.com.br
✉ contato@atenaeditora.com.br
📷 @atenaeditora
📘 www.facebook.com/atenaeditora.com.br