

# ENGENHARIA ELÉTRICA:

COMUNICAÇÃO INTEGRADA  
NO UNIVERSO DA ENERGIA

João Dallamuta  
Henrique Ajuz Holzmann  
(Organizadores)

 **Atena**  
Editora

Ano 2021

# ENGENHARIA ELÉTRICA:

COMUNICAÇÃO INTEGRADA  
NO UNIVERSO DA ENERGIA

João Dallamuta  
Henrique Ajuz Holzmann  
(Organizadores)

 **Atena**  
Editora

Ano 2021

**Editora Chefe**

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

**Assistentes Editoriais**

Natalia Oliveira

Bruno Oliveira

Flávia Roberta Barão

**Bibliotecária**

Janaina Ramos

**Projeto Gráfico e Diagramação**

Natália Sandrini de Azevedo

Camila Alves de Cremo

Luiza Alves Batista

Maria Alice Pinheiro

**Imagens da Capa**

Shutterstock

**Edição de Arte**

Luiza Alves Batista

**Revisão**

Os Autores

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.



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 Humanas e Sociais Aplicadas**

Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná

Prof. Dr. Américo Junior Nunes da Silva – Universidade do Estado da Bahia

Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior – Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais  
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília  
Prof. Dr. Carlos Antonio de Souza Moraes – Universidade Federal Fluminense  
Prof. Dr. Crisóstomo Lima do Nascimento – Universidade Federal Fluminense  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Cristina Gaio – Universidade de Lisboa  
Prof. Dr. Daniel Richard Sant’Ana – Universidade de Brasília  
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Dilma Antunes Silva – Universidade Federal de São Paulo  
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá  
Prof. Dr. Elson Ferreira Costa – Universidade do Estado do Pará  
Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima  
Prof. Dr. Gustavo Henrique Cepolini Ferreira – Universidade Estadual de Montes Claros  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Ivone Goulart Lopes – Instituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice  
Prof. Dr. Jadson Correia de Oliveira – Universidade Católica do Salvador  
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins  
Prof. Dr. Luis Ricardo Fernandes da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Pontifícia Universidade Católica de Campinas  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Maria Luzia da Silva Santana – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador  
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. William Cleber Domingues Silva – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

#### **Ciências Agrárias e Multidisciplinar**

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Carla Cristina Bauermann Brasil – Universidade Federal de Santa Maria  
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás  
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia  
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa  
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof. Dr. Jael Soares Batista – Universidade Federal Rural do Semi-Árido  
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará  
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido

Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfnas

### **Ciências Biológicas e da Saúde**

Prof. Dr. André Ribeiro da Silva – Universidade de Brasília

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas

Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Débora Luana Ribeiro Pessoa – Universidade Federal do Maranhão

Prof. Dr. Douglas Siqueira de Almeida Chaves – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Elizabeth Cordeiro Fernandes – Faculdade Integrada Medicina

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Eysler Gonçalves Maia Brasil – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira

Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia

Prof. Dr. Fernando Mendes – Instituto Politécnico de Coimbra – Escola Superior de Saúde de Coimbra

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Gabriela Vieira do Amaral – Universidade de Vassouras

Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria

Prof. Dr. Helio Franklin Rodrigues de Almeida – Universidade Federal de Rondônia

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Iara Lúcia Tescarollo – Universidade São Francisco

Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande

Prof. Dr. Jefferson Thiago Souza – Universidade Estadual do Ceará

Prof. Dr. Jesus Rodrigues Lemos – Universidade Federal do Piauí

Prof. Dr. Jônatas de França Barros – Universidade Federal do Rio Grande do Norte

Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará

Prof. Dr. Luís Paulo Souza e Souza – Universidade Federal do Amazonas

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande

Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Maria Tatiane Gonçalves Sá – Universidade do Estado do Pará

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Natiéli Piovesan – Instituto Federaci do Rio Grande do Norte

Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá

Prof. Dr. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Regiane Luz Carvalho – Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

### **Ciências Exatas e da Terra e Engenharias**

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

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

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará  
Prof<sup>ª</sup> Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho  
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

### **Linguística, Letras e Artes**

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Angeli Rose do Nascimento – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Carolina Fernandes da Silva Mandaji – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará  
Prof. Dr. Fabiano Tadeu Grazioli – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões  
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia

### **Conselho Técnico Científico**

Prof. Me. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo  
Prof. Me. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza  
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba  
Prof. Dr. Adilson Tadeu Basquerote Silva – Universidade para o Desenvolvimento do Alto Vale do Itajaí  
Prof. Dr. Alex Luis dos Santos – Universidade Federal de Minas Gerais  
Prof. Me. Aleksandro Teixeira Ribeiro – Centro Universitário Internacional  
Prof<sup>ª</sup> Ma. Aline Ferreira Antunes – Universidade Federal de Goiás  
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão  
Prof<sup>ª</sup> Ma. Andréa Cristina Marques de Araújo – Universidade Fernando Pessoa  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Andrezza Miguel da Silva – Faculdade da Amazônia  
Prof<sup>ª</sup> Ma. Anelisa Mota Gregoleti – Universidade Estadual de Maringá  
Prof<sup>ª</sup> Ma. Anne Karynne da Silva Barbosa – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Antonio Hot Pereira de Faria – Polícia Militar de Minas Gerais  
Prof. Me. Armando Dias Duarte – Universidade Federal de Pernambuco  
Prof<sup>ª</sup> Ma. Bianca Camargo Martins – UniCesumar

Profª Ma. Carolina Shimomura Nanya – Universidade Federal de São Carlos  
Prof. Me. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Me. Christopher Smith Bignardi Neves – Universidade Federal do Paraná  
Prof. Ma. Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo  
Profª Drª Cláudia Taís Siqueira Cagliari – Centro Universitário Dinâmica das Cataratas  
Prof. Me. Clécio Danilo Dias da Silva – Universidade Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Me. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará  
Profª Ma. Daniela da Silva Rodrigues – Universidade de Brasília  
Profª Ma. Daniela Remião de Macedo – Universidade de Lisboa  
Profª Ma. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco  
Prof. Me. Douglas Santos Mezacas – Universidade Estadual de Goiás  
Prof. Me. Edevaldo de Castro Monteiro – Embrapa Agrobiologia  
Prof. Me. Eduardo Gomes de Oliveira – Faculdades Unificadas Doctum de Cataguases  
Prof. Me. Eduardo Henrique Ferreira – Faculdade Pitágoras de Londrina  
Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil  
Prof. Me. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita  
Prof. Me. Ernane Rosa Martins – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás  
Prof. Me. Euvaldo de Sousa Costa Junior – Prefeitura Municipal de São João do Piauí  
Prof. Dr. Everaldo dos Santos Mendes – Instituto Edith Theresa Hedwing Stein  
Prof. Me. Ezequiel Martins Ferreira – Universidade Federal de Goiás  
Profª Ma. Fabiana Coelho Couto Rocha Corrêa – Centro Universitário Estácio Juiz de Fora  
Prof. Me. Fabiano Eloy Atilio Batista – Universidade Federal de Viçosa  
Prof. Me. Felipe da Costa Negrão – Universidade Federal do Amazonas  
Prof. Me. Francisco Odécio Sales – Instituto Federal do Ceará  
Profª Drª Germana Ponce de Leon Ramírez – Centro Universitário Adventista de São Paulo  
Prof. Me. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária  
Prof. Me. Givanildo de Oliveira Santos – Secretaria da Educação de Goiás  
Prof. Dr. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Me. Gustavo Krahl – Universidade do Oeste de Santa Catarina  
Prof. Me. Helton Rangel Coutinho Junior – Tribunal de Justiça do Estado do Rio de Janeiro  
Profª Ma. Isabelle Cerqueira Sousa – Universidade de Fortaleza  
Profª Ma. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia  
Prof. Me. Javier Antonio Albornoz – University of Miami and Miami Dade College  
Prof. Me. Jhonatan da Silva Lima – Universidade Federal do Pará  
Prof. Dr. José Carlos da Silva Mendes – Instituto de Psicologia Cognitiva, Desenvolvimento Humano e Social  
Prof. Me. Jose Elyton Batista dos Santos – Universidade Federal de Sergipe  
Prof. Me. José Luiz Leonardo de Araujo Pimenta – Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria Uruguay  
Prof. Me. José Messias Ribeiro Júnior – Instituto Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco  
Profª Drª Juliana Santana de Curcio – Universidade Federal de Goiás  
Profª Ma. Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Kamilly Souza do Vale – Núcleo de Pesquisas Fenomenológicas/UFPA  
Prof. Dr. Kárpio Márcio de Siqueira – Universidade do Estado da Bahia  
Profª Drª Karina de Araújo Dias – Prefeitura Municipal de Florianópolis  
Prof. Dr. Lázaro Castro Silva Nascimento – Laboratório de Fenomenologia & Subjetividade/UFPR

Prof. Me. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof<sup>ª</sup> Ma. Lillian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará  
Prof<sup>ª</sup> Ma. Lilians Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Lívia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás  
Prof. Dr. Lucio Marques Vieira Souza – Secretaria de Estado da Educação, do Esporte e da Cultura de Sergipe  
Prof. Dr. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual do Paraná  
Prof<sup>ª</sup> Ma. Luana Ferreira dos Santos – Universidade Estadual de Santa Cruz  
Prof<sup>ª</sup> Ma. Luana Vieira Toledo – Universidade Federal de Viçosa  
Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados  
Prof<sup>ª</sup> Ma. Luma Sarai de Oliveira – Universidade Estadual de Campinas  
Prof. Dr. Michel da Costa – Universidade Metropolitana de Santos  
Prof. Me. Marcelo da Fonseca Ferreira da Silva – Governo do Estado do Espírito Santo  
Prof. Dr. Marcelo Máximo Purificação – Fundação Integrada Municipal de Ensino Superior  
Prof. Me. Marcos Aurelio Alves e Silva – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo  
Prof<sup>ª</sup> Ma. Maria Elanny Damasceno Silva – Universidade Federal do Ceará  
Prof<sup>ª</sup> Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri  
Prof. Me. Pedro Panhoca da Silva – Universidade Presbiteriana Mackenzie  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Poliana Arruda Fajardo – Universidade Federal de São Carlos  
Prof. Me. Ricardo Sérgio da Silva – Universidade Federal de Pernambuco  
Prof. Me. Renato Faria da Gama – Instituto Gama – Medicina Personalizada e Integrativa  
Prof<sup>ª</sup> Ma. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal  
Prof. Me. Robson Lucas Soares da Silva – Universidade Federal da Paraíba  
Prof. Me. Sebastião André Barbosa Junior – Universidade Federal Rural de Pernambuco  
Prof<sup>ª</sup> Ma. Silene Ribeiro Miranda Barbosa – Consultoria Brasileira de Ensino, Pesquisa e Extensão  
Prof<sup>ª</sup> Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo  
Prof<sup>ª</sup> Ma. Taiane Aparecida Ribeiro Nepomoceno – Universidade Estadual do Oeste do Paraná  
Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Faculdade Regional Jaguaribana  
Prof<sup>ª</sup> Ma. Thatianny Jasmine Castro Martins de Carvalho – Universidade Federal do Piauí  
Prof. Me. Tiago Silvio Dedoné – Colégio ECEL Positivo  
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

## Engenharia elétrica: comunicação integrada no universo da energia

**Editora Chefe:** Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Antonella Carvalho de Oliveira  
**Bibliotecária:** Janaina Ramos  
**Diagramação:** Camila Alves de Cremona  
**Correção:** Mariane Aparecida Freitas  
**Edição de Arte:** Luiza Alves Batista  
**Revisão:** Os Autores  
**Organizadores:** João Dallamuta  
Henrique Ajuz Holzmann

### Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

E57 Engenharia elétrica: comunicação integrada no universo da energia / Organizadores João Dallamuta, Henrique Ajuz Holzmann. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2021.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5706-837-3

DOI 10.22533/at.ed.373212302

1. Energia. 2. Engenharia. I. Dallamuta, João (Organizador). II. Holzmann, Henrique Ajuz (Organizador). III. Título.

CDD 621.1

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

**Atena Editora**

Ponta Grossa – Paraná – Brasil

Telefone: +55 (42) 3323-5493

[www.atenaeditora.com.br](http://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.

## APRESENTAÇÃO

A engenharia elétrica tornou-se uma profissão há cerca de 130 anos, com o início da distribuição de eletricidade em caráter comercial e com a difusão acelerada do telégrafo em escala global no final do século XIX.

Na primeira metade do século XX a difusão da telefonia e da radiodifusão além do crescimento vigoroso dos sistemas elétricos de produção, transmissão e distribuição de eletricidade, deu os contornos definitivos para a carreira de engenheiro eletricista que na segunda metade do século, com a difusão dos semicondutores e da computação gerou variações de ênfase de formação como engenheiros eletrônicos, de telecomunicações, de controle e automação ou de computação.

Não há padrões de desempenho em engenharia elétrica e da computação que sejam duradouros. Desde que Gordon E. Moore fez a sua clássica profecia tecnológica, em meados dos anos 60, a qual o número de transistores em um chip dobraria a cada 18 meses - padrão este válido até hoje – muita coisa mudou. Permanece porém a certeza de que não há tecnologia na neste campo do conhecimento que não possa ser substituída a qualquer momento por uma nova, oriunda de pesquisa científica nesta área.

Produzir conhecimento em engenharia elétrica é, portanto, atuar em fronteiras de padrões e técnicas de engenharia. Também se trata de uma área de conhecimento com uma grande amplitude de subáreas e especializações, algo desafiador para pesquisadores e engenheiros.

Neste livro temos uma diversidade de temas nas áreas níveis de profundidade e abordagens de pesquisa, envolvendo aspectos técnicos e científicos. Aos autores e editores, agradecemos pela confiança e espírito de parceria.

Boa leitura

João Dallamuta  
Henrique Ajuz Holzmann

## SUMÁRIO

### **CAPÍTULO 1..... 1**

#### **APLICAÇÃO DE REDE NEURAL ARTIFICIAL ESPECIALISTA EM RECONHECIMENTO DE TRANSTORNOS VOCAIS MODERADOS**

Eduardo Henrique da Silva

Mateus Morikawa

Vinícius Baratieri Suterio

María Eugenia Dajer

**DOI 10.22533/at.ed.3732123021**

### **CAPÍTULO 2..... 11**

#### **ASSESSMENT OF THE IMPACT OF GROUNDING SYSTEMS MODELING ON THE LIGHTNING PERFORMANCE OF TRANSMISSION LINES**

Felipe Vasconcellos

Rafael Alípio

Fernando Moreira

**DOI 10.22533/at.ed.3732123022**

### **CAPÍTULO 3..... 25**

#### **ANÁLISE DA ILUMINAÇÃO EM AMBIENTES DE INTERNAÇÃO E DE CONSULTA MÉDICA EM HOSPITAIS PÚBLICOS E PRIVADOS DE ARAPIRACA-AL**

Augusto César Lúcio de Oliveira

Gabriel dos Santos Alves

Hapitaglo Rian da Silva

Igor Silva de Oliveira

**DOI 10.22533/at.ed.3732123023**

### **CAPÍTULO 4..... 36**

#### **SISTEMA AUTOMÁTICO DE CONTROLE DE ILUMINAÇÃO PÚBLICA COM BASE EM SENSORES DE PRESENÇA E BLUETOOTH**

Wyctor Fogos da Rocha

Mário Mestria

**DOI 10.22533/at.ed.3732123024**

### **CAPÍTULO 5..... 50**

#### **DESENVOLVIMENTO E APLICAÇÃO DE SISTEMA SUPERVISÓRIO PARA UM FOTÔMETRO**

Gabriela Dias Alba

Alberto Noboru Miyadaira

Oldair Donizeti Leite

Domingos Perego Junior

Eduardo Cezar Lenz

João Pedro de Araújo Nespolo

**DOI 10.22533/at.ed.3732123025**

### **CAPÍTULO 6..... 60**

#### **THE INFLUENCE OF THE FREQUENCY-DEPENDENT BEHAVIOR OF GROUND**

**ELECTRICAL PARAMETERS ON THE LIGHTNING PERFORMANCE OF TRANSMISSION LINES**

Felipe Vasconcellos

Rafael Alípio

Fernando Moreira

**DOI 10.22533/at.ed.3732123026**

**CAPÍTULO 7..... 77**

**BANCADA EXPERIMENTAL PARA TESTE DE CONTROLADORES PRIMÁRIOS EM MICRORREDES**

João Pedro Magalhães Fernandes

Márcio Stefanello

**DOI 10.22533/at.ed.3732123027**

**CAPÍTULO 8..... 89**

**ANÁLISE DE SISTEMAS DE ARMAZENAMENTO PADRÃO COM ESTRATÉGIA DE CONTROLE DE TENSÃO NO MODO TENSÃO-POTÊNCIA ATIVA**

Vitor Francisco Bassi de Franchi Siqueira

Romeu Reginatto

**DOI 10.22533/at.ed.3732123028**

**CAPÍTULO 9..... 103**

**DESENVOLVIMENTO DE UM FOTOMETRO MICROCONTROLADO PARA ANÁLISE DE SUBSTÂNCIAS**

Domingos Perego Junior

Alberto Noboru Miyadaira

Oldair Donizeti Leite

Gabriela Dias Alba

Eduardo Cezar Lenz

João Pedro de Araújo Nespolo

**DOI 10.22533/at.ed.3732123029**

**CAPÍTULO 10..... 112**

**MORTE POR ELETROCUSSÃO NA REGIÃO NORDESTE ENTRE OS ANOS DE 2014 E 2019**

Daniela Asquidamini

Carlos A. C. Jousseph

Bruna Pontes Cechinel

**DOI 10.22533/at.ed.37321230210**

**CAPÍTULO 11..... 119**

**PROJETO E IMPLEMENTAÇÃO DE UMA SOLUÇÃO DE BAIXO CUSTO PARA GERENCIAMENTO DO CONSUMO RESIDENCIAL DE ENERGIA**

Raphael de Aquino Gomes

Vinicius de Mello Lima

Amanda Beatriz Mendanha Fernandes

Charles Lucas Santana de Souza

**DOI 10.22533/at.ed.37321230211**

<b>CAPÍTULO 12.....</b>	<b>131</b>
<b>ESTUDO E DESENVOLVIMENTO DO ESTÁGIO DE SAÍDA DE UM GERADOR DE ONDAS ARBITRÁRIAS</b>	
Daiany Besen	
Felipe Walter Dafico Pfrimer	
Alberto Yoshihiro Nakano	
<b>DOI 10.22533/at.ed.37321230212</b>	
<b>CAPÍTULO 13.....</b>	<b>140</b>
<b>DESENVOLVIMENTO DE PLACA DE AQUISIÇÃO E ELETRODOS SECOS EM ELETROMIOGRAFIA</b>	
Luiz Augusto Garonce Ferreira	
Felipe Walter Dafico Pfrimer	
Alberto Yoshihiro Nakano	
<b>DOI 10.22533/at.ed.37321230213</b>	
<b>CAPÍTULO 14.....</b>	<b>148</b>
<b>PROJETO E IMPLANTAÇÃO DE UM CURSO DE OPERADOR DE USINAS TERMELÉTRICAS ARTICULADO COM EMPRESAS DO COMPLEXO INDUSTRIAL E PORTUÁRIO DO PECÉM</b>	
Marcel Ribeiro Mendonça	
Marcilia Maria Soares Barbosa Macedo	
<b>DOI 10.22533/at.ed.37321230214</b>	
<b>CAPÍTULO 15.....</b>	<b>159</b>
<b>DESENVOLVIMENTO DE UM DISPOSITIVO DE ANÁLISE DE AZEITES E ÓLEO VEGETAL DE BAIXO CUSTO</b>	
Matheus Bogo Polidorio	
Alexandre de Sousa Duarte	
Alberto Yoshihiro Nakano	
Ricardo Schneider	
Felipe Walter Dafico Pfrimer	
<b>DOI 10.22533/at.ed.37321230215</b>	
<b>SOBRE OS ORGANIZADORES .....</b>	<b>170</b>
<b>ÍNDICE REMISSIVO.....</b>	<b>171</b>

## DESENVOLVIMENTO DE PLACA DE AQUISIÇÃO E ELETRODOS SECOS EM ELETROMIOGRAFIA

Data de aceite: 22/02/2021

Data de submissão: 29/12/2020

### Luiz Augusto Garonce Ferreira

Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Toledo – Paraná  
<http://lattes.cnpq.br/2597885270943159>

### Felipe Walter Dafico Pfrimer

Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Toledo – Paraná  
<http://lattes.cnpq.br/6926615137451062>

### Alberto Yoshihiro Nakano

Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Toledo – Paraná  
<http://lattes.cnpq.br/7663994105896731>

**RESUMO:** Este trabalho descreve o desenvolvimento de um sistema de aquisição de sinal eletromiográfico (EMG), utilizando eletrodos secos. Para isso, uma placa de aquisição foi projetada para identificar os sinais bioelétricos gerados por atividade muscular. A placa foi construída com 4 camadas (*layers*), para redução de ruídos gerados por interferência eletromagnética (*Electromagnetic interference* ou EMI). Os eletrodos foram feitos seguindo procedimentos de fabricação de placas de circuito impresso (PCI), com o diferencial de serem cobertos por uma fina camada de ouro, o que possibilitou obter baixa oxidação, elevada condutividade elétrica e propriedade antialérgica. Constatou-se diagramas de Bode semelhantes tanto na simulação, quanto no modelo teórico,

assim como nos resultados práticos do sistema. Espera-se que futuramente este projeto possa ser aplicado em próteses mecânicas, em estudos acadêmicos e em produtos da área de saúde.

**PALAVRAS-CHAVE:** EMG. Eletromiografia. Eletrodo de superfície.

### DEVELOPMENT OF ACQUISITION PLATE AND DRY ELECTRODES ELECTROMYOGRAPHY

**ABSTRACT:** The project describes the development of the electromyography signal acquisition system (EMG), using dry electrodes and a signal acquisition plate, aimed at medicine, academic studies and the development of robotic prostheses. Thus, an EMG signal acquisition plate was designed to identify the bioelectric signals generated by the muscle. The capture board was designed with 4 layers, to reduce noise generated by electromagnetic interference (*Electromagnetic interference* or EMI). The plate containing the electrodes was built following the same principle as standard circuit boards, with the difference of being covered by a thin layer of gold, which made it possible to obtain a low oxidation point, antiallergic electrodes and high electrical conductivity. Similar bode graphs were found both in the simulation and in the theoretical model, as well as in the practical results. Therefore, the project will enable the development of equipment to attend robotic prostheses and academic studies, using dry electrodes manufactured on printed circuit boards.

**KEYWORDS:** EMG. Electromyography. Dry electrodes.

## INTRODUÇÃO

O sistema muscular humano possui numerosas fibras, que se contraem ou estendem devido aos comandos dos neurônios motores (OLIVEIRA, 2012). Com o comando, as miofibrilas, pequenas partes pertencentes às fibras musculares, recebem os estímulos do cérebro, possibilitando trocas iônicas entre os meios intra e extracelular. Como consequência, existe a geração dos potenciais de membrana, que são os sinais bioelétricos (ou eletromiográficos - EMG) que podem ser captados por eletrodos de superfície.

Os sinais EMG gerados nas células são na ordem de  $10^{-6}$  a  $10^{-3}$  V, possuem característica aleatória com espectro entre 6 e 500 Hz (OLIVEIRA, 2012). Dessa forma, a posição de aquisição dos eletrodos ocorrerá na parte central do músculo, para se obter a maior quantidade de fibras musculares e conseqüentemente maior potencial bioelétrico.

Este projeto foi motivado pela necessidade da construção de um equipamento que utiliza eletrodos secos (não descartáveis) para a captação de sinais musculares. Tais eletrodos são melhores para equipamentos de uso pessoal, tais como próteses, pois o usuário precisará fazer apenas a higienização dos contatos toda vez que for utilizar. Além disso, os eletrodos desenvolvidos podem ser antialérgicos.

Foram desenvolvidas duas placas de circuito impresso: uma para a captação, que apresenta quatro camadas (*layers*), *buffers*, um amplificador diferencial e um amplificador não inversor com filtros para uma faixa adequada de aquisição de sinal EMG; e outra placa contendo os eletrodos secos com uma fina camada de ouro.

## MATERIAIS E MÉTODOS

Assim como mencionado na introdução, o projeto foi estruturado para ser constituído em duas placas: i) a de captação contendo um amplificador de instrumentação; e ii) a placa dos eletrodos secos. As duas foram desenvolvidas através do o *software* EDA (*Electronic Design Automation*) *Kicad*, que é distribuído gratuitamente (*open source*). A Figura 1 apresenta o diagrama simplificado do conjunto para aquisição do sinal EMG.

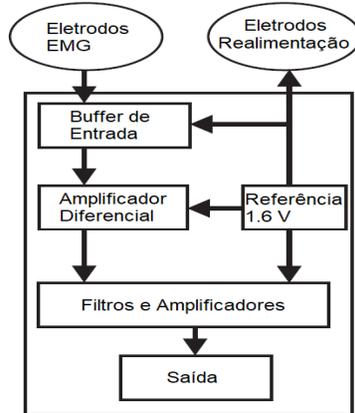


Figura 1 – Diagrama de blocos do conjunto.

Fonte: Adaptado de OLIVEIRA (2012)

A placa de captação foi projetada para garantir a coleta do sinal EMG e sua visualização em um osciloscópio. O principal elemento desse tipo de equipamento é o amplificador de instrumentação (INA), que possui entrada diferencial, ideal para coleta de sinais bioelétricos.

Para escolha do INA levou-se em consideração cinco quesitos: i) A impedância de entrada; ii) encapsulamento; iii) faixa de tensão de operação; iv) corrente quiescente e v) baixo ruído diferencial. No mercado internacional, foi possível encontrar diversos amplificadores que atendiam total ou parcialmente os requisitos listados e, após uma análise aprofundada, foi escolhido o *chip* INA126 produzido pela *Texas Instruments* (TI) (TEXAS INSTRUMENTS, 2015). Este INA satisfazia todas as necessidades do projeto.

Além disso, a placa de aquisição foi projetada com quatro camadas para reduzir ruídos de Interferência Eletromagnética (*Electromagnetic interference* ou EMI) (OLIVEIRA, 2012). Além disso, contém o amplificador diferencial escolhido, dois buffers de entrada, filtro passa altas, um amplificador não inversor, filtro passa baixas e por fim um buffer de saída.

Para sua confecção, foram utilizados componentes de montagem em superfície (*Surface Mount Device* ou SMD) para que a placa tivesse um tamanho reduzido (5,8 cm x 2,7 cm, aproximadamente).

A alimentação é de 6 V dada por um conector do tipo pino. A placa contém um regulador monolítico MCP1700 de 3,3 V que alimenta todos os amplificadores operacionais OPA2335 (BURR BROWN PRODUCTS, 2003), OPA335 (BURR BROWN PRODUCTS, 2003), o de instrumentação INA126.

Foi utilizada a referência de tensão ADP1714 (ANALOG DEVICES, 2008) que

fornece um sinal estável de 1,6 V. A Figura 2 mostra o circuito de regulação e o de referência de 1,6 V. Na Figura 3, encontra-se o circuito de aquisição de sinal EMG.

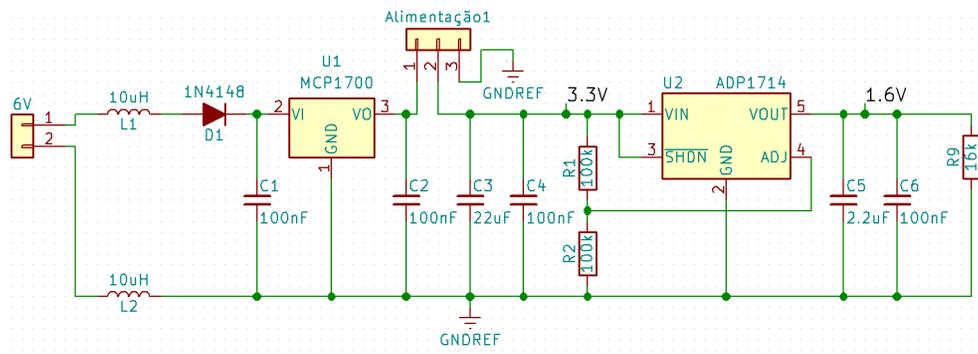


Figura 2 – Fonte de alimentação.

Fonte: Autoria Própria (2020)

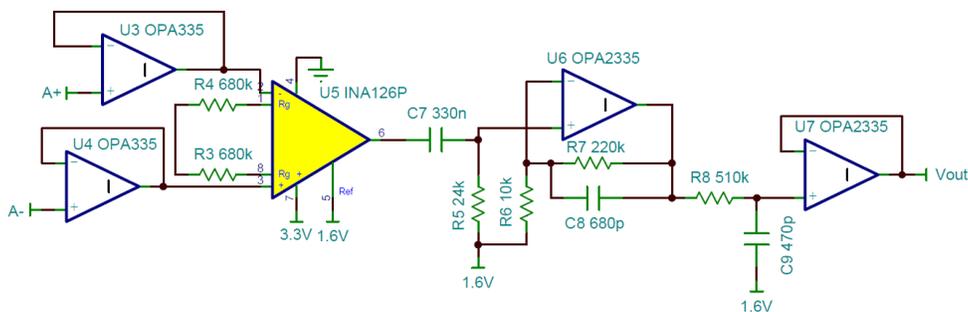


Figura 3 – Circuito de aquisição de sinal EMG.

Fonte: Autoria Própria (2020)

Na eletromiografia de superfície é recomendado impedância de entrada de no mínimo 100 M $\Omega$  (OLIVEIRA, 2012). Dessa maneira, buffers de entrada (U3 e U4) são fundamentais para isolar o circuito de aquisição dos eletrodos (A+ e A-), possibilitando a obtenção de sinais com o mínimo ruído possível, independente das características da pele.

Em seguida, os sinais passam pelo amplificador diferencial (U5) cujo ganho é ajustado por dois resistores em série de 680 k $\Omega$  para 5 V/V. Na sequência, o sinal amplificado passa por um filtro passivo passa altas (C7 e R5) configurado com uma frequência de corte de 20 Hz.

Logo depois, o sinal sofre uma amplificação não-inversora com um ganho ajustado, pelos resistores de 220 k $\Omega$  e 10 k $\Omega$ , em 23 V/V. Dessa forma, o ganho total é de 115 V/V

ou 41,21 dB.

Posteriormente, um filtro passivo passa baixa com uma frequência de corte de aproximadamente 530 Hz foi projetado, provido pelo resistor de 510 k $\Omega$  e o capacitor 470 pF. Como consequência, o sinal resultante fica restrito numa faixa de 20 a 530 Hz, região de maior incidência de estímulos musculares (OLIVEIRA, 2012). Ao final do circuito, também existe um seguidor de tensão, proporcionando baixa impedância de saída.

Os eletrodos foram projetados em uma placa de circuito impresso. Dessa forma, foi feito um desenho contendo 12 contatos quadrados, que puderam ser destacados da placa resultante. A placa foi fabricada em uma empresa especializada, o que possibilitou a deposição de ouro sobre os contatos.

O processo de deposição de ouro utilizado é conhecido por ouro de imersão de níquel eletrolítico e restrição de certas substâncias perigosas (*Electroless Nickel Immersion Gold and Restriction of Certain Hazardous Substances* ou *ENIG ROHS*). Tal processo consiste em depositar níquel na superfície do cobre catalisado por paládio, para em seguida o ouro aderir às áreas niqueladas (QUINTERO, 2020).

Os eletrodos foram destacados e lixados conforme mostra a figura 4. Note que existem três eletrodos menores e três maiores instalados em uma estrutura tridimensional para facilitar a colocação dos mesmos sobre a pele. Tal configuração foi feita para estudar diferentes disposições geométricas de aquisição diferencial. No entanto, testes em humanos não foram feitos, pois seria necessário submeter o projeto a um conselho de ética.



Figura 4 – Fixação dos eletrodos no suporte plástico com o cabo de conexão.

Fonte: Autoria Própria (2020)

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

Para validar o projeto, foram realizados testes para verificar se ganho e espectro em frequência do circuito são condizentes com valores teóricos e simulados. Desta forma,

foi necessário montar um circuito de teste que fornecesse um sinal diferencial com as características de um sinal EMG entre os terminais A+ e A- da figura 3. A Figura 5 apresenta o circuito de teste, onde VG1 é um gerador de sinais. Note que o circuito gera dois sinais semelhantes, entre os pontos A+ e A-, defasados de 180° entre si, com referência em 1,6 V.

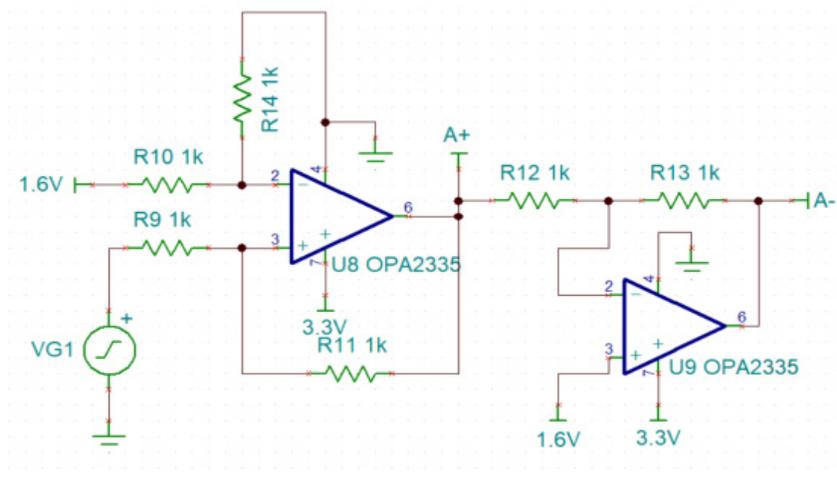


Figura 5 – Circuito de teste.

Fonte: Autoria Própria (2020)

O diagrama de bode do circuito de aquisição do sinal EMG está representado na figura 6, onde são apresentados os resultados práticos (vermelho/quadrado), simulação do circuito (preto/triângulo) e teórico (curva azul/losango). A simulação foi realizada no software TINA (TINA, 2020), em sua versão gratuita. A curva teórica foi obtida através da análise do circuito de aquisição (figura 3), onde foi obtida a seguinte função de transferência:

$$T(s) = \left( \frac{21109,71 s^2 + 3245487243 s}{s^3 + 10982,63 s^2 + 29257615,41 s + 3520998718} \right) \quad (1)$$

É possível verificar que as três curvas são muito próximas, validando o circuito para a captação de sinais com a característica do sinal EMG. Dessa forma, conclui-se que o circuito foi projetado e construído de acordo com as especificações pretendidas. Espera-se que novos testes sejam feitos para validar o circuito através de testes em seres humanos.

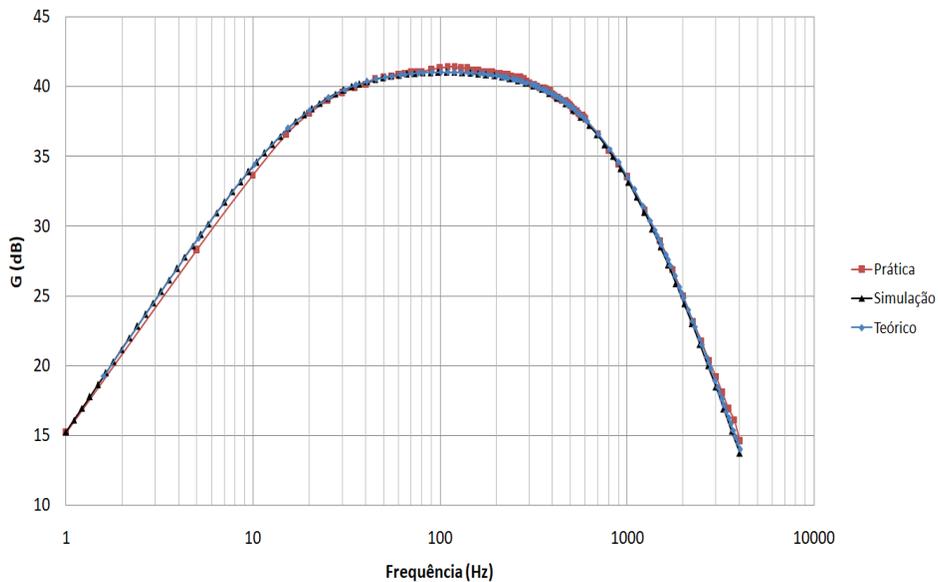


Figura 6 – Gráfico de Bode.  
 Fonte: Aatoria Própria (2020)

Com o desenvolvimento deste trabalho, espera-se que futuramente haja uma melhor adaptação ao uso de próteses, aumentando consideravelmente o conforto das pessoas no seu dia a dia. Adicionalmente, estima-se que o trabalho desenvolvido possa ser utilizado com o modelo atual de eletrodo para aplicações na robótica.

## CONCLUSÃO

Este trabalho contemplou o desenvolvimento de um conjunto contendo eletrodos secos e placa de aquisição de sinal, motivado pela facilidade de aplicação do eletrodo em equipamentos que precisam ficar diretamente conectados à pele, bem como a forma de fabricação do eletrodo. O projeto funcionou como o esperado em relação ao modelo desenhado no software TINA (TINA, 2020) e com os dados teóricos.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço ao CNPQ pela bolsa de Iniciação científica, que me permitiu aprofundar meus conhecimentos na área do meu curso de Engenharia Eletrônica. A experiência e o aprendizado diários tornaram-me um aluno e profissional melhor.

## REFERÊNCIAS

ANALOG DEVICES, **ADP 1712, ADP 1713, ADP 1714**. Norwood: Analog Devices Incorporated, 2008. Disponível em: <[https://www.analog.com/media/en/technical-documentation/data-sheets/ADP1712\\_1713\\_1714.pdf](https://www.analog.com/media/en/technical-documentation/data-sheets/ADP1712_1713_1714.pdf)>. Acesso em: 06 de agosto de 2020.

BURR BROWN PRODUCTS. **OPA 2335 e OPA335**. Dallas: Texas Instruments Incorporated, 2003. Disponível em: <<https://www.ti.com/lit/ds/symlink/opa2335.pdf>>. Acesso em: 06 agosto. 2020.

OLIVEIRA, Frederico Amaral de. **Sensor de Eletromiografia sem fio a seco com acelerômetro triaxial integrado**. 2012. 95 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) – Universidade Federal de Itajubá, 2012.

QUINTERO, Eulises. **ENIG VS OSP VS HASL: Which PCB finish for manufacturing**. TITOMA Design For Manufacturing Asia, 2020. Disponível em: <<https://titoma.com/blog/pcb-surface-finish-enig-hasl-osp-isn-iag>>Acesso em: 18 de agosto de 2020.

TEXAS INSTRUMENTS, **INA126 MicroPower Instrumentation Amplifier Single and Dual Versions**. Dallas: Texas Instruments Incorporated, 2015. Disponível em: <<https://www.ti.com/lit/ds/symlink/ina126.pdf>>. Acesso em: 06 de agosto de 2020.

TINA. **Tina**. 2020. Disponível em: <<https://www.tina.com/pt/>>. Acesso em: 09 de agosto de 2020.

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

Acidentes fatais 112, 113, 117

AD633 131, 132, 133, 135, 136, 137, 138

Análise luminotécnica 25

Arduino 37, 39, 41, 42, 43, 46, 47, 48, 49, 59, 111, 119, 120, 121, 122, 124, 125, 128, 129, 130

Automação 9, 22, 36, 38, 47, 48, 59, 119, 121, 123, 127, 128, 150, 154, 155

Azeite 159, 160, 161, 163, 168

### B

Backflashover 11, 12, 19, 20, 21, 22, 60, 61, 62, 70, 71, 72, 73

Bancada experimental 77, 78, 84, 85, 88

Bluetooth 36, 37, 39, 46, 47, 48, 49, 122

Boxplot 112, 113, 114, 115, 116

### C

Classificadores 159, 160

Controle volt-watt 89

Costs 21, 36

### D

DAC 131, 132, 134, 135, 137, 138

Descargas atmosféricas 11, 12, 60, 61

Design automation 36, 141

Distúrbios da voz 1

### E

Eletricidade 45, 112, 113, 118, 120, 121, 129

Eletrodo de superfície 140

Eletromiografia 140, 143, 147

EMG 140, 141, 142, 143, 145

Espectrofotometria 50

Estágio de saída 131, 132, 133, 134, 136, 138

Estudo de cores 25

Extensão 148, 157

## **F**

Fotometria 103, 104, 105

## **G**

Geração solar 89, 90, 101

Gerador de ondas arbitrárias 131, 132, 138, 139

## **I**

Iluminação no ambiente hospitalar 25

Infrared sensors 36

Instrumentos de medição 103

Internet das coisas 119, 120, 122, 130

## **L**

Lighting control 36, 49

Linhas de transmissão 11, 12, 60, 61, 117

## **M**

Microcontroladores 103

Microprocessador 36

Microrrede 77, 78, 79, 87

## **O**

Óleo vegetal 159, 161

## **P**

Perceptron multicamadas 1, 3

Processamento de imagem 159

## **Q**

Qualificação profissional 148, 149, 155, 156

## **R**

Raspberry Pi 46, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 130, 159, 160, 163

Reconhecimento de padrão 159, 160

Recursos distribuídos de energia 77, 78

## **S**

Sistemas de aterramento 11, 12, 61

Sobretensão 89, 91, 98, 100, 101

Software de controle 50

## **T**

Transformada Wavelet Packet 1, 2

## **U**

Usinas termelétricas 148, 149, 152, 155

# ENGENHARIA ELÉTRICA:

COMUNICAÇÃO INTEGRADA  
NO UNIVERSO DA ENERGIA

[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br) 

[contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br) 

[@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora) 

[www.facebook.com/atenaeditora.com.br](https://www.facebook.com/atenaeditora.com.br) 

 **Atena**  
Editora

Ano 2021

# ENGENHARIA ELÉTRICA:

COMUNICAÇÃO INTEGRADA  
NO UNIVERSO DA ENERGIA

[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br) 

[contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br) 

[@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora) 

[www.facebook.com/atenaeditora.com.br](https://www.facebook.com/atenaeditora.com.br) 

 **Atena**  
Editora

Ano 2021