

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^ª Dr^ª 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^ª Dr^ª 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^ª Dr^ª 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^ª Dr^ª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Prof. Dr. Luis Ricardo Fernandes da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros
Prof^ª Dr^ª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Pontifícia Universidade Católica de Campinas
Prof^ª Dr^ª Maria Luzia da Silva Santana – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof^ª Dr^ª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof^ª Dr^ª 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^ª Dr^ª 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^ª Dr^ª 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^ª Dr^ª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Prof^ª Dr^ª 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^ª Dr^ª 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^ª Dr^ª Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa
Prof^ª Dr^ª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof^ª Dr^ª 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 Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde

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

Prof^ª Dr^ª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas

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

Prof^ª Dr^ª 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^ª Dr^ª Elizabeth Cordeiro Fernandes – Faculdade Integrada Medicina

Prof^ª Dr^ª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília

Prof^ª Dr^ª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina

Prof^ª Dr^ª 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^ª Dr^ª 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^ª Dr^ª 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^ª Dr^ª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande

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

Prof^ª Dr^ª Maria Tatiane Gonçalves Sá – Universidade do Estado do Pará

Prof^ª Dr^ª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma

Prof^ª Dr^ª 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^ª Dr^ª Regiane Luz Carvalho – Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino

Prof^ª Dr^ª Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora

Prof^ª Dr^ª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa

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

Linguística, Letras e Artes

Prof^ª Dr^ª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins
Prof^ª Dr^ª Angeli Rose do Nascimento – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro
Prof^ª Dr^ª Carolina Fernandes da Silva Mandaji – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof^ª Dr^ª 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^ª Dr^ª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná
Prof^ª Dr^ª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará
Prof^ª Dr^ª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Prof^ª Dr^ª 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^ª Ma. Aline Ferreira Antunes – Universidade Federal de Goiás
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Prof^ª Ma. Andréa Cristina Marques de Araújo – Universidade Fernando Pessoa
Prof^ª Dr^ª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Prof^ª Dr^ª Andrezza Miguel da Silva – Faculdade da Amazônia
Prof^ª Ma. Anelisa Mota Gregoleti – Universidade Estadual de Maringá
Prof^ª 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^ª 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^ª Ma. Lillian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará
Prof^ª Ma. Liliansi Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ
Prof^ª Dr^ª 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^ª Ma. Luana Ferreira dos Santos – Universidade Estadual de Santa Cruz
Prof^ª Ma. Luana Vieira Toledo – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados
Prof^ª 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^ª Ma. Maria Elanny Damasceno Silva – Universidade Federal do Ceará
Prof^ª Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Prof. Me. Pedro Panhoca da Silva – Universidade Presbiteriana Mackenzie
Prof^ª Dr^ª 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^ª 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^ª Ma. Silene Ribeiro Miranda Barbosa – Consultoria Brasileira de Ensino, Pesquisa e Extensão
Prof^ª Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo
Prof^ª Ma. Taiane Aparecida Ribeiro Nepomoceno – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Faculdade Regional Jaguaribana
Prof^ª 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^a Dr^a 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

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

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

ESTUDO E DESENVOLVIMENTO DO ESTÁGIO DE SAÍDA DE UM GERADOR DE ONDAS ARBITRÁRIAS

Data de aceite: 22/02/2021

Data de submissão: 30/12/2020

Daiany Besen

Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Toledo, Paraná
<http://lattes.cnpq.br/8807309716564389>

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: O gerador de sinais é uma importante ferramenta de testes em circuitos eletrônicos pois é capaz de gerar sinais elétricos em forma de tensão. Entretanto, apresenta limitação quanto as formas de onda de saída, que geralmente são as mais comuns: senoidal, triangular e quadrada. Para aplicações que necessitam de sinais mais complexos, além das formas comuns, utiliza-se um gerador de ondas arbitrárias que é capaz de gerar sinais totalmente configurados pelo usuário. Dentro do gerador arbitrário o estágio de saída realiza uma etapa essencial, que é o ajuste de amplitude e *offset* do sinal. Dessa forma, o objetivo deste trabalho é o desenvolvimento do estágio de saída de baixo custo e de hardware aberto em que o usuário possa digitar os valores de amplitude e *offset* por meio de uma interface

para computador. Para o desenvolvimento foram utilizados dois conversores digital para analógico (DAC) que serão responsáveis por controlar os valores de amplitude e *offset* do sinal de saída. Os resultados obtidos apresentam resposta satisfatória, visto que a comunicação entre computador, microcontrolador e DACs é estável e ainda a simulação dos circuitos analógicos apresentam boa resposta.

PALAVRAS-CHAVE: Gerador de ondas arbitrárias. Estágio de saída. DAC. AD633.

STUDY AND DEVELOPMENT OF THE EXIT STAGE OF AN ARBITRARY WAVES GENERATOR

ABSTRACT: The signal generator is an important test tool in electronic circuits because it is capable of generating electrical signals in the form of voltage. However, it has limitations in terms of output waveforms, which are generally the most common: sinusoidal, triangular and square. For applications that require more complex signals, in addition to the common forms, an arbitrary wave generator is used that is capable of generating signals fully configured by the user. Within the arbitrary generator, the output stage performs an essential step, which is the adjustment of the amplitude and *offset* of the signal. Thus, the objective of this work is the development of the low-cost, open hardware output stage in which the user can enter the amplitude and *offset* values through a computer interface. For the development, two digital to analog converters (DAC) were used, which will be responsible for controlling the amplitude and *offset* values of the output signal. The results obtained have a

satisfactory response, since the communication between computer, microcontroller and DACs is stable and the simulation of analog circuits has a good response.

KEYWORDS: Arbitrary wave generator. Output stage. DAC. AD633.

1 | INTRODUÇÃO

Um gerador de sinais é um equipamento eletrônico amplamente utilizado como ferramenta de testes em circuitos elétricos. Tal equipamento é capaz de gerar sinais em forma de tensão, que então serão conectados na entrada de um sistema a ser testado.

Entretanto, o gerador de sinais apresenta limitação quanto as formas de onda de saída, que geralmente são as mais comuns: senoidal, triangular e quadrada; e também limitação dos parâmetros que podem ser configurados nesses sinais: amplitude, *offset* e frequência. Para aplicações que necessitem de estímulos mais complexos em sua entrada, se faz necessário a criação de sinais além das formas comuns. Nesse caso recorre-se a um gerador de ondas arbitrárias, que se trata de um equipamento capaz de gerar sinais totalmente configurados pelo usuário, não só nos parâmetros já citados, mas também na sua forma (SANTOS; LAMPA, 2018, p. 16-17).

Segundo Reichert e Moreto (2017, p. 24) o gerador de ondas arbitrárias pode utilizar diversas técnicas para a geração dos sinais, porém, esses sinais são apenas uma base, com a forma e frequência desejadas. Nesse cenário o estágio de saída exerce um papel muito importante pois é nele em que o sinal pode ser amplificado e ter adicionado um nível CC (corrente contínua), geralmente designada como tensão de *offset*.

Nesse artigo será apresentado o desenvolvimento do estágio de saída de um gerador de ondas arbitrárias de baixo custo, de hardware aberto e que possui controle digital, onde o usuário seleciona os valores de amplitude e *offset* por meio de uma interface para computador pessoal (PC). Para o desenvolvimento, foram utilizados dois conversores digital-analógico (DAC), um para configurar amplitude do sinal de saída e o outro para o *offset*.

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

A construção do estágio de saída proposto está esquematizada no diagrama de blocos da Figura 1.

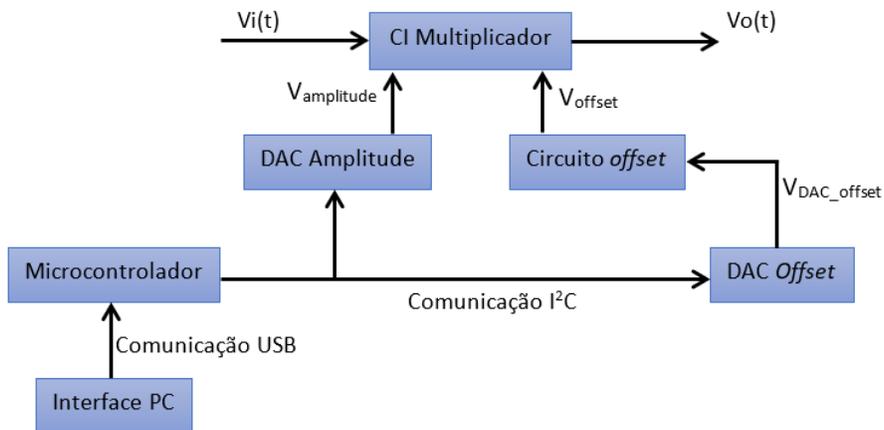


Figura 1 - Diagrama de blocos do estágio de saída.

Fonte: Autoria própria (2020).

O sinal de entrada do estágio de saída, $V_i(t)$, é um sinal normalizado e de amplitude fixa que provém da técnica utilizada para geração de sinais arbitrários. Para o ajuste de amplitude, deve ocorrer a multiplicação do sinal $V_i(t)$ pelo sinal de tensão contínua $V_{amplitude}$. Essa multiplicação é feita pelo circuito integrado (CI) multiplicador AD633, que também faz o ajuste de *offset* ao somar a tensão V_{offset} . Todo este processo originará o sinal de saída $V_o(t)$.

O CI AD633 que possui diagrama interno mostrado na Figura 2 é um multiplicador de baixo custo que realiza multiplicação nos quatro quadrantes, possui alta impedância, entradas diferenciais X (X_1 e X_2) e Y (Y_1 e Y_2) e uma entrada somadora Z (ANALOG DEVICES, 2015).

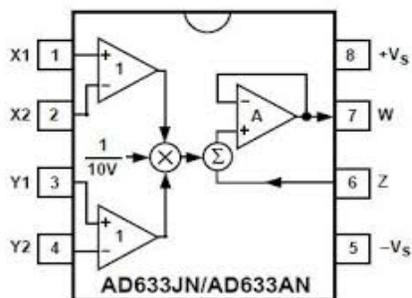


Figura 2 - Diagrama interno do CI AD633.

Fonte: Analog Devices (2015).

O componente possui a seguinte equação de saída:

$$V_o = \frac{(X_1 - X_2) * (Y_1 - Y_2)}{10} + Z \quad (1)$$

Fixando X_2 e Y_2 na referência do circuito, Y_1 como o sinal V_i , X_1 como $V_{amplitude}$ e Z como V_{offset} tem-se:

$$V_o = \frac{V_i * V_{amplitude}}{10} + V_{offset} \quad (2)$$

Sabendo que a equação (2) também é a equação de saída do estágio de saída, a primeira parte é referente ao controle de amplitude do sinal e a segunda parte ao controle de *offset*.

As tensões $V_{amplitude}$ e V_{offset} que fazem o controle do valor final de amplitude e *offset* do sinal são controladas por dois diferentes DACs, dispositivos que fazem a transformação de um sinal digital para uma saída em tensão analógica. Os DACs recebem informação digital de um microcontrolador através de um barramento I²C de comunicação.

Para o desenvolvimento do projeto foi utilizado o dispositivo MCP4725, um módulo DAC de 12 bits produzido pela Microchip. Esse módulo possui saída analógica em tensão, alta precisão, memória não volátil (EEPROM) e interface I²C de comunicação (MICROCHIP, 2009).

Uma característica importante do DAC é sua resolução, ou seja, a menor variação de tensão que pode ocorrer na saída analógica. A resolução do MCP4725 é dada pela equação:

$$R = \frac{V_{ref}}{4096} \quad (3)$$

Sendo que 4096 se refere a quantidade de níveis de tensão que o DAC de 12 bits pode gerar. A tensão de referência V_{ref} deve ser a mesma tensão de alimentação do microcontrolador e também máxima tensão que o dispositivo pode gerar.

Outra equação importante para o desenvolvimento é equação de saída do DAC, que é dada por:

$$V_{out} = \frac{V_{ref} * D_n}{4096} \quad (4)$$

A equação (4) relaciona uma entrada digital D_n , que vai de 0 a 4095, com a saída analógica V_{out} .

Para o envio de dados para os DACs o protocolo de comunicação I²C foi programado no microcontrolador MSP430G2553 utilizando linguagem C.

De acordo com Braga (2020) a comunicação I²C é uma comunicação serial e síncrona; é formada por duas vias, a de dados SDA e a de *clock* SCL. Todos os dispositivos são conectados em paralelo no barramento, tanto mestre como escravos, e por isso

obrigatoriamente cada escravo deve possuir um endereço diferente. Só foi possível utilizar dois módulos DAC idênticos no mesmo barramento porque o fabricante disponibiliza uma alteração física do endereço dos módulos configurada através da tensão digital em um pino.

Sabendo que cada dispositivo DAC pode gerar tensões entre 0 V e 3,3 V, e que estes fazem o controle dos valores de amplitude e *offset*, não seria possível gerar valores de *offset* negativos caso tensão V_{offset} fosse tomada diretamente do DAC. Para resolver a problemática, foi desenvolvido um circuito utilizando amplificadores operacionais do tipo TL074, que possibilita a geração de tensões positivas e negativas de *offset* e ainda dá um ganho maior a essas tensões.

O circuito tem como entrada a tensão V_{DAC_offset} , que é a tensão gerada pelo DAC, e como saída V_{offset} tensão que será somada no AD633. Seu funcionamento é baseado no intervalo de tensão gerada pelo conversor; quando o DAC gerar tensão entre 0 V e 1,65 V o circuito converterá entre um intervalo de -13,2 V à 0 V e quando o DAC gerar tensões entre 1,65 V à 3,3V o circuito resultará em um intervalo de 0 V à 13,2 V.

Com a etapa de desenvolvimento dos circuitos analógicos finalizada pode-se partir para a criação da interface para computador pessoal.

A proposta foi desenvolver uma interface simples e de fácil utilização que tem por finalidade enviar valores digitais de amplitude e *offset* digitadas pelo usuário. Essa interface foi criada na linguagem de programação Python utilizando o módulo pyserial que conta com inúmeras ferramentas para envio e recebimento serial de dados pela conexão USB do computador.

Para receber os dados seriais vindo da interface foi necessário programar o protocolo para comunicação serial UART (*Universal Asynchronous Receiver/Transmitter*) no microcontrolador. O protocolo UART é uma comunicação serial e assíncrona a dois fios, um de recepção Rx e o outro de transmissão Tx.

Devido ao fato do microcontrolador não possuir suporte para a comunicação USB e o computador não possuir portas seriais, foi necessário utilizar um conversor para transformar a informação USB para o protocolo de comunicação serial UART, que é a utilizada pelo microcontrolador. Foi utilizado o dispositivo FTDI232, um conversor USB/TTL que compatibiliza a comunicação.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 Circuito com AD633 e circuito de *offset*.

O esquemático da simulação dos circuitos analógicos é apresentado na Figura 3. Com o circuito pode-se amplificar o sinal em uma faixa de 0 V a 0,66 V, lembrando que existe um fator de 0,1 (divisão por 10) próprio do AD633 multiplicando juntamente com o sinal $V_{amplitude}$. Esse fator pode ser facilmente resolvido com a aplicação de um ganho de

10 no circuito. Já no ajuste de *offset* o circuito possibilita trabalho em uma faixa de -13,2 V à 13,2 V.

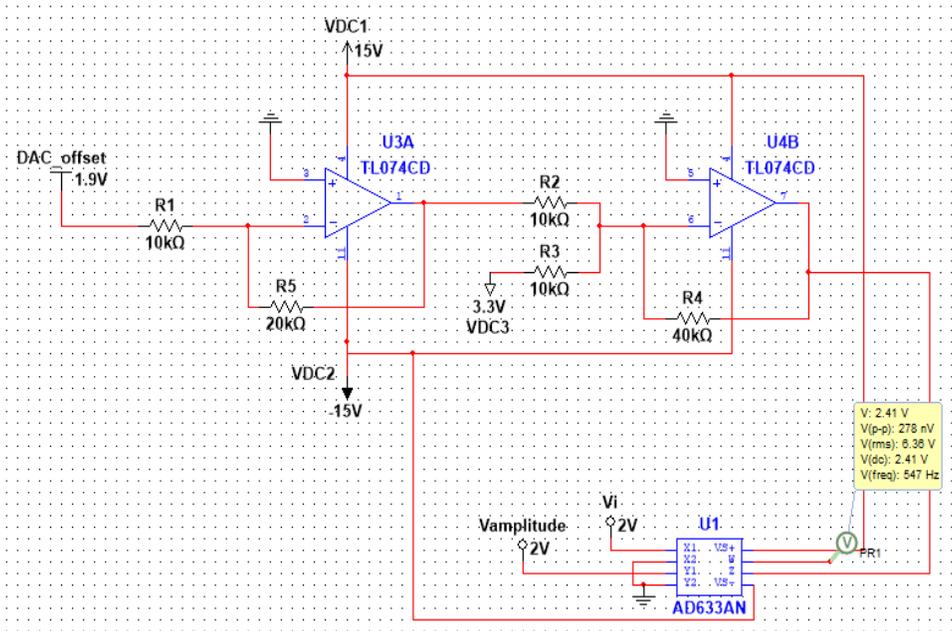


Figura 3 - Circuito com AD633 e circuito de offset.

Fonte: Autoria própria (2020).

3.2 Interface para PC.

A interface desenvolvida é mostrada na Figura 4. O usuário deve inicialmente informar em qual porta do computador o circuito está conectado e em seguida digitar os valores de amplitude e *offset*.

A interface foi criada inicialmente como uma forma de testar os parâmetros do estágio de saída e posteriormente pode ser alterada para um gerador completo.

```
Porta: COM15
Digite a amplitude: 2.5
Digite o offset: 10
-----
```

Figura 4 - Interface para PC.

Fonte: Autoria própria (2020).

É importante ressaltar que a alimentação do AD633 é a limitação do sinal de saída, ou seja, pode haver saturação do sinal caso sejam selecionados valores de amplitude e/ou *offset* que ultrapassem as limitações do circuito.

3.3 Funcionamento dos DACs.

Foram realizadas medições para verificar o funcionamento e precisão dos conversores MCP4725. Os valores obtidos são mostrados na Tabela 1.

Calculado	Medido
0,000	0,001
0,125	0,122
0,130	0,128
0,750	0,749
1,340	1,338
2,000	2,000
2,900	2,900
3,300	3,300

Tabela 1 - Medições módulo DAC MCP4725.

Fonte: Autoria própria (2020).

Pode-se observar que os resultados obtidos são muito próximos ao esperado, porém, apresentam erro na terceira casa decimal. Existem alguns erros relacionados a precisão dos DAC, como o erro de *offset*, erro de fundo de escala e a própria resolução do dispositivo. Entretanto, a causa do erro nesse caso é o instrumento de medição utilizado, que se mostrou com casas decimais insuficientes para realizar medições de variações tão pequenas de tensão.

3.4 Circuito montado em protoboard.

O circuito montado em protoboard contendo o conversor USB/TTL FTDI232, microcontrolador e DACs pode ser visto na Figura 5. Tanto a comunicação entre microcontrolador e computador quanto a comunicação entre microcontrolador com os DACs funciona de maneira muito estável, não foi detectado perda de informação e sem nenhum tipo de mal funcionamento.

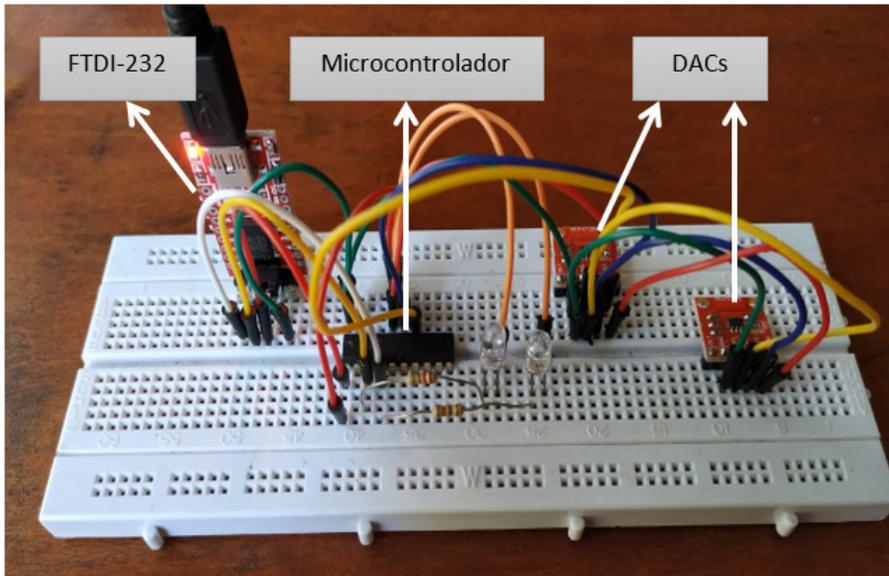


Figura 5 - Circuito montado em protoboard.

Fonte: Autoria própria (2020).

4 | CONCLUSÕES

Neste artigo foi abordado o desenvolvimento de um estágio de saída de um gerador de ondas arbitrárias de baixo custo e de *hardware* aberto. Além disso o estágio possui controle digital, tornando-o mais preciso.

Conclui-se que as etapas realizadas até o momento apresentam resposta satisfatória e estão dentro do escopo estabelecido inicialmente. A comunicação da interface com o microcontrolador, assim como a do microcontrolador com os conversores DAC é muito estável e robusta, sendo assim apropriada para o uso.

Este trabalho se mostrou muito valioso para a formação acadêmica pois tornou possível a aplicação de diversos conhecimentos aprendidos durante a graduação e incentivou a busca dos conhecimentos que ainda faltavam para a realização do projeto.

REFERÊNCIAS

ANALOG DEVICES. **Low Cost Analog Multiplier AD633**, 2015. Disponível em: <https://www.analog.com/media/en/technical-documentation/data-sheets/AD633.pdf>. Acesso em: 20 jul. 2020.

BRAGA, N. C. **Conheça o Barramento I2C**. Instituto NBC, [s.d.]. Disponível em: <https://www.newtoncbraga.com.br/index.php/microcontrolador/143-tecnologia/12085-conheca-o-barramento-i2c-mic098>. Acesso em: 25 jul. 2020.

MICROCHIP. **12-Bit Digital-to-Analog Converter with EEPROM Memory in STO-23-6**, 2009. Disponível em: <http://ww1.microchip.com/downloads/en/devicedoc/22039d.pdf>. Acesso em: 20 jul. 2020.

REICHERT, A.; MORETO, R. F. **Desenvolvimento de um gerador de ondas arbitrárias utilizando a técnica de síntese digital direta**. 2017. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Engenharia Eletrônica) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Toledo, 2017.

SANTOS, J. I. D.; LAMPA, P. H. D. M. **Desenvolvimento de um gerador de ondas arbitrárias utilizando a técnica de síntese digital direta e com recursos de modulação**. 2018. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Engenharia Eletrônica) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Toledo, 2018.

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 

contato@atenaeditora.com.br 

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

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 

 **Atena**
Editora

Ano 2021

ENGENHARIA ELÉTRICA:

COMUNICAÇÃO INTEGRADA
NO UNIVERSO DA ENERGIA

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

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

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 

 **Atena**
Editora

Ano 2021