

Lilian Coelho de Freitas
(Organizadora)

**Engenharia Elétrica
e de Computação:
Atividades Relacionadas com
o Setor Científico e Tecnológico**

3

Lilian Coelho de Freitas
(Organizadora)

**Engenharia Elétrica
e de Computação:
Atividades Relacionadas com
o Setor Científico e Tecnológico**

3

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

Karine de Lima Wisniewski

Luiza Alves Batista

Maria Alice Pinheiro

Imagens da Capa

Shutterstock

Edição de Arte

Luiza Alves Batista

Revisão

Os Autores

2020 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2020 Os autores

Copyright da Edição © 2020 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.

A Atena Editora não se responsabiliza por eventuais mudanças ocorridas nos endereços convencionais ou eletrônicos citados nesta obra.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação.

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
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Daniel Richard Sant’Ana – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Profª Drª 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
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto 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
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Prof. Dr. Luis Ricardo Fernandes da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Pontifícia Universidade Católica de Campinas
Profª Drª Maria Luzia da Silva Santana – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª 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
Profª Drª 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
Profª Drª 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
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Profª Drª 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
Profª Drª 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
Profª Drª Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Profª Drª 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
Profª Drª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Profª Drª 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
Profª Drª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília
Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Profª Drª Eysler Gonçalves Maia Brasil – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Profª Drª 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
Profª Drª 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
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Profª Drª Maria Tatiane Gonçalves Sá – Universidade do Estado do Pará
Profª Drª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma
Profª Drª 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
Profª Drª Regiane Luz Carvalho – Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino
Profª Drª Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª 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. Alexandre Leite dos Santos Silva – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás
Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná
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
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. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Linguística, Letras e Artes

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins
Profª Drª Angeli Rose do Nascimento – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro
Profª Drª Carolina Fernandes da Silva Mandaji – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Profª Drª 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
Profª Drª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná
Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará
Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Profª Drª 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. Me. Adalto Moreira Braz – Universidade Federal de Goiás
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. Me. Alexsandro Teixeira Ribeiro – Centro Universitário Internacional
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Profª Ma. Andréa Cristina Marques de Araújo – Universidade Fernando Pessoa
Profª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Profª Drª Andrezza Miguel da Silva – Faculdade da Amazônia
Profª Ma. Anelisa Mota Gregoleti – Universidade Estadual de Maringá
Profª 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
Profª 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. 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
Profª Ma. Fabiana Coelho Couto Rocha Corrêa – Centro Universitário Estácio Juiz de Fora
Prof. Dr. Fabiano Lemos Pereira – Prefeitura Municipal de Macaé
Prof. Me. Felipe da Costa Negrão – Universidade Federal do Amazonas
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
Profª Ma. Lillian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará
Profª Ma. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ
Profª Drª 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. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados
Prof. Dr. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual do Paraná
Prof. Dr. Michel da Costa – Universidade Metropolitana de Santos
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

Profª Ma. Maria Elanny Damasceno Silva – Universidade Federal do Ceará

Profª Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri

Prof. Me. Ricardo Sérgio da Silva – Universidade Federal de Pernambuco

Profª 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

Profª Ma. Silene Ribeiro Miranda Barbosa – Consultoria Brasileira de Ensino, Pesquisa e Extensão

Profª Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo

Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Faculdade Regional Jaguaribana

Profª 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

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira
Bibliotecário Maurício Amormino Júnior
Diagramação: Camila Alves de Cremo
Correção: Vanessa Mottin de Oliveira Batista
Edição de Arte: Luiza Alves Batista
Revisão: Os Autores
Organizadora: Lilian Coelho de Freitas

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

E57 Engenharia elétrica e de computação: atividades relacionadas com o setor científico e tecnológico 3 / Organizadora Lilian Coelho de Freitas. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2020.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5706-460-3

DOI 10.22533/at.ed.603200610

1. Engenharia elétrica. 2. Computação. I. Freitas, Lilian Coelho de (Organizadora). II. Título.

CDD 621.3

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

APRESENTAÇÃO

A Atena Editora apresenta o *e-book* “*Engenharia Elétrica e de Computação: Atividades Relacionadas com o Setor Científico e Tecnológico 3*”. O objetivo desta obra é mostrar aplicações tecnológicas da Engenharia Elétrica e de Computação na resolução de problemas práticos, com o intuito de facilitar a difusão do conhecimento científico produzido em várias instituições de ensino e pesquisa do país.

O *e-book* está organizado em dois volumes que abordam de forma categorizada e interdisciplinar trabalhos, pesquisas e relatos de casos que transitam nos vários caminhos da Engenharia Elétrica e de Computação.

O Volume III tem como foco aplicações e estudos de atividades relacionadas à Computação, abordando temas variados do *hardware* ao *software*, tais como automação e robótica, arquitetura de redes, Internet, computação em névoa, modelagem e simulação de sistemas, entre outros.

O Volume IV concentra atividades relacionadas ao setor elétrico e eletrônico, abordando trabalhos voltados para melhoria de processos, análise de desempenho de sistemas, aplicações na área da saúde, entre outros.

Desse modo, temas diversos e interessantes são apresentados e discutidos, de forma concisa e didática, tendo como base uma teoria bem fundamentada nos resultados práticos obtidos por professores e acadêmicos.

Boa leitura!

Lilian Coelho de Freitas

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

A AVALIAÇÃO PELOS ALUNOS DE SISTEMAS DE INFORMAÇÃO DA APRENDIZAGEM DE ENGENHARIA DE SOFTWARE UTILIZANDO GAME DIGITAL

Antônio Carlos Pereira dos Santos Junior

DOI 10.22533/at.ed.6032006101

CAPÍTULO 2..... 15

SD-FANET: UMA ARQUITETURA PARA REDES AD HOC AÉREAS DEFINIDAS POR SOFTWARE

Diego da Silva Pereira

Luís Bruno Pereira do Nascimento

Vitor Gaboardi dos Santos

Daniel Henrique Silva Fernandes

Pablo Javier Alsina

DOI 10.22533/at.ed.6032006102

CAPÍTULO 3..... 28

UMA PESQUISA SOBRE OS MOTIVOS PARA A NÃO INSERÇÃO DO SISTEMA OPERACIONAL GNU/LINUX NOS COMPUTADORES PESSOAIS DOS ESTUDANTES DE GRADUAÇÃO

Elaine Alves da Rocha Pires

Andressa Pires Marassi

DOI 10.22533/at.ed.6032006103

CAPÍTULO 4..... 33

SUBMARINE CABLES, GLOBAL CONNECTIVITY AND HUMAN RIGHTS: THE INVISIBLE BORDERS OF THE INTERNET

Félix Blanc

Florence Poznanski

DOI 10.22533/at.ed.6032006104

CAPÍTULO 5..... 49

DESENVOLVIMENTO DE MÓDULOS DAS ESTAÇÕES MÓVEIS PARA APLICAÇÃO AO SISTEMA TELEMÉTRICO RAILBEE

Steffano Xavier Pereira

Rômulo César Carvalho de Araújo

DOI 10.22533/at.ed.6032006105

CAPÍTULO 6..... 63

DESENVOLVIMENTO DE UMA EMPILHADEIRA ROBÓTICA AUTÔNOMA EM MINIATURA

Letícia Pedroso Colombo

Gabriel Carvalho Domingos da Conceição

Lucas Mota Ferreira

Elias José Rezende de Freitas

DOI 10.22533/at.ed.6032006106

CAPÍTULO 7..... 76

PROPOSTA DE UM PROTÓTIPO AMOSTRADOR ROBÓTICO DE GRÃOS, CONTROLADO POR UM SISTEMA SUPERVISÓRIO, E DESTINADO À UNIDADES ARMAZENADORAS DE GRÃOS

Natália Corrêa de Sousa
Guilherme Augusto Nobre Aleixo
Lúcio Rogério Júnior
Antônio Manoel Batista da Silva
Marcelo Costa Dias

DOI 10.22533/at.ed.6032006107

CAPÍTULO 8..... 90

MODELAGEM E SIMULAÇÃO SISTEMA DE GERAÇÃO E CONSUMO DE ENERGIA APLICADAS A REDES INTELIGENTES

Thayza Marcela Van Der Laan Melo
Cláudio de Oliveira
Josué Eduardo da Silva Montalvão
Nayr Lara Tenório de Mello Albino

DOI 10.22533/at.ed.6032006108

CAPÍTULO 9..... 104

MÉTODO DE ALTO DESEMPENHO COMPUTACIONAL PARA ESTUDOS DE IMPACTO HARMÔNICO DE NOVOS ACESSANTES À REDE BÁSICA

Sergio Luis Varricchio
Cristiano de Oliveira Costa
Franklin Clement Véliz

DOI 10.22533/at.ed.6032006109

CAPÍTULO 10.....114

MONITORAMENTO DE PAINEL FOTOVOLTAICO ATRAVÉS DE COMPUTAÇÃO EM NÉVOA INTEGRADO À REDE GSM

Winderson Eugenio dos Santos
Maurizio Petruzielo
Sidnei Avelino da Silva Junior
Diego Luiz Ornelas Rampim

DOI 10.22533/at.ed.60320061010

CAPÍTULO 11..... 127

H_∞ MIXED SENSITIVITY CONTROL OF A SERVOMOTOR USING ARDUINO

Caio Igor Gonçalves Chinelato

DOI 10.22533/at.ed.60320061011

CAPÍTULO 12..... 138

ETCC ASSOCIADA À REALIDADE VIRTUAL COMO TRATAMENTO PARA DEPRESSÃO

Amanda Segura da Silva
Arthur Santos Rosa
Karolina Antunes Berna

Kauane Roberta Miranda de Sousa
Thays Ketlen Souza Mateus
José Wanderson Oliveira Silva

DOI 10.22533/at.ed.60320061012

CAPÍTULO 13..... 151

ANÁLISE DE ESTIMADORES RECURSIVOS APLICADOS NO CÁLCULO DE COEFICIENTES LPC DE SINAIS DE VOZ COM PATOLOGIAS LARÍNGEAS

Lucas Cardoso Dias
Suzete Élide Nóbrega Correia
Silvana Luciene do Nascimento Cunha Costa

DOI 10.22533/at.ed.60320061013

CAPÍTULO 14..... 159

APLICAÇÃO DA TRANSFORMADA *WAVELET* NA FILTRAGEM DE DADOS PARA IDENTIFICAÇÃO DE UMA PLANTA DE NEUTRALIZAÇÃO DE PH

Rogério Solda
Fernando Fernandes Neto
Claudio Garcia

DOI 10.22533/at.ed.60320061014

CAPÍTULO 15..... 171

ESTROBOSCÓPIO DE BAIXO CUSTO PARA DETERMINAÇÃO DOS PARÂMETROS E TORQUE DE UMA MÁQUINA ROTATIVA

Adjeferson Custódio Gomes
David Lopes Pires
Hugo Spittel da Gama
Ítalo Medeiros Pereira
Luís Ricardo Cândido Cortes
Matheus Garcia Soares
Thiago Cardoso dos Santos

DOI 10.22533/at.ed.60320061015

SOBRE A ORGANIZADORA..... 184

ÍNDICE REMISSIVO..... 185

DESENVOLVIMENTO DE UMA EMPILHADEIRA ROBÓTICA AUTÔNOMA EM MINIATURA

Data de aceite: 01/10/2020

Data de submissão: 11/08/2020

Letícia Pedroso Colombo

Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia de Minas Gerais
Itabirito – Minas Gerais
<http://lattes.cnpq.br/3821863418298591>

Gabriel Carvalho Domingos da Conceição

Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia de Minas Gerais
Itabirito – Minas Gerais
<http://lattes.cnpq.br/5120842365740348>

Lucas Mota Ferreira

Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia de Minas Gerais
Itabirito – Minas Gerais
<http://lattes.cnpq.br/9277868766791005>

Elias José Rezende de Freitas

Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia de Minas Gerais
Itabirito – Minas Gerais
<http://lattes.cnpq.br/471686036300693>

RESUMO: Acidentes de trabalho acontecem frequentemente no meio industrial, como, por exemplo, durante o transporte de materiais, devido a utilização de empilhadeiras manuais. Dessa forma, este trabalho apresenta o desenvolvimento de uma empilhadeira robótica autônoma em miniatura, um robô programado para realizar o transporte de materiais na

indústria. Ela se orienta por meio de linhas diferenciadas pela cor, impressas em um banner que simula um chão de fábrica. O controle aplicado é baseado em um controlador PID, e todas as peças utilizadas foram desenhadas para a impressão 3D. Como uma forma de aumentar a praticidade e a comodidade oferecidas pelo projeto, foi desenvolvido um aplicativo de comando, que possibilita ao usuário a função de enviar a posição inicial (onde a empilhadeira deve buscar o material) e a posição final (onde ele deve ser deixado), além de fornecer outros comandos para o usuário. Como resultado, foi verificado o bom funcionamento da empilhadeira, que foi capaz de realizar o transporte dos pallets, seguindo corretamente o caminho proposto, sobre as linhas.

PALAVRAS-CHAVE: Robótica; Empilhadeira; Veículo Autônomo.

DEVELOPMENT OF AN AUTONOMOUS ROBOTIC FORKLIFT IN MINIATURE

ABSTRACT: Work accidents frequently happen in industrial environment, for example, during the material's transport, due to the use of manual forklifts. Thus, this work presents the development of a miniature autonomous robotic forklift, a robot programmed to accomplish material transport in an industry. It guides itself through colorful lines, printed in a banner that simulates a factory floor. The control applied is based on a PID controller, and the pieces used were drawn for 3D printing. As a way to increase the practicality and the convenience offered by the project, a command applicative was also developed, so that the user

can send the initial position (where the forklift should pick the material up) and the final position (where it must be left), besides some other commands. As a result, the forklift's smooth running was verified, since it was able to finish the pallets' transport, correctly following the proposed way, over the lines.

KEYWORDS: Robotics, Forklift, Autonomous Vehicles.

1 | INTRODUÇÃO

Desde a Revolução Técnico-Científico-Informacional, iniciada no século XX, os robôs têm sido utilizados na produção de mercadorias, garantindo maior qualidade, maior eficiência e maior rapidez. Nesse contexto, a arte de construir e utilizar robôs já está presente em todo o mundo, tanto em meio residencial como industrial. Além disso, principalmente nas indústrias, os robôs têm auxiliado na realização de tarefas perigosas, aumentando a segurança dos trabalhadores.

Porém, o transporte de mercadorias e peças dentro de um ambiente industrial é um problema frequente. Isso pode ser evidenciado, por exemplo, pelos inúmeros acidentes causados pela má condução de máquinas, como empilhadeiras (BandaB, 2017). Dessa maneira, é possível encontrar na literatura pesquisas que buscam desenvolver empilhadeiras robóticas autônomas (Teller et al., 2010) (Correa et al., 2010).

Um dos principais desafios desse tipo de trabalho está no planejamento do movimento da empilhadeira. Existem diversas maneiras de realizar esse planejamento, como em (Vivaldini et al., 2010), e uma das maneiras de seguir o caminho é utilizando, por exemplo, uma lei de controle variante no tempo (Agustinus Tamba, Hong, & Hong, 2009). Outra maneira de realizar o planejamento de movimento em uma indústria é por meio do seguimento de linha, como realizado em outros tipos de robôs autônomos (Nogueira et al., 2015). Nesse caso, segundo Nunes et al., (2012), o controle para seguir a linha pode ser realizado por um controlador PID, por exemplo, com um método baseado em Ziegler-Nichols, ou mesmo de forma empírica, até que as melhores respostas do sistema sejam alcançadas.

Visando iniciar um projeto de um sistema automático de transporte industrial, o presente trabalho apresenta o desenvolvimento de um protótipo em escala miniatura de uma empilhadeira robótica autônoma. Além disso, o projeto contribui com a elaboração de uma interface robô-usuário, facilitando o controle da empilhadeira.

As próximas seções estão organizadas como segue. A Seção 2 apresenta a metodologia utilizada e os resultados são descritos na Seção 4. Por fim, a Seção 5 expõe as conclusões e aponta os trabalhos futuros.

2 | METODOLOGIA

Esta seção apresenta a descrição e detalhamento dos materiais utilizados, do aplicativo desenvolvido e do *firmware* implementado.

2.1 Motores

O protótipo possui um motor responsável pela movimentação da haste, sendo esse um motor de passo do modelo 28byj 48, tipo unipolar, de baixo custo e que consome baixa corrente, Figura 1a. Por outro lado, a movimentação da empilhadeira sobre as linhas é feita por motores de corrente contínua do modelo N20, Figura 1b, escolhidos considerando-se torque, velocidade e zona morta compatíveis com a aplicação. O N20 trabalha na faixa de 6-12V e é altamente recomendado para a robótica, por ser um motor compacto e leve.

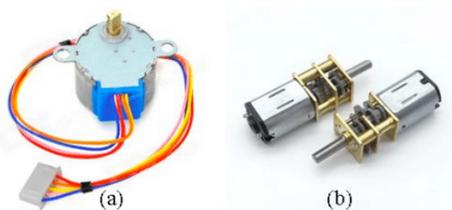


Figura 1 (a) Motor de passo modelo 28byj 48. (b) Motor de corrente contínua, modelo N20.

Fontes: <http://tiny.cc/fk99az> e <http://tiny.cc/ghoabz>.

2.2 Microcontrolador

O ESP32 é um microcontrolador de baixo custo e baixo gasto de energia, que pode atuar em projetos que envolvem Wifi ou Bluetooth. Além disso, ele pode ser programado em linguagens baseadas em C/C++ e possui um regulador de tensão 3,3V, 25 portas GPIO e um conversor ADC. Sua tensão de operação é de 4,5-9V e sua memória Flash equivale a 4 MB.

Neste trabalho, foram utilizados três ESP32: (I) responsável pelo controle e seguimento da linha; (II) responsável pela movimentação da carga e pela comunicação com o usuário e (III) responsável pelo envio das imagens de uma câmera embarcada.

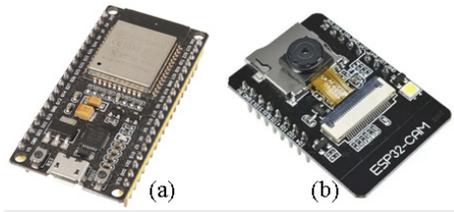


Figura 2 (a) – Microcontrolador ESP32; (b) Microcontrolador ESP32 com uma câmera embarcada.

Fontes: <http://tiny.cc/fi99az> e <http://tiny.cc/hj99az>.

2.3 Atuadores

Com a finalidade de acionar os motores do protótipo, foi necessária a utilização de drivers de potência. Assim, a ponte H utilizada no acionamento dos motores N20 é a L298N, Figura 3a, cuja faixa de tensão de operação é 4-35V e sua corrente máxima é 2A por canal. Já o driver destinado a acionar o motor de passo é o Driver ULN2003, Figura 3b. Ele possui 16 pinos, sendo 14 deles entradas e saídas e os outros dois para alimentação (5V e GND).

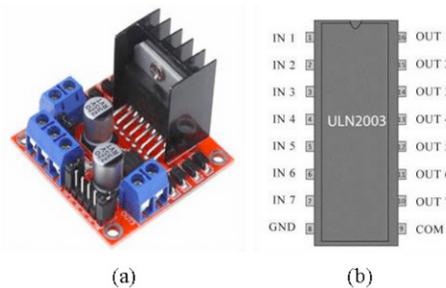


Figura 3 (a) – Driver ponte-H L298N; (b) Driver para motor de passo ULN2003.

Fontes: <http://tiny.cc/cf99az> e <http://tiny.cc/rd99az>.

2.4 Sensores

Os sensores são os componentes encarregados de possibilitar ao robô a visualização do ambiente externo, neste caso, possibilitar a identificação das linhas do banner, sendo que os valores lidos por esses sensores auxiliam na realização da lógica de programação. São utilizados dois tipos de sensores ópticos: (I) uma barra com oito canais, cuja tensão de operação é de 5V, Figura 4b, (localizados na parte frontal do robô) e (II) dois pares de led infravermelho (emissor) e fototransistor (receptor) do modelo TCRT5000, localizados nas laterais do robô, Figura 4b. Para ligar o TCRT5000, foi implementado em uma placa universal o circuito da Figura 5.

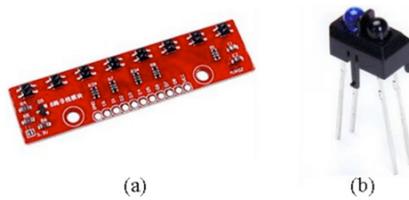


Figura 4 (a) - Barra com 8 canais (sensor óptico); (b) Recptor/Emissor modelo TCRT5000.

Fontes: <https://pt.aliexpress.com/item/3291335760202>; <https://pt.aliexpress.com/item/32841460175.html>.

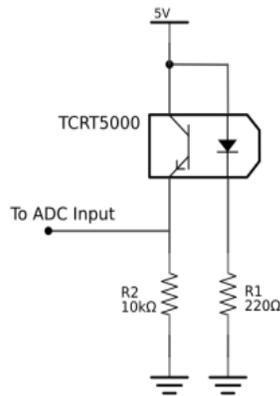


Figura 5 – Circuito necessário para ligar o sensor óptico TCRT5000.

Fonte: <http://tiny.cc/8m99az>.

2.5 Bateria

A bateria Lipo é a fonte de alimentação da empilhadeira. Esse tipo de bateria é leve e consegue armazenar mais energia quando comparada a bateria Li-Ion. Neste trabalho, a bateria escolhida foi a Lipo 150mAh, com tensão máxima de 7,4V, mostrada na Figura 6.



Figura 6 – Bateria Lipo 150mAh.

Fonte: <http://tiny.cc/8m99az>.

2.6 Mecânica

A empilhadeira robótica autônoma foi construída e montada com peças desenhadas no *software* SketchUp e produzidas em uma impressora 3D. A Figura 7 mostra o desenho das várias peças projetadas.

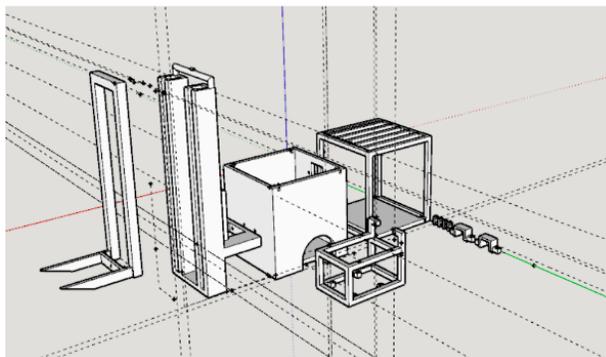


Figura 7 - Modelagem das peças no software SketchUp.

As peças são parafusadas umas nas outras, assim como alguns componentes, como, por exemplo, os sensores laterais. A peça central comporta os motores de corrente contínua, um ESP32 e a ponte H. Pode-se perceber na Figura 7 que o maior desafio de projeto foi a haste da empilhadeira, projetada para funcionar com uma roldana conectada ao eixo do motor de passo.

2.7 App de comando

A praticidade e comodidade são fundamentais para o projeto e, por essa razão, essa seção contém a descrição de um aplicativo de comando. Pelo app, é possível enviar para o robô quais são as posições de carga e descarga selecionadas. Todas as funções são executadas por conexão Bluetooth, ou seja, o Bluetooth do celular se conecta com o do microcontrolador (ESP32) e envia números correspondentes ao que o usuário deseja.

Para a construção do aplicativo, utilizou-se o *software* MIT App Inventor 2. O MIT é uma plataforma online específica para o desenvolvimento de apps, que conta com duas principais partes: o design e a programação, feita em blocos. No design, todos os componentes são adicionados, como botões, listas, notificadoros, temporizadores etc. Já na seção de programação, existem blocos de controle, lógica, matemática, entre outros.

Desta forma, é possível unir dois ou mais blocos, criando uma lógica de programação que, quando executada, realiza o desejado pelo programador.

A Figura 8 mostra a tela principal do app, responsável pela conexão Bluetooth e envio de comandos. A Figura 9 mostra essa mesma tela, porém a parte utilizada para o envio de posições. Quando uma posição é selecionada, o aplicativo envia para o microcontrolador o número de cruzamentos entre a posição fixa da empilhadeira e a posição inicial e a posição final. Isso se faz necessário pela lógica aplicada, descrita no tópico a seguir.



Figura 8 – Tela principal para conexão Bluetooth e envio de comandos.

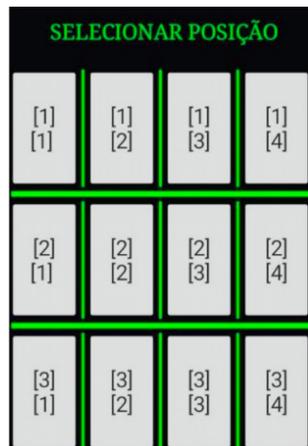


Figura 9 – Tela principal para envio de posições.

2.8 Firmware

O *firmware* foi desenvolvido na plataforma Visual Studio Code, da Microsoft. A linguagem de programação utilizada é baseada em C/C++, que já era de conhecimento dos integrantes da equipe. Toda a lógica de funcionamento da empilhadeira pode ser explicada pela máquina de estado apresentada na Figura 10. Isso significa que, no algoritmo, existem funções para cada estado que o robô pode apresentar, sendo esses: Seguindo (*Following*), Pegando (*Catching*), Levando (*Taking*), Deixando (*Leaving*) e Voltando (*Backing*).

- **Following**

O estado *Following*, ou Seguindo, corresponde a situação em que a empilhadeira deve apenas seguir a linha. Nesse estado, assim como em todos os outros que envolvem seguir a linha, a técnica de controle PID (Proporcional-Integral-Derivativo) é a base do controle do robô. Na verdade, como não era necessário que a empilhadeira seguisse a linha perfeitamente, mas sim que apenas se mantivesse sobre ela, o controle Integral não foi necessário, sendo aplicados apenas o Proporcional e o Derivativo. Essa técnica de controle se baseia no erro atual e passado, gerados pelo sistema, para aplicar ganhos sobre a variável manipulada, até que o erro seja o mínimo possível. Então, a ponte H aciona os motores N20 com um valor de PWM, baseado nesses ganhos.

Antes de iniciar o seguimento da linha, uma lógica para a identificação do local de carga e descarga é utilizada, baseada na contagem de cruzamentos passados pela empilhadeira, tanto pelos sensores laterais quanto pelo frontal. Basicamente, o protótipo interpreta cada ponto de carga como um elemento de uma matriz, calcula a diferença entre o número de cruzamentos das linhas e das colunas da posição final e inicial e, dessa forma, realiza a função de ir em frente ou voltar (avançar ou retornar um número determinado de linhas) ou de ir para a esquerda ou para a direita.

Quatro variáveis foram criadas no código desenvolvido fazer a contagem dos cruzamentos: “acrossx”, “acrossx2”, “acrossy” e “acrossy2”. Na primeira parte do percurso, ou seja, a ida para pegar o pallet, a empilhadeira realiza, primeiramente, o movimento horizontal, até que a contagem dos cruzamentos passados (contados por “acrossx”) seja igual ao número recebido via app, após o usuário selecionar uma posição. Depois, ela vira para a direita (90°) e segue o movimento, verticalmente, até atingir o galpão do pallet, quando “acrossy” também se iguala ao número recebido. Assim, o robô vira 90° novamente e entra no estado *Catching*.

O protótipo ainda percorre o menor caminho possível, ou seja, calcula a melhor rota para realizar o percurso. Por exemplo, se a posição inicial é a coordenada [1][1] e a final é a coordenada [2][3], a empilhadeira retornará uma linha e andará duas colunas para a direita.

- **Catching**

Catching, ou Pegando, é o estado em que a empilhadeira está pegando o pallet para transportar a carga. Nesse momento, o driver ULN2003 aciona o motor de passo, que faz a haste subir. O robô entra nesse estado após chegar no local desejado de carga.

- **Taking**

Esse é o estado em que a empilhadeira está levando o pallet da posição

inicial para a final, ou seja, é o transporte da carga. O robô entra nesse estado após pegar o material. Nesse estado, é realizado o cálculo da diferença das linhas e colunas das posições final e inicial e, dessa forma, a empilhadeira gira para a direita ou para a esquerda, avança ou recua algumas linhas. Se a diferença das colunas for 0, por exemplo, significa que ela precisará apenas trocar de linha para chegar ao seu destino. Já se ele for positivo, o destino está à direita, e se for negativo, à esquerda. A mesma lógica é aplicada para as linhas.

- **Leaving**

O estado *Leaving*, ou Deixando, acontece quando a empilhadeira chegou a posição final e precisa deixar a carga, ou seja, finalizar o transporte.

- **Backing**

Após realizar o transporte, a empilhadeira precisa voltar a sua posição inicial antes de iniciar um novo transporte. Por isso, o estado *Backing*, ou Voltando, é acionado, e a empilhadeira retorna à linha próxima a posição [0] [0].

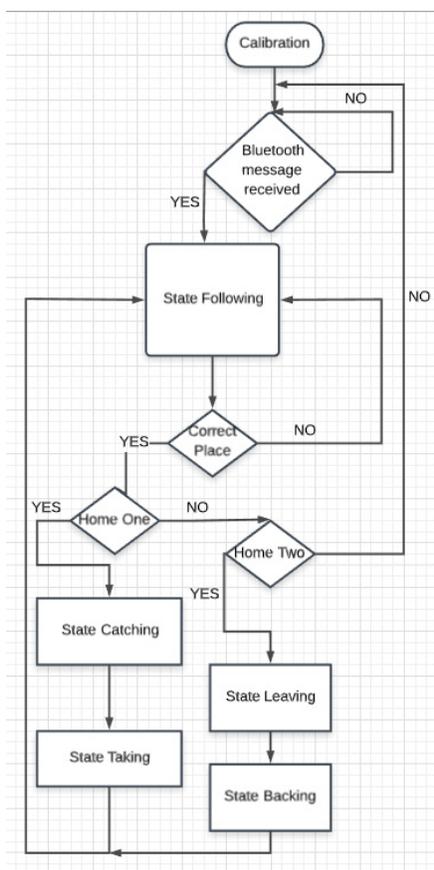


Figura 10 - Máquina de estado implementada no *firmware* de um ESP32.

2.9 Testes

Após os testes individuais com cada componente e finalizada a construção do protótipo robô em miniatura, mostrado na Figura 11, os testes avançaram para a simulação no chão de fábrica. Para tal, foi elaborado o banner mostrado na Figura 12.

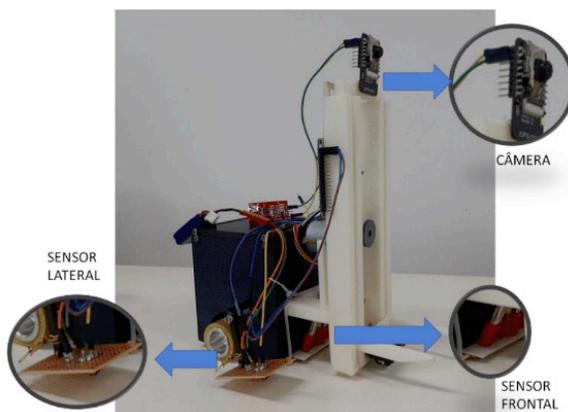


Figura 11 – Empilhadeira robótica em miniatura desenvolvida neste trabalho. Alguns componentes são evidenciados na figura.



Figura 12 – Chão de fábrica, impresso em um banner de 2,0 x 1,2 m.

Dessa forma, um usuário externo, utilizando o aplicativo desenvolvido, envia as coordenadas desejadas para o robô pegar e deixar um determinado material. Os resultados e discussão de todos os testes são apresentados na próxima seção, de maneira a validar o sistema desenvolvido.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram realizados diversos testes ao longo do projeto, sendo os primeiros referentes a utilização de cada componente eletrônico mencionado na Seção 2. Dessa forma, o projeto avançou com maior segurança e conhecimento de todos integrantes. Além disso, o estudo dos artigos proporcionou a possibilidade de aprimoramento dos materiais e métodos utilizados por meio de recomendações, como, por exemplo, a utilização de um sensor óptico (Nogueira et al., 2015).

Após a montagem completa do protótipo, iniciou-se a fase de teste de seguimento de linha. Nessa fase, os parâmetros do controlador foram levantados empiricamente, sendo o resultado bastante satisfatório. O robô conseguiu seguir as linhas do banner corretamente, detectando a diferença de cores presentes nele, como evidenciado na Figura 12.

Por sua vez, a câmera embarcada não pôde ser acessada via aplicativo. Havia a necessidade de uma conexão Wifi para acessar as imagens da câmera, mas isso só poderia ser feito por meio de seu IP. Como o MIT e o IP da câmera não foram compatíveis, isto é, quando a tela se abria, o aplicativo não mostrava nenhuma informação, seu acesso só pôde ser realizado após pesquisar por seu IP na própria ferramenta de pesquisa.

No teste final, a empilhadeira deveria transportar a carga da coordenada [2][2] para a coordenada [1][3]. Com êxito, o robô realizou o transporte do pallet e voltou a sua posição inicial, comandado pelo aplicativo desenvolvido, isto é, de acordo com as informações inseridas pelo usuário. Isso evidencia a eficiência da interface robô-usuário e a sua comunicação com o *firmware* aplicado ao microcontrolador ESP32. A Figura 13 mostra a empilhadeira no estado *Taking*, ou seja, levando o pallet e, conseqüentemente, a carga, para a posição final desejada. Mais detalhes do funcionamento da empilhadeira podem ser vistos em: <https://youtu.be/5mBguVS7L5o>.

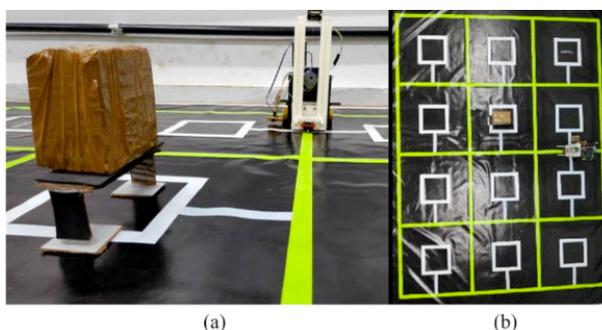


Figura 13 – Empilhadeira seguindo a linha. (a) visão lateral; (b) visão superior do banner.

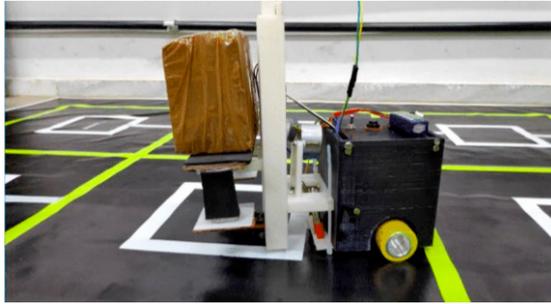


Figura 14 – Empilhadeira levantando o pallet, conforme solicitado por um usuário.

Nesse vídeo, é possível perceber que o usuário consegue selecionar e enviar os dados para a empilhadeira com sucesso, além de visualizar a imagem da câmera embarcada.

Vale ressaltar que, apesar disso, ocorreram problemas com alguns componentes, como um dos motores N20, que parou de funcionar, provavelmente devido ao excesso de peso ou da má aplicação do sinal de comando. Outro problema encontrado foi a calibração dos sensores ópticos, porque eles são sensíveis a interferência da luz solar. Dessa forma, tiveram que ser posicionados de maneira que a interferência fosse mínima e que conseguissem, mesmo assim, detectar a cor das linhas de uma distância considerável.

Mais detalhes sobre este e outros projetos realizados pela EPIIBOTS podem ser vistos em: [instagram.com/epiibots](https://www.instagram.com/epiibots).

4 | CONCLUSÕES

Este artigo apresentou o desenvolvimento de um protótipo em escala miniatura de uma empilhadeira robótica autônoma, tendo como motivação os frequentes acidentes de trabalho pela má condução de máquinas em meio industrial. De maneira geral, todos os componentes eletrônicos e peças utilizados na construção do robô tiveram um bom desempenho, e não apresentaram falhas de nível crítico durante o processo, ressaltando o bom planejamento e projeto eletromecânico desenvolvido.

A lógica de programação criada atendeu as necessidades relacionadas ao transporte de materiais, uma vez que a empilhadeira conseguiu completar o percurso desejado na maioria dos testes. Além desse fato, foi verificado que a implementação do algoritmo utilizando máquina de estados facilitou a organização do código e detecção de erros de programação, portanto, assim como feito, seu uso é recomendado.

Buscando o aprimoramento do protótipo, é sugerido que, em trabalhos futuros,

seja implementado um algoritmo de busca de caminhos, para que a empilhadeira consiga calcular qual a melhor rota para seguir da posição inicial a posição final mesmo se algum obstáculo estiver no percurso. Além disso, para evitar possíveis quedas dos materiais, é interessante que a haste do robô possa também se inclinar um pouco para trás.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a todos os membros e parceiros da EPIIBOTS (Equipe de Pesquisa do IFMG-Itabirito em Robótica) pelo suporte durante o desenvolvimento das atividades.

REFERÊNCIAS

Agustinus Tamba, T., Hong, B., & Hong, K.-S. (2009). **A Path Following Control of an Unmanned Autonomous Forklift**. *International Journal of Control, Automation, and Systems*, 7(1), 113–122.

BandaB. (2017). **Jovem trabalhador é esmagado por empilhadeira em fábrica na RMC**. Acessado em 07/08/2019. Disponível em: <https://www.bandab.com.br/cidades/jovem-trabalhador-e-esmagado-por-empilhadeira-em-fabrica-na-rmc/>.

Correa, A., Walter, M. R., Fletcher, L., Glass, J., Teller, S., & Davis, R. (2010). **Multimodal interaction with an autonomous forklift**. *Proceeding of the 5th ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction - HRI '10*, (c), 243.

Nogueira, A. D., Teixeira, V., Rangel De Freitas, W., Robótica, A., & Veículo, G. A. (2015). **Aplicação De Robótica Em Processos De Transporte Industrial**. Acessado em 07/08/2019. Disponível em: <http://revista.unilins.edu.br/index.php/cognitio/article/viewFile/221/215>.

Teller, S., Walter, M. R., Antone, M., Correa, A., Davis, R., Fletcher, L., Sainath, T. (2010). **A voice-commandable robotic forklift working alongside humans in minimally-prepared outdoor environments**. *Proceedings - IEEE International Conference on Robotics and Automation*.

Vivaldini, K. C. T., Galdames, J. P. M., Bueno, T. S., Araújo, R. C., Sobral, R. M., Becker, M., & Caurin, G. A. P. (2010). **Robotic forklifts for intelligent warehouses: Routing, path planning, and auto-localization**. *Proceedings of the IEEE International Conference on Industrial Technology*.

Nunes, L. ., Oliveira, P. ., Olipe, H., Cunha, M. J., Vincenzi, F. R. ., Morais, J. S., & Morais, A. S. (2012). **Projeto E Desenvolvimento De Um Robô Autônomo Seguidor De Trilha**. *XV Conferência de Estudos Em Engenharia Elétrica*, 1–4.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Acelerômetro 49, 51, 57, 58, 59, 60, 61

Amostragem de grãos 76, 77, 88, 89

Arduino 49, 50, 51, 53, 54, 56, 57, 58, 59, 62, 78, 84, 89, 119, 127, 128, 131, 132, 133, 136, 137, 173, 179

Autocorrelação 151, 152, 153, 154, 156, 157

C

Cabos submarinos 33, 34

Codificação por predição linear 151

Computação em névoa 114, 119, 123, 124, 125

Conectividade 16, 24, 26, 33, 34

Controle H^∞ 127

Custo-benefício 171

D

Desempenho computacional 104, 109, 110

Direitos humanos 33, 34

E

Eletrônica 30, 53, 76, 138, 173

Energias renováveis 90, 92, 102

Engenharia de software 1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 12, 13, 32

Ensino 1, 2, 3, 4, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 28, 31, 50, 51, 127

Estimador recursivo da variável instrumental 151

Estroboscopia 171, 172, 182

Estudos de acesso à rede básica 104, 106, 111

F

FANET 15, 16, 17, 18, 19, 21, 22, 23, 26, 27

Filtro FIR 159

Filtro IIR 159

G

Games na educação 1

GPS 27, 49, 50, 51, 57, 59, 60, 61, 62

GSM 114, 116, 120, 121, 123, 124, 126

H

Harmônicos 104, 110

I

Identificação de sistemas 158, 159, 163, 169, 170

Interferências de rede 34

Internet 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 45, 46, 47, 48, 53, 119, 120, 125

Inversão de matrizes 104

L

Linux 28, 29, 30, 31, 32

Lógica de controle e segurança 76

M

Máquinas elétricas 171, 172, 182, 183

Medição de velocidade 171

Microgeração fotovoltaica 114, 115, 116, 123, 124

Mínimos quadrados recursivos 151, 152

Modelos ocultos de Markov 90, 102

Monitoramento de dados 114, 125

Multi-VANT 16

N

Neuromodulação 138, 139, 140, 150

P

Previsões de suprimento de energia 90

Programa HarmZs 104

R

RailBee 49

Redes inteligentes 90, 91

Robótica 63, 64, 65, 68, 72, 74, 75, 76, 89

S

SDN 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 26, 27

Séries temporais 151, 170

Servomotor 127, 128, 131, 132, 133, 136

Sistema supervisorio 76, 80, 84, 88

Software educacional 1

T

Telemetria 49, 61

Transformada Wavelet 159, 160, 161, 162, 164

V

Veículo autônomo 63

Z

ZigBee 18, 49, 50, 51, 52, 54, 55, 56, 59, 61, 62

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

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

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 

Engenharia Elétrica e de Computação: Atividades Relacionadas com o Setor Científico e Tecnológico

3

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

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

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 

Engenharia Elétrica e de Computação: Atividades Relacionadas com o Setor Científico e Tecnológico

3