

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 Cremona

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
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 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^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. Alexandre Leite dos Santos Silva – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás
Prof^a Dr^a 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
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

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. Adailson 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

CAPÍTULO 5

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

Data de aceite: 01/10/2020

Data de submissão: 01/09/2020

Steffano Xavier Pereira

Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia de Pernambuco (IFPE)
Recife - Pernambuco
<http://lattes.cnpq.br/1434113054508078>

Rômulo César Carvalho de Araújo

Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia de Pernambuco (IFPE)
Recife – Pernambuco
<http://lattes.cnpq.br/7079843148914551>

RESUMO: A evolução da urbanização trouxe consigo a modernidade nos transportes públicos. No cotidiano de uma metrópole, como a Região Metropolitana do Recife, a todo instante pessoas estão se locomovendo de um ponto a outro por meios desses transportes. Um deles é o Sistema Metroferroviário do Recife operado pela Companhia Brasileira de Trens Urbanos - Recife (CBTU - Recife). O RailBee® é um Sistema Telemétrico de Monitoramento e Automação de Redes Rodoferroviárias que utiliza a transmissão de sinais via radiofrequência, de acordo com o protocolo de comunicação padrão internacional ZigBee, sendo composto por: um dispositivo eletrônico constituído por um dispositivo final com transdutores de sinais elétricos e sensores, um dispositivo roteador que atua como transceptor de dados, um dispositivo coordenador que recebe todos os dados adquiridos e atua

como um *gateway* e um dispositivo central que armazena todos os dados adquiridos. Trata-se de um sistema com tecnologia modular, de baixo custo, autônoma e segura de caráter inovador. Com foco no Desenvolvimento de Módulos das Estações Móveis para Aplicação no Sistema Telemétrico RailBee® este trabalho visa inserir duas novas tecnologias ao Sistema RailBee®, o módulo acelerômetro e o módulo GPS (*Global Positioning System*), são capazes de indicar a posição do trem na via rodoferroviária, ao sistema já existente. Para desenvolver esses objetivos, foram realizados estudos sobre as tecnologias Arduino, módulos acelerômetro e GPS, protocolos de comunicação ZigBee, sistemas embarcados e transdutores de sinais elétricos; ao qual foram integradas a um módulo das Estações Móveis. Deste modo, o módulo das estações móveis poderá enviar informações do trem na via permanente; auxiliando na tomada de medidas preventivas, preditivas e corretivas.

PALAVRAS-CHAVE: Acelerômetro; GPS; telemetria; RailBee®; ZigBee.

DEVELOPMENT OF MOBILE STATIONS FOR THE APPLICATION ON THE TELEMETRIC RAILBEE SYSTEM

ABSTRACT: The evolution of urbanization brought modernity onto public transportation. In the daily life of a metropolis, such as the Metropolitan Area of Recife, people are constantly on the move from a point to another, which mostly happens through public transportation. One of these means of transportation is the Recife's Railroad System operated by the Brazilian Company of Urban Trains – Recife (CBTU –

Recife). RailBee® is a Telemetric Monitoring and Automation System of Railway Networks that uses radio frequency signal transmission, and is in accordance with the ZigBee protocol of communication as well as the international standard IEEE 802.15.4. The system consists of an electronic device composed with electrical signal transducers and sensors operating as an end device; a router device that acts as a data transceiver and a coordinator device that receives all acquired data, but also acts as a gateway to a central device that stocks all acquired data. It is an innovative low-cost system with a modular technology, that is also autonomous and safe. Focusing on the Development of Mobile Stations for the application on The Telemetric RailBee® System, this work aims to add two new technologies to the RailBee® System: the accelerometer module, and the GPS module. The latter is capable of communicating the position of the train on the railroad track to the existing system. To develop these objectives, studies were conducted on the Arduino technology, ZigBee technology, accelerometer modules, GPS modules, communications protocols for embedded systems, and electric signal transducers, which have been integrated to the Mobile Station module. Thus, the Mobile Station module will be able to send train information and to assist in taking preventive, predictive and corrective measures.

KEYWORDS: Accelerometer; GPS; telemetry; RailBee®; ZigBee.

1 | INTRODUÇÃO

Neste documento apresenta-se o relatório final do plano de atividades do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (PIBIC) do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco (IFPE) nomeado de Desenvolvimento de Módulos das Estações Móveis para Aplicação no Sistema Telemétrico RailBee®, desenvolvido pelo aluno Steffano Xavier Pereira, sob a orientação do professor Rômulo César Carvalho de Araújo, a partir dos laboratórios de pesquisa, ensino e extensão do IFPE - *Campus* Recife, bem como o Centro de Controle Operacional (CCO) e a Linha Sul da Companhia Brasileira de Trens Urbanos / Metrô do Recife (CBTU - Recife).

A evolução da urbanização trouxe consigo a modernidade nos transportes públicos para sua população. No cotidiano de uma metrópole, como a Região Metropolitana do Recife (RMR), a todo instante pessoas estão se locomovendo de um ponto a outro por meios desses transportes. Um deles é o Sistema Metroferroviário do Recife. Por transportar cerca de 400 mil passageiros por dia (CBTU, 2020), a CBTU - Recife deve operar de forma que imprevistos sejam tratados adequadamente para não afetar os usuários do sistema.

Tem crescido a busca por soluções relacionadas à captura de sensores, recurso fundamental e estratégico para grandes empresas de diversos setores, que necessitam de monitoramento em tempo real de suas instalações e equipamentos a fim de aprimorar fatores como segurança e estado atual de máquinas (BORBA,

2013). Logo, a implantação do Sistema Telemétrico Dinâmico Sem Fio em Veículos Rodoferroviários em Malhas Metroferroviárias denominado RailBee® oferecerá por meio do desenvolvimento dos módulos das estações; um conjunto de informações detalhadas sobre o desempenho desses veículos (ARAÚJO, 2009).

O RailBee® é um Sistema Telemétrico de Monitoramento e Automação de Redes Rodoferroviárias que utiliza a transmissão de sinais via radiofrequência, de acordo com o protocolo de comunicação ZigBee que está de acordo com o padrão internacional do *Institute of Electrical and Electronic Engineers* (IEEE) 802.15.4; e também por sistemas embarcados, formados por sensores e microcontroladores, que promovem o monitoramento em tempo real de forma segura, eficiente e de baixo custo. Trata-se de uma tecnologia modular independente, com baixo custo e segura, o sistema promove o monitoramento dos trens em tempo real para que as decisões sejam tomadas de forma mais rápida e segura em situações imprevistas.

A Estação Móvel se trata de um dispositivo eletrônico constituído por um Dispositivo Final com transdutores de sinais elétricos ligado a sensores que são responsáveis por realizar a medição das grandezas referentes aos trens (denominados TUE - Trem Unidade Elétrica), local onde é instalada, e onde também são alocados sensores elétricos como módulo acelerômetro e módulo *Global Positioning System* (GPS). Este plano de atividades visa inserir duas novas tecnologias ao Sistema RailBee®, o módulo acelerômetro e o módulo GPS, que em tempo real, são capazes de indicar a posição do trem na via rodoferroviária.

2 | OBJETIVOS

O objetivo é o de desenvolver uma tecnologia inovadora para melhorar a gestão e os serviços para os usuários de transportes sobre trilhos, tal como o avanço do grupo de pesquisa, ensino e extensão; contribuindo para o crescimento destes estudos e formação de quadros de elevada qualificação na área de transporte.

Como objetivos específicos, apresentam-se:

- a. Incorporar novas informações no RailBee® de sinais elétricos das sinalizações do painel da console da cabine do trem com indicação das falhas e dados para novos medidores que contribuam para o aprimoramento da Gestão e Utilidade da CBTU - Recife;
- b. Desenvolver módulos das estações móveis para aplicação no Sistema Telemétrico RailBee®;
- c. Pesquisar e desenvolver a integração de novas tecnologias ao RailBee®. Entre elas: Arduino, Acelerômetro, *Global Positioning System* (GPS) e *Radio-Frequency Identification* (RFID).

3 | METODOLOGIA

O Sistema RailBee® é composto por quatro subsistemas, que são as Estações Móveis (EM), as Estações Roteadoras (ER), as Estações Base (EB) e uma Estação Central (EC). Por meio da figura 1 é possível visualizar uma representação gráfica do funcionamento do Sistema Telemétrico RailBee®.

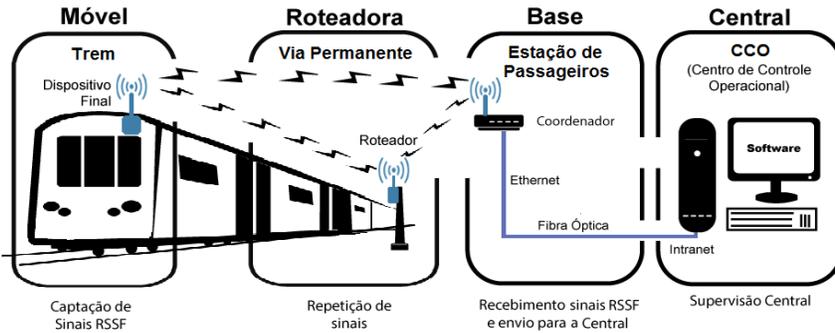


Figura 1 - Visão geral do Sistema RailBee®

Fonte: (Autores)

Conforme mostrado na Figura 1 as Estações Móveis se encontram nas cabines dos TUE e com seus diversos sensores conseguem aferir diversas grandezas dos trens, essas grandezas podem ser de natureza analógica: velocidade real, pressão nas bolsas de ar da suspensão secundária, corrente do motor de tração e aplicação de freio; e digital: indicação das portas (abertas/fechadas) e condição de cabine (frente ou ré). As EM são constituídas por um microcontrolador e um transmissor de radiofrequência (RF). O microcontrolador é responsável por receber os sinais elétricos dos sensores e realizar sua codificação, tal como o empacotamento dos dados, enquanto o transmissor realiza a transmissão desses sinais via sinal de rádio para as outras partes do sistema tendo como destino final as Estações Bases.

As Estações Roteadoras são posicionadas entre as estações de passageiros, ao longo da via permanente da Linha Sul da CBTU - Recife e por possuírem um dispositivo roteador atuam como transceptores, recebendo os sinais RF das EM e os retransmitindo para a Estação Base mais próxima, caso não seja possível a conexão, entre a EM e a EB de forma direta em função da distância entre elas.

As Estações Base ficam localizadas nas estações de passageiros, são constituídas de um dispositivo coordenador que recebe todos os dados adquiridos pela rede de sensores sem fio (RSSF) e um microcontrolador responsável por decodificar os dados recebidos através do protocolo ZigBee e codifica para o

protocolo *Ethernet/IP (Internet Protocol)*, ao qual realiza a atribuição de um Endereço IP para cada estação de passageiros e é interligado a rede intranet operacional da CBTU - Recife enviando os dados para a EC através de uma rede de fibra óptica operacional.

A Estação Central se trata de um computador que possui instalado um software específico de monitoramento do RailBee®, e cumpre o papel de receber os dados das EB através da rede intranet do CBTU - Recife, armazená-los e os exibir para os Controladores de Tráfego do CCO.

3.1 Plataforma Arduino

Arduino é uma plataforma de prototipagem eletrônica *Open-Source* que segundo Nayyar e Puri (2016) cria interfaces para diferentes periféricos, sensores e dispositivos de comunicação sem fio. Baseada em *hardware* e *software*, consiste em um microcontrolador programável por meio de um ambiente de desenvolvimento integrado (do inglês *Integrated Development Environment*, IDE).

A plataforma Arduino é constituída por vários tipos de placas disponíveis, conforme figura 2. Em sua maioria, as placas Arduino são projetadas com um microcontrolador Atmel AVR, existindo algumas variantes com microcontroladores ARM Cortex, entre outras.

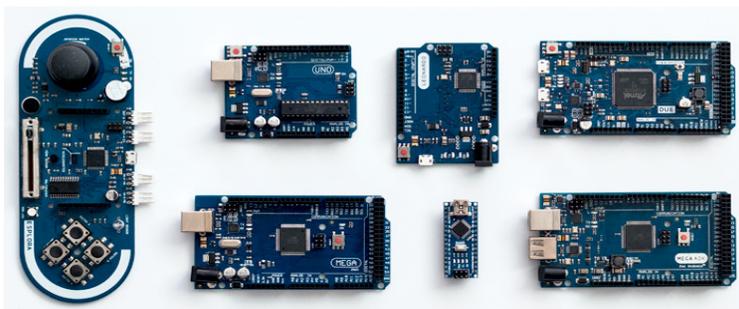


Figura 2 – Conjunto de placas com tecnologia Arduino

Fonte: filipeflop.com

O Arduino é uma placa de baixo custo que possui alto nível de integração com diversos tipos de sensores e atuadores através dos *Shields* e módulos. Ainda segundo Nayyar e Puri, os *Shields* são dispositivos que ao serem encaixados ao Arduino conferem novos tipos de funcionalidades por meio do acréscimo de *hardware*, por exemplo, um *Shield* de Ethernet visualizado na figura 3.



Figura 3 – Shield Ethernet Acoplado com um Arduino UNO

Fonte: arduino.cc

O Arduino utiliza uma linguagem de programação padrão baseada em *Wiring*, que é essencialmente C/C++, através de sua IDE própria.

3.1.1 Seeeduino Mega

O Seeeduino Mega é uma placa microcontroladora baseada no processador ATmega2560. O Seeeduino Mega (figura 4) possui 70 portas digitais(I/O), 16 pinos de entrada analógica, 14 saídas analógicas (Tecnologia PWM – *Pulse-Width-Modulation*, ou Modulação por Largura de Pulso) e 4 portas seriais; neste dispositivo também é possível trabalhar com as tensões de 3,3V ou 5,0V. O microcontrolador ATmega2560 dispõe de 256 KB de memória FLASH e 8 KB de SRAM (SEED, 2020).



Figura 4 – Placa Seeeduino Mega

Fonte: (SEED, 2020).

3.2 Módulos XBee

Os Módulos XBee são módulos que realizam comunicação via radiofrequência no padrão ZigBee IEEE 802.15.4, estes apresentam baixo consumo de energia, alcance de cerca de 1.600 metros em visada direta (DIGI, 2020), simplicidade na implantação da rede, baixo custo de instalação e transmissão de dados confiável (PIYARE R.; LEE S., 2013). Existem diversos modelos que variam em seu tipo de

antena, podendo ser antena com fio embutido, antena RP-SMA (figura 5) ou ainda antena do tipo *microstrip*; frequência de transmissão, distância do alcance do sinal, potência de transmissão dentre outras características suportadas por este protocolo.



Figura 5 - Módulo XBee S2C-PRO com suporte para antena RP-SMA

Fonte: (DIGI, 2020)

O protocolo ZigBee é um protocolo desenvolvido pelo Instituto de Engenheiros Elétricos e Eletrônicos (IEEE) e pela ZigBee Alliance que opera em faixas de frequência *Industrial, Scientific and Medical* (ISM), operando no Brasil com frequência de transmissão de 2,4 GHz.

As redes ZigBee podem suportar até três topologias de rede (figura 6): malha (*mesh*), estrela (*star*), *cluster-árvore* (*cluster-tree*).

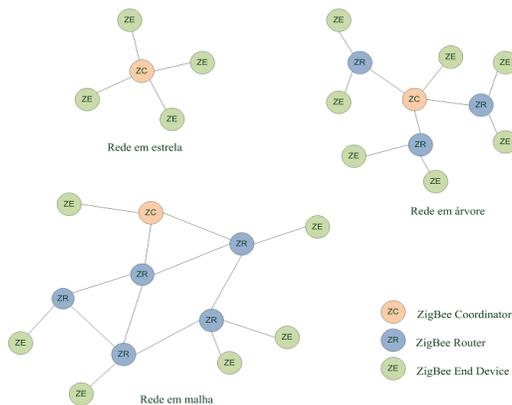


Figura 6 – Topologia de redes ZigBee

Fonte: web.fe.up.pt

Segundo Araújo Junior, L. O. *et al.* (2013, p. 3) em seus estudos, demonstra que:

A tecnologia ZigBee tem vantagem por exemplo sobre a tecnologia Bluetooth. Entre as opções, a topologia estrela (*star*) é a mais simples. Todos os nós periféricos estão ligados ao coordenador e o caminho das mensagens é único. A topologia em árvore (*cluster tree*) tem habilidade de roteamento, mas os roteadores só podem estar ligados ao coordenador, sendo proibidos links com outros roteadores, a expansão é melhor que na topologia estrela, mas se um link se quebra a transferência de dados é cessada. Este problema é resolvido na utilização da topologia em malha (*mesh*).

Os módulos XBee podem operar de dois modos de funcionamento, *Application Transparent* (AT) que é o modo mais simples onde um byte é enviado por vez, e o modo *Application Programming Interface* (API) (figura 7) onde o pacote mais robusto é montado para o envio, contendo um primeiro byte chamado de “*Delimiter*” ou “*Starter Byte*”, que é o byte indicador do início de um pacote e possui o valor de 0x7E, 2 bytes de “*Length*” que indica o tamanho do pacote, “*Xbee Adress*” que é o endereço único de cada módulo, 1 byte de “*API Frame Type*”. É responsável por informar qual é o tipo de frame, se serão dados enviados da serial, dados da leitura dos pinos ou comandos para dispositivos AT. O “*Payload*” contém os dados a serem enviados, podendo ter vários bytes, e o “*Checksum*” é um byte de finalização do pacote, com o objetivo de verificar a integridade do pacote.

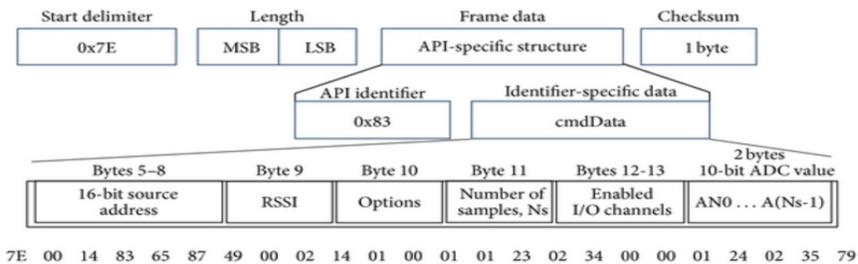


Figura 7 – Pacote no modo API

Fonte: CÉSAR, O. C. *et al*, 2014

3.3 Módulo Real Time Clock (RTC)

Real Time Clock (RTC) são sensores capazes de registrar datas e horários, dentre diversos modelos existentes o RTC DS1307 ganha destaque em função de seu baixo consumo de energia, e tamanho reduzido, além disso este módulo conta com comunicação através do protocolo *Inter-Integrated Circuit* (I2C) que permite uma fácil comunicação com o Arduino.

Este módulo (figura 8) permite a contagem do horário tanto no sistema de 12 horas quanto no de 24 horas com a precisão que vai de horas até segundos, e também a contagem da data em no formato de ‘dia/mês/ano’, ele também possui

56 bytes de SRAM e uma bateria de 3 Volts do tipo botão que entra em operação caso a alimentação do RTC seja suspensa, mantendo todas as suas contagens e seu devido funcionamento.

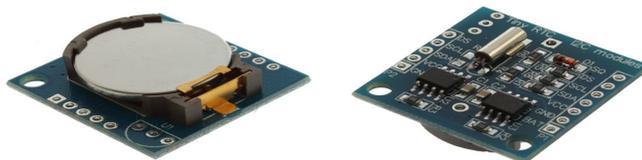


Figura 8 - Módulo DS1307

Fonte: filipeflop.com

3.4 Módulo de Comunicação GPS

O receptor NEO-6M (figura 9) é ideal para aplicações automotivas em função do seu baixo consumo de energia, tamanho reduzido e alta capacidade de integração com outros dispositivos (U-BLOX, 2020). O módulo conta com alimentação de 2,7V à 5V, protocolo de comunicação serial e um conector do tipo *Ultra Miniature Coax Connectors* (UMCC) para antena externa, por essas características se mostra perfeito para operação com microcontroladores com tecnologia Arduino, se mostrando mais vantajoso se comparado a *Shields* GPS por apresentar menor custo.

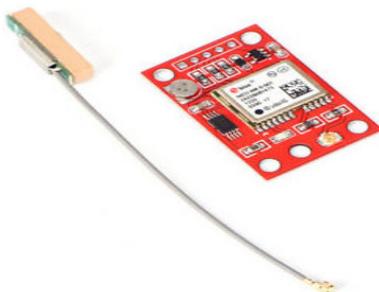


Figura 9 - Módulo GPS NEO-6M

Fonte: ebay.com

3.5 Módulo Acelerômetro

O acelerômetro e giroscópio MPU 6050 (figura 10), é um módulo do tipo *Micro-Machined Eletromechanical Systems* (MEMS), que são sensores mais leves e baratos do que suas versões mecânicas anteriores (CUNHA; MERCANTE, 2010). Estes sensores tornam-se vantajosos, por serem de baixo custo e de baixo consumo

de energia.

O módulo da figura 10 contém um acelerômetro MEMS e um giroscópio MEMS e possui 16 *bits* de conversão analógico e digital para cada canal. Dessa forma, ele captura os eixos X, Y e Z ao mesmo tempo e utiliza um protocolo de comunicação I2C para o envio de dados. Ele possui um circuito compacto, um tamanho reduzido comparado com outras versões de placa, e por possuir o MPU 6050 ele adquire as características de baixo custo e baixo consumo de energia.

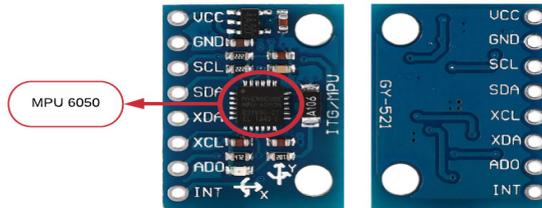


Figura 10 - Placa GY-521

Fonte: Adaptada de jutronix.com

3.6 DipTrace

O DipTrace é um *software* desenvolvido pela empresa Novarm, Ltd. de origem ucraniana, ele é um programa EDA/CAD para criar diagramas esquemáticos e Placas de Circuito Impresso (PCI). O DipTrace possui quatro módulos entre eles um editor de captura esquemática, um editor de layout de PCI com *autorouter* e *3D preview & export*, editor de componente e editor de padrões (NOVARM, 2020). Esse software pode ser encontrado e utilizado em 22 idiomas diferentes e também possui bibliotecas com componentes eletrônicos e módulos para Arduino que facilitam o desenho das placas e consequentemente a sua fabricação.

3.7 Etapas da confecção das placas de circuito impresso

- Esquemático da placa: É feito um esquemático dos componentes e módulos utilizados para fabricação da placa;
- Design da PCI: Com base no esquemático é feito o layout da placa no software de desenvolvimento;
- Impressão: É feito a impressão do design nas placas;
- Corrosão: A placa é colocada dentro de uma solução para corroer o cobre, deixando apenas o do circuito;
- Perfuração: Nessa etapa é feita a perfuração para soldagem dos

componentes;

f. Solda: Os componentes e módulos são soldados nas placas.

4 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

Foram realizados estudos teóricos acerca dos objetivos que cercam esse projeto, com o intuito de enriquecer os conhecimentos necessários para a realização deste plano de atividades. Realizaram-se estudos sobre Módulo Acelerômetro e Módulo GPS e suas formas de comunicação como os protocolos I2C e Serial; para que fossem integrados à arquitetura do Seeeduino Mega. De tal modo, foram efetuados estudos sobre o Protocolo ZigBee com ênfase na constituição de um pacote no formato API e da comunicação entre a Plataforma Arduino e o Protocolo ZigBee.

4.1 Módulo da Estação Móvel

O Módulo da Estação Móvel é constituído por: um microcontrolador Seeeduino Mega, Sensores Inerciais, em especial o módulo GY-521 que constitui o Módulo Acelerômetro; Módulo de comunicação GPS, caracterizado pelo módulo NEO-6M; Módulo de comunicação ZigBee, representado pelo rádio XBee S2C-PRO; e por Transdutores de sinais elétricos.

Conforme a Figura 11, o microcontrolador recebe as variáveis do sensor acelerômetro que capta variáveis como a aceleração e sua velocidade angular de acordo com seu próprio eixo, realizando cálculos por meio de um algoritmo é possível obter dados como a velocidade, posição e ângulo de deslocamento do Trem. Já o módulo GPS, estabelece conexão com satélites geoestacionários para informar a posição no formato de coordenadas geográficas.

O Seeeduino Mega, devido a seu alto nível de integração e processamento, realiza também a captação de variáveis analógicas e digitais oriundas de transdutores de sinais elétricos que convertem níveis de tensão do computador de bordo do trem em níveis de tensão compatíveis com a captação do microcontrolador, no qual incluem-se as variáveis monitoradas por versões anteriores das Estações Móveis.

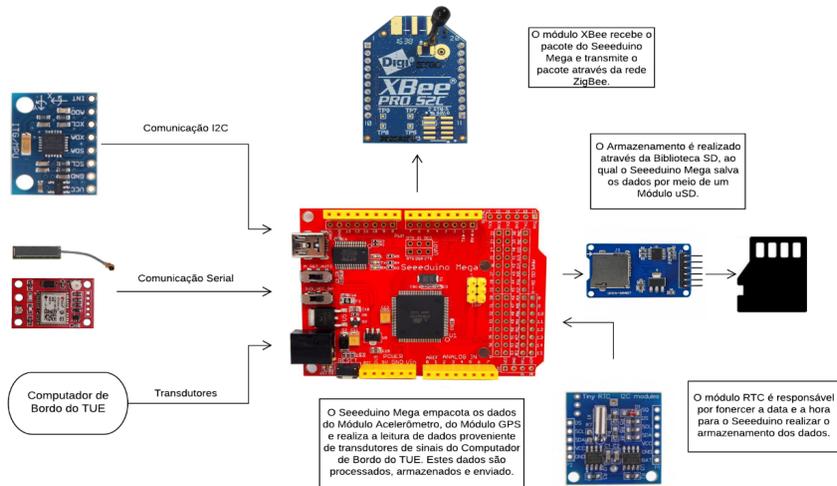


Figura 11 - Diagrama de funcionamento de um Módulo da Estação Móvel

Fonte: (Autores)

4.2 Placa PCI da Estação Móvel

Foi realizada a fabricação de uma PCI, no formato de um Shield para o Seedeuino Mega, que visa integrar os módulos acelerômetro, GPS, comunicação e armazenamento de dados. Em paralelo foi fabricada uma outra placa PCI, que realiza a conversão de sinais elétricos provenientes do computador de bordo do trem, para o nível de leitura do microcontrolador e também para o circuito regulador de tensão que irá alimentar o módulo. É possível visualizar o produto final por meio da figura 12.

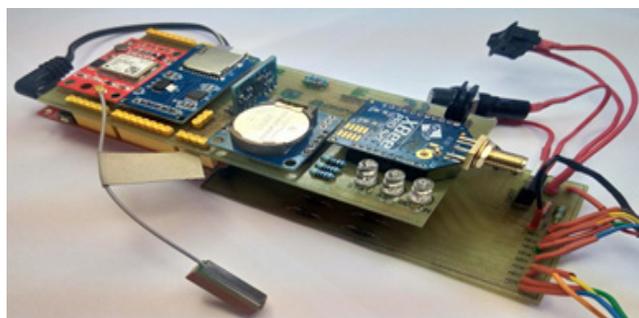


Figura 12 – Módulo das Estações Móveis

Fonte: (Autores)

5 | CONCLUSÕES

O RailBee® é um sistema de importância imensurável, pois conecta Trens a uma Rede de Sensores Sem Fio e Sistemas Embarcados. Trata-se de uma tecnologia inovadora, modular, de baixo custo, segura e autônoma que é capaz de realizar o monitoramento e a coleta de dados, em tempo real, dos trens urbanos do Metrô do Recife. Desta forma, é possível o Sistema RailBee® auxiliar aos funcionários da CBTU - Recife na operação e nas manutenções preventivas e corretivas.

Por meio da implementação dos Módulos das Estações Móveis, o Sistema pode incorporar novas informações de sinais elétricos das sinalizações do painel da console da cabine do trem, tal como incorpora novas tecnologias ao Sistema RailBee®, como a Tecnologia GPS e a Tecnologia de Sensores Inerciais (Módulo Acelerômetro) que contribuem na indicação da posição na via permanente.

Logo o Sistema RailBee®, pretende estar sempre inovando com o avanço das tecnologias, buscando atender as novas funcionalidades e metas. Como perspectivas futuras, pretende-se integrar o módulo RFID que por meio de etiquetas podem informar a posição do trem de acordo com o posicionamento das etiquetas, ao qual resultaram em uma maior precisão e confiabilidade dos dados, por consequência auxiliando à CBTU - Recife na qualidade dos serviços prestados ao usuário do Metrô.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, R. C. C. **Sistema Telemétrico Dinâmico Móvel Aplicado ao Trem Unidade Elétrica do Metrô do Recife**. 2009. 102 f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal da Paraíba, Paraíba, 2009.

ARAÚJO JUNIOR, L. O. *et al.* Desenvolvimento de um software open source para controle digital remoto utilizando tecnologia Zigbee. *In: COBENGE*, 1., 2013, Gramado. **Anais [...]**. Gramado: ABENGE, 2013. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/271840845_Desenvolvimento_de_um_software_open_source_para_controle_digital_remoto_utilizando_tecnologia_Zigbee. Acesso em: 14 jul. 2019.

BORBA, E. R. **Sistema de Análise da Qualidade da Frenagem de Trens Através de Telemetria**. 2013. 86 f. Trabalho de Conclusão de Curso. CIn-UFPE, Recife, 2013.

CBTU. CBTU: Companhia Brasileira de Trens Urbanos. 2020. **Página inicial**. Disponível em: <https://www.cbtu.gov.br/index.php/pt/>. Acesso em: 31 ago. 2020.

CÉSAR, O. C. *et al.* End-to-End Message Exchange in a Deployable Marine Environment Hierarchical Wireless Sensor Network. **International Journal of Distributed Sensor Networks**, vol. 10, n. 1, p. 1-18, 2014. Disponível em: <https://journals.sagepub.com/doi/full/10.1155/2014/950973>. Acesso em: 28 ago. 2020. DOI: 10.1155/2014/950973.

CUNHA, A. F.; MERCANTE, T. H. M. **Medidor de Deslocamento utilizando sensores MEMS**, Artigo de Site, Disponível em Piloto Automático VANT: <https://pilotoautomaticovant.wikispaces.com/Medidor+de+Deslocamento+utilizando+sensores+MEMS>, Acesso em 18 jul. 2019.

DIGI. Digi International Inc. 2019. **Digi XBee and XBee-PRO ZigBee RF Modules**. Disponível em: <https://www.digi.com/products/embedded-systems/rf-modules/2-4-ghz-modules/xbee-zigbee#specifications>. Acesso em: 31 ago. 2020.

NAYYAR, A.; PURI, V. A review of Arduino board's, Lilypad's & Arduino shields. **2016 3rd International Conference on Computing for Sustainable Global Development (INDIACom)**, New Delhi, pp. 1485-1492, Mar. 2016, Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/7724514/>. Acesso em: 14 jul. 2019.

NOVARM. Novarm Ltd. **DipTrace Software**. Disponível em: <https://diptrace.com/diptrace-software/>. Acesso em: 31 ago. 2020.

PIYARE, R.; LEE, S. Performance Analysis of XBee ZB Module Based Wireless Sensor Networks. **International Journal of Scientific & Engineering Research**, v. 4, n. 4, p. 1615-1621, Abr. 2013, Disponível em: <http://www.rajeevpiyare.com/wp-content/uploads/2016/12/Performance-Analysis-of-XBee-ZB-Module-Based-Wireless-Sensor-Networks1.pdf>. Acesso em: 14 jul. 2019

SEEEED. Seeeed Technology Co. Ltd. **Seeeduino Mega**. Disponível em: http://wiki.seeedstudio.com/Seeeduino_Mega/. Acesso em: 31 ago. 2020.

U-BLOX. U-blox Holding AG. 2020. **NEO-6 u-blox 6 GPS Modules**. Disponível em: <https://www.u-blox.com/en/product/neo-6-series#tab-documentation-resources>. Acesso em: 29 ago. 2020.

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