

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
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. 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 Petruzzello
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

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

Data de aceite: 01/10/2020

Data de submissão: 07/07/2020

Winderson Eugenio dos Santos

Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Curitiba - Paraná
<http://lattes.cnpq.br/4226185297739834>

Maurizio Petruziello

Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Curitiba - Paraná
<http://lattes.cnpq.br/7307385854464949>

Sidnei Avelino da Silva Junior

Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Curitiba - Paraná
<http://lattes.cnpq.br/6012398018286378>

Diego Luiz Ornelas Rampim

Universidade Anhanguera Uniderp
Campo Grande - Mato Grosso do Sul
<http://lattes.cnpq.br/8521052587648889>

RESUMO: Este trabalho apresenta os resultados de um estudo referente ao monitoramento da potência gerada por painéis fotovoltaicos. Os autores iniciam o artigo destacando a importância em se realizar pesquisas na área de monitoramento da microgeração fotovoltaica. Apresenta o caso de estudo de uma análise comparativa do ganho energético obtido através do uso de um seguidor solar mono-axial implantado na cidade de Curitiba (Brasil). Então descreve, com maior detalhamento, os métodos e tecnologias computacionais empregados para

se realizar o monitoramento de longo prazo, o qual totalizou 12 meses de coleta on-line de dados. Discute os resultados obtidos neste caso de estudo, bem como o comparativo de outros trabalhos similares realizados neste tema. Ao final os autores sugerem exemplos de como aplicar este know-how em grande escala, salientando a importância da integração das tecnologias de computação em névoa e servidores MQTT ao se utilizar redes GSM de comunicação.

PALAVRAS-CHAVE: Computação em névoa, MQTT, GSM, monitoramento de dados, microgeração fotovoltaica.

PHOTOVOLTAIC PANEL MONITORING THROUGH FOG COMPUTING INTEGRATED TO GSM NETWORK

ABSTRACT: This paper shows results of research realized in a power monitoring system, applied to a photovoltaic panel generator. Authors starts discussion enphatizing the relevance about monitoring of photovoltaic microgeneration. Presents the case study of comparative analysis of the energy gain obtained through the use of a monoaxial solar tracker, implanted in the city of Curitiba (Brazil). Then describe, in detail, methods and computational technologies used to perform the long-term monitoring, which totaled 12 months of online data collection. At the end, authors suggests examples of how to apply this know-how on a large scale, emphasizing the importance of integrating fog computing technologies and MQTT servers when using GSM communication networks.

KEYWORDS: Fog computing, MQTT, GSM, data-monitoring, photovoltaic micro-generation.

1 | INTRODUÇÃO

As fontes de energia alternativa como, eólica, biomassa e fotovoltaica vêm desde a virada do último século, conquistando de forma significativa um maior espaço na matriz energética nacional; impulsionadas principalmente por pressão de caráter ambiental, que culmina em mecanismos de incentivo ao uso de tais fontes. Neste cenário as Centrais de Microgeração¹ fotovoltaicas apresentam um grau de importância significativo. E, isto se dá pela relativa facilidade que consumidores de pequeno porte (residências, condomínios, pequenas empresas, produtores rurais) têm para instalar micro usinas deste modal energético, tornando-os assim em prossumidores (BONGIOLLO,2013).

Ainda que no atual cenário brasileiro, a matriz energética tenha nas fontes eólicas sua maior participação na fatia de fontes alternativas, com aproximadamente 8,2% da produção de energia elétrica nacional, frente aos 0,8% oriundo de fotovoltaicas, conforme dados do 2º quadrimestre de 2018 do extraídos do site do Operador Nacional de Energia (ONS,2018), não se pode subestimar o potencial que estas últimas têm para crescimento. Há uma demanda reprimida de consumidores ávidos por terem sua própria microgeração fotovoltaica.

Hipoteticamente, basta imaginar um cenário com alguns milhares de prossumidores conectados ao grid da concessionária de energia, para vislumbrar o potencial problema nos sistemas de gestão de energia. Caso não haja um mínimo de possibilidade de predição destas fontes, muita confusão poderá ocorrer no planejamento das manobras de despacho energético.

Na visão dos autores, com um monitoramento e obtenção de histórico da contribuição das diversas microgerações, será possível às concessionárias de energia terem ao seu dispor informações relevantes para uma nova componente estratégica de planejamento e gestão das fontes de energia. Some a isto, possíveis cenários de políticas de tarifação mais dinamicamente atreladas à demanda, e também os prossumidores auferirão maiores benefícios. As tecnologias para uma tal implementação baseiam-se nos conceitos dos sistemas SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition), que quando aplicados aos sistemas de potência têm suas devidas particularidades (THOMAS,2015).

Obviamente, um monitoramento em larga escala das microgerações fotovoltaicas não é exatamente uma empreitada simples de ser realizada. Há uma diversidade de configurações de plantas (com ou sem backp-up de energia), de diferentes tipos de tecnologias das células fotovoltaicas (WANG,2015) e (CONIBEER,2014), conectadas à rede por diferentes topologias de inversores. Some-se a isto o fato de que ainda não há uma padronização mercadológica

¹ Microgeração distribuída são as centrais geradoras de energia elétrica, com capacidade de fornecimento menor ou igual a 75kW, conforme Resolução 687/2015 da ANEEL (RUFINO,2015).

no que tange aos protocolos de comunicação destes inversores, e leitor pode ter um panorama da complexidade deste ecossistema. E claro, para mais além, há no monitoramento destes dados um enorme desafio em garantir um mínimo de segurança da informação

Assim, neste trabalho os autores apresentam os resultados de um estudo preliminar referente ao monitoramento da potência gerada por painéis fotovoltaicos. O texto inicia destacando a importância em se realizar pesquisas na área de monitoramento da microgeração fotovoltaica. Apresenta o caso de estudo de análise comparativa do ganho energético obtido através do uso de um seguidor solar monoaxial implantado na cidade de Curitiba (Brasil). Então descreve, com maior detalhamento, os métodos e tecnologias computacionais empregados para se realizar o monitoramento de longo prazo, o qual totalizou 12 meses de coleta on-line de dados. Por fim, são feitas considerações relativas às questões de segurança da informação (disponibilidade, confiabilidade e privacidade). Estas abordagens trazem argumentos suficientes para se ter uma noção da importância em realizar esforços de pesquisa e desenvolvimento, no tema de monitoramento da microgeração fotovoltaica.

2 | OBJETIVO

O objetivo geral deste trabalho é analisar um caso bem sucedido de monitoramento do desempenho da geração de painéis fotovoltaicos, com rastreador solar, através da rede de telefonia móvel GSM (Global Systems for Mobile communications); mais especificamente, o monitoramento foi realizado numa plataforma de testes, destinada para comparação do ganho obtido na geração a partir de um painel fotovoltaico instalado sobre uma base móvel, de com um grau de liberdade rotacional, instalado na cidade de Curitiba. Com este caso inicial para estudo do monitoramento de painéis fotovoltaicos os autores propõem, ao final do artigo, um modelo generalizado para o monitoramento da microgeração fotovoltaica, através de redes GSM.

De forma específica, a investigação do desempenho de um sistema fotovoltaico dotado de mecanismo seguidor solar de um eixo foi o mot principal da pesquisa realizada. A principal pergunta a ser respondida pela pesquisa foi:

Qual o ganho de desempenho da geração fotovoltaica utilizando módulo de seguidor solar de um eixo na região de Curitiba?

A premissa básica de resposta a esta questão partiu da proposta de coletar dados da potência gerada, tanto do painel solar móvel, instalado numa plataforma articulada (cuja configuração mecânica é apresentada na Figura 1), como também de um segundo painel solar idêntico (como referência), rigidamente fixado nas

condições padrões tradicionais de instalação (ângulo de inclinação igual à Latitude e face voltada para o norte).

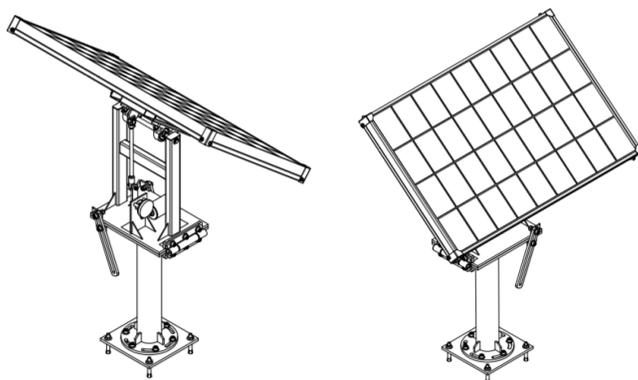


Figura 1: Estrutura mecânica do seguidor solar de um eixo utilizado

Fonte: (PETRUZZIELLO,2013).

A partir de pesquisas anteriores, onde questões do acionamento e movimentação do painel haviam sido resolvidas (PETRUZZIELLO,2013), apresentou-se como desafio resolver todos os problemas decorrentes da especificação dos requisitos assim como na delimitação do universo amostral a ser utilizado. As seguintes questões principais tiveram que ser respondidas:

- Qual o local adequado p/ instalação dos módulos?
- Que parâmetros deveriam ser monitorados?
- Qual a instrumentação a ser utilizada?
- Como integrar a coleta de dados à nuvem?
- Como garantir segurança na comunicação?
- Por quanto tempo, e com que amostragem coletar os dados?

3 | PRINCÍPIOS DE SOLUÇÃO

Os métodos e princípios de solução elencados para responder as questões anteriores culminaram nas seguintes abordagens:

1) A curva $I \times V$ para painel fotovoltaico

O comportamento elétrico de painéis fotovoltaicos é descrito pela curva característica corrente versus tensão ($I \times V$), onde para uma dada situação de

irradiância, determina-se quais seriam os possíveis pontos de operação do painel em termos de geração (WÜRFEL,2016). A Figura 2 mostra uma típica curva característica IxV.

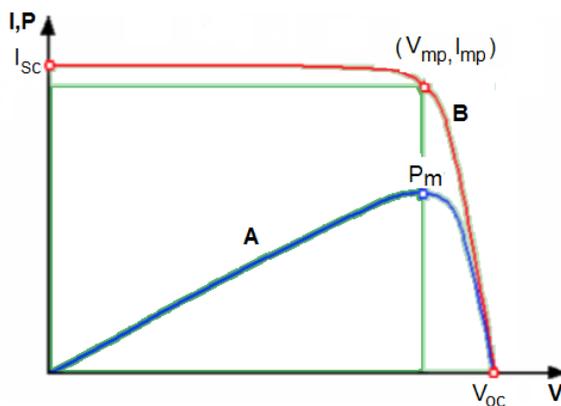


Figura 2: Curvas IxV (A) e de Potência (B)
Fonte: Adaptado de Wilhem Frieb (PRIEB,2002).

II) Estimativa da máxima energia gerada

Dentre os diversos pontos possíveis de operação ao longo da curva IxV apenas um em particular é capaz de gerar a maior quantidade de potência instantânea (BISQUERT,2018). Este ponto de máxima potência (P_m) ocorre exatamente no instante em que a derivada da curva de potência torna-se nula. E, a ele correspondem os valores de tensão de máxima potência (V_{mp}) e de corrente de máxima potência (I_{mp}), todos mostrados no gráfico da Figura 2, onde a curva A mostra a potência, e a curva B mostra os possíveis pontos de operação do painel fotovoltaico.

A relação entre os valores de V_{mp} e V_{oc} (tensão de circuito aberto), assim como entre I_{mp} e I_{sc} (corrente de curto circuito), podem ser obtidas através de ensaios (DA SILVA,2017). Desta forma, torna-se possível inferir o valor de máxima energia gerada pelos painéis a partir das diversas medições de V_{oc} e I_{sc}, realizadas ao longo de várias amostragens obtidas no intervalo de tempo de interesse.

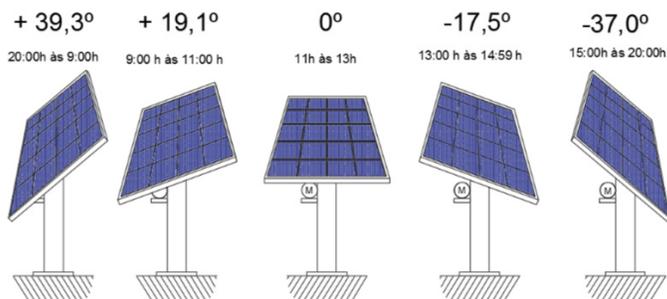


Figura 3: Ângulos pré-definidos para o rastreador ao longo do dia

Fonte: (DA SILVA,2017).

Somente após determinada esta relação $I \times V$, torna-se possível realizar uma análise de desempenho de sistemas com rastreador solar móvel de um eixo. E para este caso particular de estudo adotou-se um período de amostragem de 3 minutos (realizadas diariamente entre 5h e 20h), ao longo de 12 meses, onde ao longo do dia o sistema posicionador alternava entre 5 ângulos pré-definidos conforme ilustrado na Figura 3.

III) Computação em névoa

O termo Computação em Névoa (Fog Computing) é utilizado como referencia do processamento, aplicável ao fluxo de dados que atravessa a fronteira entre a camada de borda, dos processos industriais e o ambiente virtual, formado pelos sistemas de nuvem da internet (HANES,2015).

O conceito, apoia-se principalmente em estruturas de hardware com capacidade tanto para comunicação em canais digitais de diversos padrões (ModBus, TCP/IP, RS-232/485, USB, etc) assim como para entradas e saídas de sinais discretos/análogos oriundos dos processos.

Neste sentido, plataformas computacionais de placa única, ou Single Board Computers (SBC), adequadas para instalação no interior de quadros elétricos) representam uma inovação nesta área. Como exemplos destes tipos de computadores, disponíveis no momento da elaboração deste texto pode-se citar plataformas como BeagleBone, RaspberryPi, ThinkerBoard, Arduino, OrngePi, dentre outras que o leitor pode encontrar facilmente na Internet. Para o experimento em questão foi utilizado um computador, com plataforma computacional baseada na placa RaspberryPi, largamente difundida no mercado internacional (MONK,2011). Nesta pequena CPU, de razoável poder de processamento, dispõem-se de canais para comunicação em rede cabeada ou em rede sem fio, portas USB, canal de comunicação serial, e pontos de entrada e saída de sinais discretos; um arsenal de

recursos, que aliado ao seu baixo custo em comparação a outros sistemas, levou à sua escolha.

IV) O protocolo MQTT

O protocolo de comunicação MQTT (Message Queuing Telemetry Transport), padronizado pela norma ISO/IEC PRF 20922, é destinado para operar acima do protocolo TCP/IP, em redes de baixa disponibilidade e de alta latência (HILLAR,2017). Neste protocolo a troca de mensagens é baseada num modelo denominado publicador-subscritor, ilustrado na Figura 4, o qual quando devidamente configurado, garante que os dados do publicador sejam entregues ao subscritor, mesmo que ocorram interrupções na disponibilidade de rede; ou seja, no retorno da conexão todos os dados que não alcançaram o destino são reenviados.

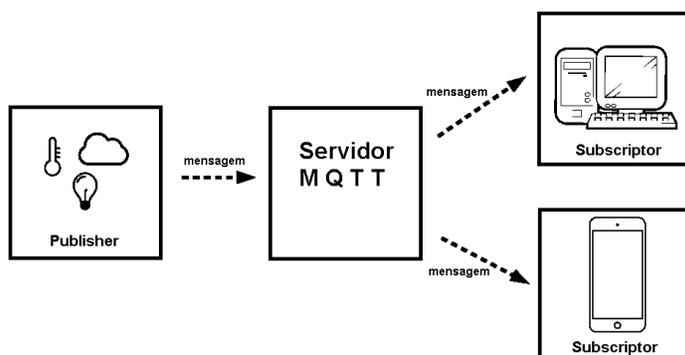


Figura 4: Ângulos pré-definidos para o rastreador ao longo do dia

Fonte: Adaptado de Gastón Hilar (HILAR,2017).

Esta característica de confiabilidade na comunicação faz com que este protocolo, proposto em 1999 pela IBM, tenha tido uma elevada aceitação na comunidade de desenvolvedores para internet. Sistemas como Facebook Messenger, Amazon Web Services, Microsoft Azure e Node-Red o incluem em seus serviços. O MQTT encontra-se disponível por meio de fornecimento via plataformas pagas ou gratuitas, de natureza open-source. Na ocasião do desenvolvimento desta pesquisa foi utilizado o servidor RabbitMQ, um servidor gratuito, disponível para diversas plataformas e sistemas operacionais, conforme citado no site do fornecedor do serviço.

V) Redes GSM

Uma das principais características das redes GSM é o uso de SIM-cards

(Subscriber Identity Module), ou Cartão com Módulo de Identidade para Assinante (SAUTER,2017). O SIM é um cartão inteligente, destacável, que contém as informações de assinatura do usuário e de seu catálogo telefônico.

Do ponto de vista de segurança da informação, as redes GSM foram concebidas para ser um sistema de comunicação seguro. Nelas se incluem uma autenticação de usuário usando uma chave pré-compartilhada e uma contra-resposta. E talvez como característica mais importante, estão incluídos recursos de criptografia, um fator que eleva o grau de segurança desta rede. Porém é preciso destacar que não se pode garantir 100% de privacidade na rede GSM, a qual pode ser vulnerável a diferentes tipos de ataques cibernéticos, principalmente se estes se concentrarem num ponto específico ao longo das diferentes camadas de hardware e software envolvidas nesta rede. Não obstante, GSM pode ser considerado como um meio de comunicação com média-alta confiabilidade em termos de privacidade para sistemas de monitoramento; afinal SIM-card poderia a princípio ser hackeado ou pela quebra de sigilo na operadora ou quando o mesmo fica exposto à utilização aberta para diversos assinantes (uma situação que dificilmente ocorrerá num sistema de monitoramento).

Quanto a questões de confiabilidade na transmissão dos dados, pode-se considerá-las como de elevada qualidade. Porém o mesmo não se pode afirmar quanto a questões de disponibilidade. Esta particular dimensão da segurança da informação está diretamente relacionado à política de garantia de qualidade na prestação de serviços por parte da operadora. E isto irá impactar diretamente na latência da rede, ou de alterações da banda de transmissão contratada.

4 | IMPLEMENTAÇÃO

Por questões de disponibilidade logística, o sistema foi instalado numa base militar, sediada no Quartel do 20º Batalhão de Infantaria do Exército Brasileiro, localizado nas coordenadas: Latitude (-25°24'1.80"S) e Longitude (-49°14'56.40"O), operante no período de Agosto/2017 até Julho/2018.

O monitoramento operou de forma ininterrupta. Sua configuração final consistiu na topologia geral ilustrada pelo diagrama na Figura 5.

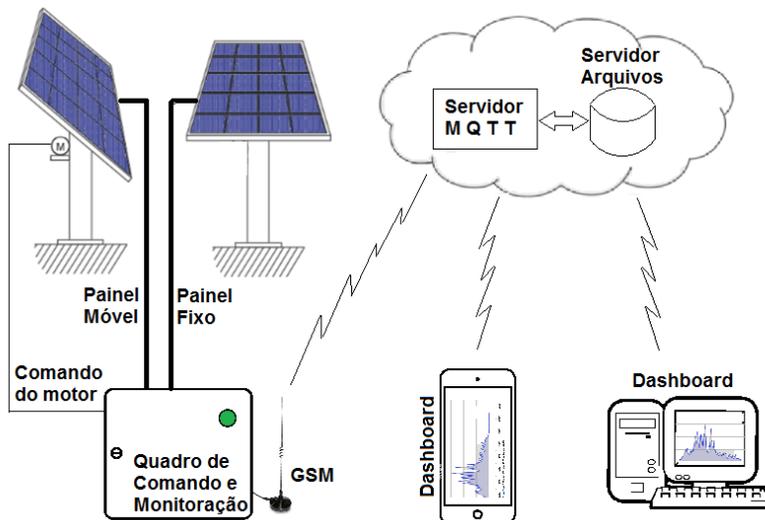


Figura 5: Diagrama esquemático do sistema

Fonte: Autoria própria.

O diagrama de aquisição utilizou um conversor analógico-digital de 4 canais, com faixa de [0 a 5V] , resolução de 10 bits, e taxa de amostragem de 2kHz, para leitura dos sinais da tensão V_{oc} e corrente I_{cc} .

Para medir tensão se utilizou um divisor resistivo, previamente calibrado em instrumento de bancada laboratorial com 6,5 dígitos de precisão. Enquanto para a corrente realizou-se a aquisição através sensor de efeito Hall.

5 | RESULTADOS OBTIDOS

A massa de dados adquirida, com 300 amostras diárias, foi suficiente para estimar, de forma inédita e com boa precisão, qual o ganho ao se utilizar um sistema de rastreamento solar de um eixo de rotação, para painéis fotovoltaicos na micro-região de Curitiba. Foi realizada uma primeira análise estatística (DA SILVA,2017), onde os resultados obtidos permitiram inferir um ganho médio anual de 23,0% no desempenho de sistemas de geração fotovoltaico, dotado de um seguidor-horário, de eixo polar, para a cidade de Curitiba e região microclimática periférica. Na Figura 6 é possível visualizar, a título de exemplo, a curva de potência, para os dois painéis, obtida no dia 14 de Agosto de 2017.

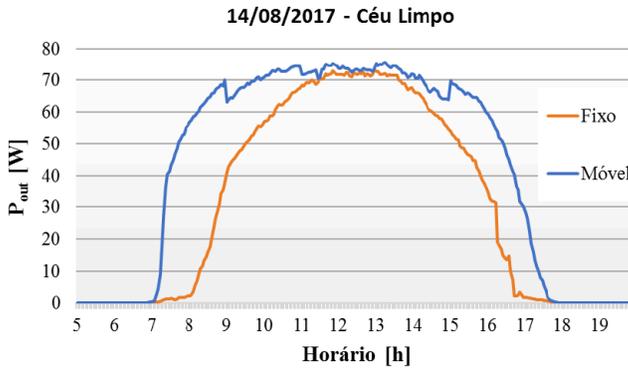


Figura 6: Potência gerada pelo painel fixo e móvel

Fonte: (DA SILVA,2017).

Na literatura é possível encontrar diversas pesquisas investigativas quanto ao ganho de desempenho de geração fotovoltaica, a partir do uso de sistemas moveis de um eixo. Entretanto, poucas se estendem por longos períodos de análise. Assim neste particular, em (FARANDA,2011) foi realizado um ensaio de 12 meses na cidade de Toscana (Itália), onde se relatou um acréscimo de 17,0% na geração de energia. Em (HUANG,2013), numa pesquisa de 24 meses realizada em Taipei (Taiwan) os autores chegaram ao valor de 24,2% de ganho. E, em (MORADI,2016), num trabalho elaborado em Boca Raton (EUA), pelo período de 12 meses os autores relataram um acréscimo de 15,0% na energia gerada.

6 I CONCLUSÃO E DISCUSSÕES FINAIS

O sistema de monitoramento através do uso de computação em névoa integrado à rede GSM sob análise mostrou-se robusto, seguro e confiável. Não obstante as distintas regiões do globo ou os diferenciados períodos de análise, verificou-se que os dados de ganho energético, oriundo do uso de seguidor solar mono-axial em painel fotovoltaico, estimado para a cidade de Curitiba como 23,0% ficou bastante próximo do mesmo resultado obtido por Huang et al. (HUANG,2013) em Taipei (Taiwan). O fato de que as duas cidades encontram-se em latitude 25° corrobora para o conceito da influência das latitudes na eficiência deste tipo de estratégia para geração solar fotovoltaica.

A conclusão exitosa do experimento dá aos autores a segurança para afirmar que foi dado um importante salto na direção do desenvolvimento de um amplo monitoramento da microgeração fotovoltaica, por exemplo como o que se está atualmente em desenvolvimento num outro projeto envolvendo o monitoramento

de seis plantas fotovoltaicas no Estado do Paraná (HILGERT,2019). Com o uso de novas CPUs para computação em névoa, associado à comunicação GSM é possível coletar dados de microgeração diretamente dos inversores, sem perda de pacotes de informação. É desta massa de dados que prossumidores e concessionárias de energia poderão, então, aplicar algoritmos adequados a uma estimação confiável de estados da microgeração fotovoltaica.

Neste sentido, ainda há desafios a serem vencidos, principalmente no que tange à falta de um padrão nos protocolos de comunicação empregado pelos diferentes fabricantes de inversores; uma motivação aos autores, para que pesquisas nesta área sejam levadas adiante.

Por fim um último aspecto relevante a ser ponderado diz respeito às políticas de liberação de banda de comunicação por parte das empresas operadoras GSM. Não cabendo ser aqui mencionado que empresa de telecomunicações foi contratada, é entretanto pertinente salientar que ao longo da pesquisa foram igualmente monitoradas as taxas de transmissão e recepção disponibilizada pela operadora. A título de exemplo Figura 7 a seguir ilustra os valores medidos ao longo do dia 10 de abril de 2018.



Figura 7: Taxas de transmissão e recepção de dados ao longo de um dia

Fonte: Autoria própria.

Independente dos motivos que levaram a operadora GSM a adotar tal estratégia, fica evidente que a banda contratada não se mantém constante ao longo do dia, como seria de se esperar. Ao invés disto, o valor efetivo da banda comporta-se em picos no valor contratado, alcançados apenas em poucos momentos ao longo do dia, e tendo seu valor instantâneo variando continuamente, num formato dente-de-serra, cujo valor de base aproxima-se da ausência de comunicação. No que dependesse exclusivamente da comunicação GSM para coleta on-line de dados, este comportamento inviabilizaria seu uso. Assim, pode-se afirmar categoricamente

que a adoção de um mecanismo de prevenção à baixa latência da rede, como é o caso do protocolo MQTT, aliado ao conceito de computação em névoa, tornam-se indispensável para garantia da eficácia do sistema de monitoramento de dados, por longos períodos de tempo.

REFERÊNCIAS

BISQUERT, Juan, **The Physics of Solar Cells – Perovskites, Organics, and Photovoltaic Fundamentals**. CRC Press Taylor & Francis Group. EUA, 2018.

BONGIOLLO, Guilherme G. et MIRANDA, Tiago A., **Análise de Norma para Smart-Grid**. Universidade Tecnológica Federal do Paraná – DAELT. Curitiba, Brasil, 2013.

CONIBEER, Gavin et WILLOUGHBY, Arthur, **Solar Cell Materials Developing Technologies**. John Willey & Sons, Inglaterra, 2014.

DA SILVA, Sidnei A, AYABE, Murilo S. et LOVATO, Tuane G., **Análise de Desempenho de um Gerador Fotovoltaico Dotado de um Seguidor Solar de Eixo Polar**. Universidade Tecnológica Federal do Paraná – DAELT. Curitiba, Brasil, 2017.

FARANDA, R. et al. **Analysis of a PV system with single-axis tracking energy production and performances**. 3rd International Conference on Clean Electrical Power: Renewable Energy Resources Impact, ICCEP 2011, v. 2, p. 130-136, 2011. ISSN 9781424489282.

HANES, David et alli, **IoT Fundamentals – Networking Technologies, Protocols, and Use Cases for the Internet of Things**. Cisco Systems Inc. EUA, 2017.

HILGERT, D.P. et alli, **Análise dos Parâmetros de Desempenho de SFVCR instalados no estado do Paraná**. Smart Energy CI&Expo 2019, <http://dx.doi.org/10.1590/1678-4324-0000000000> ISSN 1678-4324 Online Edition, Curitiba, 2019.

HILLAR, Gastón C., **MQTT Essentials – A Lightweight IoT Protocol**. Packt Publishing. Inglaterra, 2017.

HUANG, B.-J. et al. **Improving solar PV system efficiency using one-axis 3-position sun tracking**. Energy Procedia, v. 33, p. 280-287, 2013. ISSN 18766102.

MONK, Simon, **Raspberry Pi Cookbook**. Editora O’Reilly Media, Inc. EUA, 2014.

MORADI, H.; ABTAHI, A.; MESSENGER, R. **Annual Performance Comparison Between Tracking and Fixed Photovoltaic Arrays**. IEEE 43rd Photovoltaic Specialists Conference (PVSC), 2016. 3179-3183.

ONS, site do **Operador Nacional do Sistema Elétrico**: ons.org.br, acessado em 10/08/2018.

PETRUZZIELLO, M; PINHEIRO, F. S; ZADURSKI, A. R. **Projeto e Construção de Cinematismo Automatizado para Comparação Energética entre Painel Solar Móvel e Fixo**. Universidade Tecnológica Federal do Paraná – DAELT. Curitiba, Brasil, 2013.

PRIEB, Wilhem Massen César, **Desenvolvimento de um Sistema de ensaio de módulos Fotovoltaicos**, Dissertação de Mestrado da Faculdade de Engenharia Mecânica da UFRS, Porto Alegre – Rio Grande do Sul, Brasil 2002.

RUFINO, R. D., **Resolução Normativa N° 687**, Agencia Nacional de Energia Elétrica - ANEEL, Brasil, 2015.

SAUTER, Martin, **From GSM to LTE-ADVANCED PRO and 5G – An Introduction to Mobile Networks and Mobile Broadband**. John Wiley & Sons, EUA, 2017.

THOMAS, Mini S. et MCDONALD, John D., **Power System SCADA and Smart Grids**. CRC Press Taylor & Francis Group. EUA, 2015.

WANG, Guangyu, **Technology, Manufacturing and Grid Connection of Photovoltaic Solar Cells**. John Willey & Sons, EUA, 2018.

WÜRFEL, Peter et WÜRFEL, Uli, **Physics of Solar Cells – From Basic Principles to Advanced Concepts**. Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. Alemanha, 2016.

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

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