

A close-up photograph of a hand holding a grey probe, testing a component on a printed circuit board (PCB). The background is blurred, showing other components and lights on the board. The image is overlaid with a diagonal brown textured band.

Lilian Coelho de Freitas
(Organizadora)

**Engenharia Elétrica
e de Computação:
Atividades Relacionadas com
o Setor Científico e Tecnológico**
4

A black and white photograph showing a hand holding a probe, testing a component on a printed circuit board (PCB). The background is blurred, showing other components and lights. The image is split diagonally by a textured, dark grey band.

Lilian Coelho de Freitas
(Organizadora)

**Engenharia Elétrica
e de Computação:
Atividades Relacionadas com
o Setor Científico e Tecnológico**
4

Editora Chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Assistentes Editoriais

Natalia Oliveira

Bruno Oliveira

Flávia Roberta Barão

Bibliotecário

Maurício Amormino Júnior

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 4 / 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 978-65-5706-459-7

DOI 10.22533/at.ed.597200610

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

DESEMPENHO DE ISOLADORES SOB CHUVAS INTENSAS

Darcy Ramalho de Mello

DOI 10.22533/at.ed.5972006101

CAPÍTULO 2..... 15

TRAVESSIA DO RIO AMAZONAS E SUPERAÇÃO DA FLORESTA AMAZÔNICA: PROJETO ESTRUTURAL E DESAFIOS CONSTRUTIVOS

Juliana Nobre de Mello Motta

Roberto Luís Santos Nogueira

Luiz Carlos Mendes

Mariana Souza Rechtman

Renata Cristina Jacob de Jesus

DOI 10.22533/at.ed.5972006102

CAPÍTULO 3..... 27

PIRTUC: 15 ANOS DEPOIS - AVALIAÇÃO DAS AÇÕES DE INSERÇÃO REGIONAL DA UHE TUCURUÍ

Sílvia Maria Frattini Gonçalves Ramos

Rosana dos Santos Brandão

DOI 10.22533/at.ed.5972006103

CAPÍTULO 4..... 41

PLANO DE CORTE MANUAL DE CARGA

Anderson Siqueira Nogueira

Rodrigo Damasceno Souza

Marcelo de Calazans Barcelos

Suellen Karine Braga Vieira

Walmir de Oliveira Campos

DOI 10.22533/at.ed.5972006104

CAPÍTULO 5..... 53

PROCEL RELUZ – ILUMINAÇÃO PÚBLICA E SINALIZAÇÃO SEMAFÓRICA EFICIENTES

Adjeferson Custódio Gomes

Adi Neves Rocha

Fabiano Rodrigues Soriano

Luís Ricardo Cândido Cortes

Taís Mirele Fernandes da Silva

Thiago Luís Campos Rodrigues

DOI 10.22533/at.ed.5972006105

CAPÍTULO 6..... 66

PRODUÇÃO EFICIENTE DE ENERGIA ELÉTRICA UTILIZANDO PAINÉIS FOTOVOLTAICOS COM CUSTO OPERACIONAL REDUZIDO

Igor Ferreira do Prado

Taís Mirele Fernandes da Silva
Marcelo Bento Pisani
Rodrigo Dórea da Silva
DOI 10.22533/at.ed.5972006106

CAPÍTULO 7..... 77

PROGRAMA BRASILEIRO DE ETIQUETAGEM: BREVE PANORAMA

Adjeferson Custódio Gomes
Fabiano Rodrigues Soriano
Fábio Alexandre Martins Monteiro
Luís Ricardo Cândido Cortes
Victor Santos Matos
Vinícius de Souza Andrade Wanderley

DOI 10.22533/at.ed.5972006107

CAPÍTULO 8..... 88

REPRESENTAÇÃO DE MODELOS RACIONAIS NO PROGRAMA ATP

Sergio Luis Varricchio

DOI 10.22533/at.ed.5972006108

CAPÍTULO 9..... 100

**UMA PROPOSTA PARA A IDENTIFICAÇÃO DA ORIGEM DOS FENÔMENOS
VTCDS EM INSTALAÇÕES CONSUMIDORAS SUPRIDAS POR
TRANSFORMADORES DELTA-ESTRELA ATERRADA**

Adrian Ribeiro Ferreira
José Carlos de Oliveira
Paulo Henrique Oliveira Rezende

DOI 10.22533/at.ed.5972006109

CAPÍTULO 10..... 113

**ANÁLISE DO POTENCIAL DE GERAÇÃO FOTOVOLTAICA NO ESTADO DA
BAHIA**

Adjeferson Custódio Gomes
Fabiano Rodrigues Soriano
Giovanna Buscatti Gonçalves
Luís Ricardo Cândido Cortes
Victor Santos Matos
Vinícius de Souza Andrade Wanderley

DOI 10.22533/at.ed.59720061010

CAPÍTULO 11..... 129

**ANÁLISE DA INTEGRAÇÃO HIDRO-SOLAR AUXILIADO POR UM SISTEMA DE
ARMAZENAMENTO DE ENERGIA NA FORMA DE HIDROGÊNIO JUNTO À USINA
HIDROELÉTRICA DE MANSO**

Juarez Corrêa Furtado Júnior
Ennio Peres da Silva
Vitor Feitosa Riedel
Demóstenes Barbosa da Silva

Diogo Oliveira Barbosa da Silva
Ana Beatriz Barros Souza
Hélio Nunes de Souza Filho

DOI 10.22533/at.ed.59720061011

CAPÍTULO 12..... 146

ANÁLISE DE METODOLOGIAS PARA DETECÇÃO DE PERDA DE EXCITAÇÃO EM GERADORES SÍNCRONOS

Mateus Camargo Franco
Eduardo Machado dos Santos
Alex Itczak
Arian Rodrigues Fagundes
Artur Henrique Rodrigues

DOI 10.22533/at.ed.59720061012

CAPÍTULO 13..... 160

DESENVOLVIMENTO DE FUNCIONALIDADES COMPUTACIONAIS PARA ATENDIMENTO DOS NOVOS PROCEDIMENTOS DE REDE PARA ESTUDOS DE DESEMPENHO HARMÔNICO

Cristiano de Oliveira Costa
Sergio Luis Varricchio
Franklin Clement Véliz
Fabiano Andrade Oliveira

DOI 10.22533/at.ed.59720061013

CAPÍTULO 14..... 174

EXTRAÇÃO DE PARÂMETROS DE MÁQUINAS SÍNCRONAS POR MEIO DE SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL DE ENSAIO DE CURTO-CIRCUITO

Guilherme Gomes dos Santos
Paulo Sérgio Zanin Júnior

DOI 10.22533/at.ed.59720061014

CAPÍTULO 15..... 188

APRENDIZADO AUTODIDATA DA LÍNGUA INGLESA

Lucas Eid Ramire Gonçalves
Luiz Eduardo Vieira Montanha
Marco Antonio Nagao

DOI 10.22533/at.ed.59720061015

CAPÍTULO 16..... 193

MODELAGEM DE PROCESSOS: UMA PROPOSTA DE MELHORIA PARA A ATUAÇÃO DAS EQUIPES DE SAÚDE DA ATENÇÃO BÁSICA

Ana Carla do Nascimento Santos
Jislane Silva Santos de Menezes
Almerindo Nascimento Rehem Neto
Adriana de Melo Fontes
Gilson Pereira dos Santos Júnior
Jean Louis Silva Santos

Cristiane Oliveira de Santana

DOI 10.22533/at.ed.59720061016

SOBRE A ORGANIZADORA.....	206
ÍNDICE REMISSIVO.....	207

UMA PROPOSTA PARA A IDENTIFICAÇÃO DA ORIGEM DOS FENÔMENOS VTCDS EM INSTALAÇÕES CONSUMIDORAS SUPRIDAS POR TRANSFORMADORES DELTA-ESTRELA ATERRADA

Data de aceite: 01/10/2020

Data de submissão: 04/08/2020

Adrian Ribeiro Ferreira

Universidade Federal de Uberlândia
Uberlândia – MG
<http://lattes.cnpq.br/2473367188801567>

José Carlos de Oliveira

Universidade Federal de Uberlândia
Uberlândia – MG
<http://lattes.cnpq.br/5220457650011257>

Paulo Henrique Oliveira Rezende

Universidade Federal de Uberlândia
Uberlândia – MG
<http://lattes.cnpq.br/2338311941319569>

RESUMO: As Variações de Tensão de Curta Duração (VTCDS) são fenômenos responsáveis por alterações do valor eficaz das tensões de suprimento por tempos inferiores a 3 minutos. Muito embora sua pequena duração, as mesmas exercem grande influência no funcionamento das cargas e podem, em casos extremos, provocar a interrupção de processos produtivos. Diante desse fato, este indicador de desempenho, assim como os demais fenômenos próprios à qualidade da energia, encontram regulamentados através de padrões estabelecidos a nível nacional e internacional. Tais diretrizes fornecem definições, limites e outras informações para a manutenção dos fornecimentos de energia de forma a garantir o funcionamento adequado do sistema e cargas supridas. Não obstante o reconhecimento da

abrangência desses documentos normativos, no que tange ao fenômeno aqui considerado, à nível de distribuição, este somente foi considerado na última revisão do PRODIST-ANEEL. Muito embora se reconheça que a matéria ainda esteja sendo tratada de forma incipiente, o estabelecimento de quantificadores máximos permitidos para estas ocorrências se mostra de grande interesse. Inserido nesse contexto fica ainda o desafio imposto pela responsabilidade das VTCDS. De fato, visando consubstanciar as análises dos processos envolvendo reclamações por consumidores e eventuais medidas corretivas, surge a questão da necessidade de mecanismos para uma clara atribuição se o fenômeno teria sido provocado pela supridor ou o consumidor. É neste cenário que se encontra o ponto focal do presente trabalho, o qual estabelece os fundamentos para uma proposta de identificação da origem do fenômeno, e ainda, realiza um conjunto de avaliações computacionais sobre a eficácia do processo.

PALAVRAS - CHAVE: Legislação, Qualidade da energia, Responsabilidade de Eventos, Origem das VTCDS, VTCD.

A PROPOSAL TO IDENTIFY VOLTAGE SAGS PHENOMENA RESPONSIBILITY IN CONSUMER PLANTS SUPPLIED BY GROUNDED DELTA-STAR TRANSFORMERS

ABSTRACT: Voltage Sags are phenomena responsible for changes in the effective value of supply voltages for less than 3 minutes. Although their short duration, they exert great influence on the operation of loads and can even interrupt

production processes. In this regard, the regulations applicable to the establishment of quality standards, at national and international level, present guidelines and limits for several other indicators, however, regarding the phenomenon considered here, at distribution level, these were recently contemplated by PRODIST-ANEEL. Although still in its incipient stage the phenomenon herein focused shows a promising application to improve power quality standards. However, in addition to the quantitative guidelines, the issue of identifying the responsibility of the Voltage Sags, aiming, above all, to substantiate the analysis of processes involving consumer complaints are essentials. In fact, in order to establish means to improve the supply standards throughout corrective measures, raises the need for mechanisms for a clear attribution whether the phenomenon is produced by the utility or the consumer itself. This point is presented as the core of the present work which is aimed at presenting fundamentals and the computational results of the proposed strategy to highlight the approach efficacy at identifying the Voltage Sags origin.

KEYWORDS: Standards, Power Quality, Phenomena Responsibility, Voltage Sags Origin, Voltage Sags.

1 | INTRODUÇÃO

Os estudos envolvendo a área da Qualidade de Energia Elétrica se apresentam com o objetivo de analisar os fenômenos próprios à degradação dos suprimentos elétricos, visando, sobretudo, compatibilizá-los aos padrões mínimos estabelecidos pelas recomendações em vigor. Dentre os vários fatores impactantes e atinentes à matéria, um dos mais comuns refere-se às Variações de Tensão de Curta Duração (VTCDs). As manifestações destes fenômenos se fazem presentes na forma de elevações, afundamentos e interrupções das tensões de suprimento, em que pese, para a maioria das ocorrências, a questão dos afundamentos.

De um modo geral, estas anomalias ocorrem na forma de desvios significativos na amplitude do valor eficaz da tensão durante um intervalo de tempo inferior a três minutos, e, muito embora suas ocorrências se façam presentes em pequenos intervalos de tempo, as consequências podem ser drásticas.

A Tabela I sintetiza a classificação dos distúrbios em pauta, em consonância com a ANEEL-PRODIST (ANEEL, 2018). As três primeiras linhas correspondem a Variação Momentânea de Tensão, enquanto as demais, correspondem a Variação Temporária de Tensão.

Denominação	Duração da Variação	Amplitude da tensão (valor eficaz) em relação à tensão de referência
Interrupção Momentânea de Tensão - IMT	Inferior ou igual a 3 (três) segundos	Inferior a 0,1 pu
Afundamento Momentâneo de Tensão – AMT	Igual ou superior a um ciclo e inferior ou igual a 3 (três) segundos	Igual ou superior a 0,1 e inferior a 0,9 pu
Elevação Momentânea de Tensão - EMT	Igual ou superior a um ciclo e inferior ou igual a 3 (três) segundos	Superior a 1,1 pu
Interrupção Temporária de Tensão - ITT	Superior a 3 (três) segundos e inferior ou igual a 1 (um) minuto	Inferior a 0,1 pu
Afundamento Temporário de Tensão – ATT	Superior a 3 (três) segundos e inferior ou igual a 1 (um) minuto	Igual ou superior a 0,1 e inferior a 0,9 pu
Elevação Temporária de Tensão - ETT	Superior a 3 (três) segundos e inferior ou igual a 1 (um) minuto	Superior a 1,1 pu

Tabela I : Caracterização das VTCDs

Como mencionado, quando da ocorrência destes desvios das tensões dos suprimentos, o efeito se apresenta com expressivos impactos sobre as unidades consumidoras residenciais, comerciais e industriais. Isto é de grande relevância para todos os consumidores, pois, os prejuízos operacionais e financeiros atrelados com instalações industriais e outras se apresentam em proporções bastante elevadas. A título de ilustração, as tabelas II e III ilustram custos típicos relacionados com a manifestação de VTCDs em diferentes tipos de indústrias, quando da parada de processos devido as VTCDs (F. SALIM, K. M. NOR, D. M. SAID, 2014).

Indústria	Perdas Típicas por Evento (€)
Mercado Financeiro	6.000.000 (por hora)
Telecomunicações	30.000 (por minuto)
Produção de Semicondutores	3.800.000
Centro de Informática	750.000
Aço	350.000
Vidro	250.000

Tabela II : Perdas por VTCDs (União Europeia)

Indústria	Perdas Típicas por Evento (US\$)
Produção de Semicondutores	2.500.000
Processamento de cartão de crédito	250.000
Fabricação de Equipamentos	100.000
Automobilística	75.000
Fabricação de Papel	30.000
Indústria Química (plástico, vidro, etc)	5.000

Tabela III : Perdas por VTCDs (Estados Unidos)

Uma vez reconhecida a relevância do fenômeno ora considerado, a ANEEL, através do conhecido Procedimento da Distribuição – PRODIST, apontou, em sua última revisão, para a questão da quantificação das VTCDs. O objetivo desta medida visou, sobretudo, o estabelecimento de limites para tais fenômenos. Muito embora os desafios deste propósito, a estratégia indicada pela referida agência aponta para a quantificação do fenômeno na forma de um indicador denominado por Fator de Impacto (FI). Esta grandeza se destina, como referido, a traduzir as ocorrências em termos de um número que venha a representar os quantitativos em termos de níveis, durações e relevâncias das variações de tensão registradas. Caso as monitorações conduzam a um valor superior ao limite estabelecido, é natural constatar que medidas deverão ser, num futuro, tomadas para ressarcimentos financeiros decorrentes de eventuais prejuízos causados pelo distúrbio ora tratado. Adicionalmente, há ainda a se considerar que eventuais medidas corretivas devam ser conduzidas visando a compatibilização aos padrões estabelecidos e, para tanto, investimentos financeiros se farão necessários.

Dentro da temática ora posta, a exemplo de qualquer outro indicador de qualidade da energia, surge uma questão de grande importância, a qual se encontra diretamente afeita à identificação da responsabilidade dos efeitos manifestados na forma das VTCDs. Isto se apresenta revestido de grande importância pois, naturalmente, a ocorrência de um distúrbio associado com as variações de tensão pode ser advinda da rede de suprimento ou da própria unidade consumidora.

Nos últimos anos pode-se identificar alguns estudos voltados para o estabelecimento de mecanismos para atender aos requisitos acima postos. Um deles baseia-se na tensão residual presente no barramento e também na duração do evento (NOCE e colab., 2018). Outro procedimento, vale-se do comportamento da potência do sistema, baseado no uso da “Short-Time Fourier Transform” e

variações da mesma (HUSSAIN SHAREEF, AZAH MOHAMED, 2013). No contexto da análise do fluxo de potência complexa, baseando-se num direcionamento do lugar geométrico para a definição da origem de afundamentos de tensão, o trabalho (PASSOS, 2015) explora uma estratégia e mostra resultados promissores aos propósitos estabelecidos. Entretanto, essa linha de trabalhos não evidencia aplicabilidade em campo e o sucesso da proposta em ambientes reais. Outra estratégia se apresenta fundamentada em critérios de análise envolvendo a potência, a corrente e as distorções harmônicas no sistema analisado (AHN e colab., 2008). Por fim, em (W.KANOKBANNAKORN, T.SAENGSUWAN, 2011) é feito um trabalho investigativo baseado na impedância de sequência negativa para se determinar a origem da VTCD. Não obstante tais publicações, o fato é que, na atualidade, não há um processo que se apresente com características próprias à aplicação em campo, que ofereça: segurança, confiabilidade e praticidade aos propósitos almejados.

À luz dos fatos acima ponderados, o presente trabalho encontra-se direcionado a apresentar os fundamentos para o estabelecimento de uma metodologia visando atender aos requisitos postos. Tendo em vista que os trabalhos investigativos ainda se encontram numa etapa inicial, e também, reconhecendo que um número expressivo de consumidores é suprido através de transformadores com conexão delta-estrela aterrada, as bases e estudos conduzidos neste trabalho encontram-se, para o momento, centradas nesta configuração de suprimento.

Em atenção aos propósitos ora apresentados, o trabalho se apresenta constituído por seções constituídas por: uma síntese dos fundamentos aplicáveis à circuitos trifásicos, a proposta da metodologia, a caracterização de um arranjo para os estudos de casos e, por fim, a apresentação e discussão do desempenho da estratégia metodológica feita.

2 | COMPONENTES SIMÉTRICAS

Classicamente, é sabido que um complexo trifásico não equilibrado pode ser decomposto em três sistemas equilibrados. O tratamento matemático para a citada transformação é largamente conhecido e maiores detalhes podem ser encontrados, por exemplo, em (RESENDE, [S.d.]) (STEVENSON, 1986) (SILVA, 2017). Em consonância com os procedimentos estabelecidos, um determinado arranjo desequilibrado pode, então, ser considerado como uma composição de três sistemas trifásicos, como a seguir.

A. Componentes de Sequência Positiva

Essa componente se apresenta na forma de 3 fasores iguais em módulo, defasados de 120° , e tendo a mesma sequência que os fasores da

rede trifásica original.

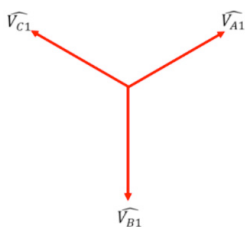


Figura 1: Fasores da sequência positiva

B. Componentes de Sequência Negativa

Essa componente se apresenta constituída por 3 fasores iguais em módulo, defasados de 120°, porém, com sequência das fases opostas a dos fasores originais.

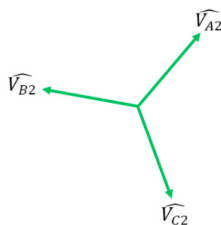


Figura 2: Fasores da sequência negativa

C. Componentes de Sequência Zero

Por fim, o último conjunto de componentes equivale a 3 fasores iguais em módulo, com defasagem de 0° entre si.

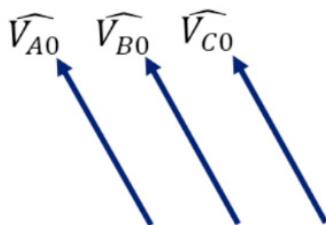


Figura 3: Fasores da sequência zero

Em resumo, a Figura 4 ilustra a forma tradicional através da qual as componentes de fase são adicionadas visando, como indicado, a reconstituição do sistema trifásico original, que se apresenta com um certo grau de desequilíbrio. A figura se apresenta, para maior clareza, constituída por um sistema com elevado nível de desequilíbrio.

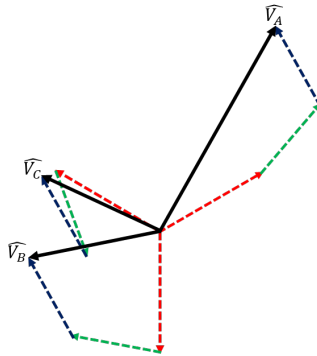


Figura 4: Sistema Trifásico Desequilibrado original e suas componentes de sequência: positiva, negativa e nula

Sob o ponto de vista da modelagem matemática, a correlação entre o sistema trifásico desequilibrado e as componentes de sequência pode ser tratada nos termos indicados a seguir:

$$\begin{bmatrix} \dot{V}_a \\ \dot{V}_b \\ \dot{V}_c \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & a^2 & a \\ 1 & a & a^2 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \dot{V}_{a_0} \\ \dot{V}_{a_1} \\ \dot{V}_{a_2} \end{bmatrix} \quad (1)$$

Caso seja de interesse, é também possível o procedimento inverso, isto é, a partir dos fasores das fases A, B e C, determinar as grandezas de sequência positiva, negativa e zero.

Uma vez conhecidas as componentes de sequência, é possível determinar uma grandeza que caracteriza o nível de desequilíbrio da rede, grandeza essa denominada por Fator de Desequilíbrio de Tensão (ANEEL, 2018) -*FD%*. Essa é obtida através da equação a seguir:

$$FD\% = \frac{V_2}{V_1} \cdot 100 \quad (2)$$

Onde:

- V_1 é a magnitude da componente de sequência positiva;
- V_2 é a magnitude das componentes de sequência negativa.

Uma vez reconhecido que a grande maioria dos fenômenos associados com as VTCDs se apresentam de forma desequilibrada, essa propriedade se apresenta como o fundamento para a metodologia destinada a atribuição da origem dos fenômenos tratados. De fato, tendo em vista que tais manifestações anômalas às redes se apresentam constituídas pelas componentes de sequência positiva, negativa e zero, tais grandezas se apresentam como alvo para o estabelecimento das premissas destinadas a atribuição da origem dos eventos. As bases para tal encontram-se alicerçadas nos cálculos das grandezas representativas das componentes de sequência aqui tratadas e, a partir dos valores obtidos e inspeção do comportamento de transferência do primário para o secundário do transformador, ou via inversa, estabelecer os critérios para identificação em pauta.

Para tanto maior clareza da proposta, ao invés de um tratamento teórico e genérico através de formulações matemáticas, a opção aqui feita foi pela definição de um arranjo típico alimentador suprindo uma carga com características de uma indústria. A partir desse arranjo procede-se a imposição de uma sequência de eventos, atrelados com a ocorrência de curtos-circuitos, fenômenos estes responsáveis por um grande número de VTCDs. Naturalmente, outras situações poderiam ser adotadas para os estudos de desempenho, todavia, para o momento, esta foi a estratégia estabelecida.

3 I CARACTERIZAÇÃO DO SISTEMA TESTE E ESTUDOS DE CASOS

Com o intuito de se observar o comportamento do conteúdo das componentes simétricas durante a ocorrência de uma falta, como mencionado acima, os trabalhos investigativos foram conduzidos através de um arranjo de um sistema elétrico simples, composto por um suprimento advindo da concessionária, de um transformador com a conexão anteriormente estabelecida, cargas estáticas e dinâmicas e, por fim, um transformador interno à instalação do consumidor. O arranjo foi implementado na plataforma MATLAB/Simulink, empregando-se os parâmetros representativos dos componentes, como indicado nas Tabelas IV e V.

A carga motriz equivalente foi adotada como um conjunto de máquinas de indução totalizando 9 MVA.

Fonte:	Tensão: 138 kV; Nível de Curto: 500 MVA; X/R: 8;
Transformador 1:	Relação de Transformação: 138kV/13,8kV; - Potência: 20 MVA; - X%: 7%; - R%: 1%;
Transformador 2:	Relação de Transformação: 13,8kV/0,4kV; Potência: 10 MVA; X%: 6%; R%: 1%;

Tabela IV: Características do Sistema Estudado (Parte 1)

Cargas 1:	Potência: 4 MVA; Fator de Potência: 0,9 ind; Tipo de Ligação: Delta;
Cargas 2:	Potência: 4 MVA; Fator de Potência: 0,9 ind; Tipo de Ligação: Estrela aterrado;
Cargas 3:	Potência: 3 MVA; Fator de Potência: 0,9 ind; Tipo de Ligação: Delta;

Tabela V: Características do Sistema Estudado (Parte 2)

O sistema implementado é ilustrado na Figura 5, a qual é indicativa do modelo implementado no simulador empregado.

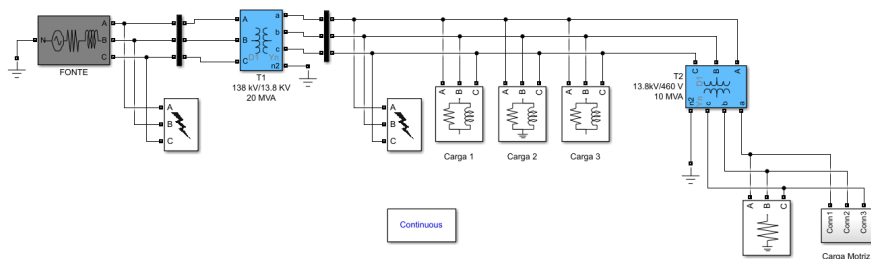


Figura 5 : Sistema Elétrico Estudado

Quanto aos estudos de casos, foram impostas faltas com duração de 50 ms, tanto no lado primário como também do lado secundário do transformador de conexão entre a concessionária e o consumidor em foco, como esclarecido a seguir:

- Faltas no primário do transformador T1 - conexão delta;

- Faltas no secundário do transformador T1 - conexão estrela aterrada.

Visando obter informações sobre o grau de influência dos níveis de desequilíbrios manifestados nas tensões, as faltas acima referidas foram ainda subdivididas em 4 tipos: fase-terra, fase-fase-terra, fase-fase e trifásica. Para cada uma delas foram ainda definidos distintos valores para as impedâncias de falta.

A seguir é feita uma síntese das situações consideradas no trabalho:

- **Caso 1 – Curto Fase-Terra (F-T)** - Resistências de 10 Ω , 5 Ω e 0 Ω ;
- **Caso 2 – Curto Fase-Fase-Terra (FF-T)** - Resistências de 10 Ω , 5 Ω e 0 Ω ;
- **Caso 3 - Curto Fase-Fase (F-F)** – Resistências nula;
- **Caso 4 – Curto Trifásico-Terra (FFF-T)** – Resistências de 10 Ω , 5 Ω e 0 Ω .

4 | RESULTADOS

As Tabelas VI e VII elucidam os resultados encontrados para as simulações realizadas, as respostas exibidas estão relacionadas à tão apenas a fase A. As demais fases indicaram resultados similares. Os valores representados estão em p.u, e, os valores para as tensões de referência, para a condição pré-falta, do primário e secundário do transformador são, respectivamente, 70939 V e 6134 V.

Tipo de Falta	Resistência	Grandezas Observadas	Falta no Primário		Falta no Secundário	
			Primário	Secundário	Primário	Secundário
Fase A-T	10 Ω	V1	0,716	0,715	0,998	0,993
		V2	0,299	0,301	0,008	0,03
		V0	0,335	0	0	0,026
		V2/V1	0,418	0,421	0,008	0,03
	5 Ω	V1	0,692	0,692	0,994	0,982
		V2	0,312	0,313	0,017	0,059
		V0	0,35	0	0	0,051
		V2/V1	0,451	0,453	0,017	0,06
	0 Ω	V1	0,68	0,68	0,902	0,655
		V2	0,321	0,321	0,099	0,345
		V0	0,36	0	0	0,31
		V2/V1	0,471	0,472	0,109	0,527

Fases AB-T	10 Ω	V1	0,444	0,444	0,995	0,985
		V2	0,319	0,32	0,008	0,028
		V0	0,324	0	0	0,026
		V2/V1	0,719	0,722	0,008	0,028
	5 Ω	V1	0,381	0,38	0,989	0,966
		V2	0,335	0,337	0,016	0,057
		V0	0,338	0	0	0,052
		V2/V1	0,881	0,887	0,016	0,059
	0 Ω	V1	0,346	0,347	0,807	0,323
		V2	0,346	0,347	0,092	0,323
		V0	0,346	0	0	0,323
		V2/V1	1	0,999	0,114	1
Fases A-B	0,001 Ω	V1	0,501	0,502	0,859	0,503
		V2	0,501	0,502	0,143	0,502
		V0	0	0	0	0
		V2/V1	1	1,001	0,167	1

Tabela VI : Resultados para as componentes simétricas – Falta fase-terra, fase-fase-terra e fase-fase – com distintas impedâncias de faltas

Tipo de Falta	Resistência	Grandezas Observadas	Falta no Primário		Falta no Secundário	
			Primário	Secundário	Primário	Secundário
Fases ABC-T	10 Ω	V1	0,271	0,271	0,993	0,979
		V2	0,001	0,002	0,001	0,002
		V0	0	0	0	0
		V2/V1	0,004	0,006	0,001	0,002
	5 Ω	V1	0,143	0,143	0,983	0,953
		V2	0,002	0,004	0	0,001
		V0	0	0	0	0
		V2/V1	0,011	0,026	0	0,002
	0 Ω	V1	0	0	0,715	0
		V2	0	0,001	0	0
		V0	0	0	0	0
		V2/V1	2,711	6,016	0	5,301

Tabela VII : Resultados para as componentes simétricas – Falta trifásicas – com distintas impedâncias de faltas

De um modo geral as grandezas obtidas através da aplicação dos princípios da decomposição em componentes simétricas e respectivos valores para os fatores de desequilíbrio apontam para as seguintes constatações:

- As situações envolvendo os curtos circuitos desequilibrados do lado primário do transformador T1 evidenciam que os níveis das grandezas indicativas dos desequilíbrios das tensões durante a ocorrência da falta (e do VTCD) se apresentaram muito próximos àqueles obtidos para os desequilíbrios do lado secundário do mesmo transformador;
- Caso as faltas desequilibradas ocorram do lado secundário, durante a manifestação do VTCD, os níveis de desequilíbrios entre os dois lados do transformador T1 se mostram bastante distintos;
- As distinções entre as propagações dos níveis de desequilíbrios de tensão de um para outro lado do transformador evidenciam, pois, um caminho para o estabelecimento da estratégia para o processo da identificação da responsabilidade do fenômeno para transformadores com a conexão aqui estabelecida e fenômenos desequilibrados;
- As observações acima apresentadas se mostram verdadeiras, como já dito, para faltas fase-terra e também fase-fase;
- Para as faltas equilibradas, como seria esperado, não foi possível observar as propriedades acima, indicando, pois, que, caso o fenômeno VTCD seja de natureza trifásica e equilibrada, o processo de identificação e comparação das componentes de sequência negativa não são aplicáveis para a identificação da responsabilidade aqui contemplada.

5 | CONCLUSÕES

Como explicitado ao longo do artigo, seu objetivo central, que se revestiu da busca de uma metodologia para a identificação da origem dos fenômenos VTCDs, apresentou indicativos bastante promissores para uma resposta à questão da atribuição da responsabilidade dos eventos ora considerados.

De fato, muito embora os estudos tenham se restringido a instalações que utilizam um suprimento elétrico através de transformadores abaixadores com conexão delta-estrela aterrada, a metodologia baseada na correlação entre os níveis de desequilíbrios presentes no lado primário e secundário destes, indicaram comportamentos que podem nortear estratégias de análise consistentes. Quando a monitoração feita para as tensões dos lados primários e secundários indicarem, para condições de afundamentos ou elevações de tensão desequilibradas, o mesmo nível para o fator de desequilíbrio entre o primário e o secundário, fica aqui o reconhecimento que o fenômeno é advindo da rede de suprimento. Por outro lado, caso há valores distintos para o respectivo indicador de desequilíbrio entre o primário e o secundário, para as mesmas condições assimétricas para as variações das tensões, os estudos mostraram, com clareza, que a responsabilidade dos

eventos está atrelada com a unidade consumidora.

Fica, todavia, a ressalva que os resultados encorajadores se apresentam, como já referidos, limitados aos transformadores com a conexão esclarecida (os quais representam a grande maioria das instalações reais), e ainda, a fenômenos relacionados com variações de tensão de modo desequilibrado.

O reconhecimento acima feito não implica, todavia, que avanços atrelados com os mesmos princípios postos não possam ser aplicados para diferentes situações. De fato, outros fatores de influência, a exemplo dos indicativos associados com os níveis dos Fatores de Sequência Zero, dentre outras características, podem, efetivamente, abrir horizontes para a solução dos desafios aqui apresentados.

REFERÊNCIAS

AHN, Seon-Ju e colab. **A New Approach to Determine the Direction and Cause of Voltage Sag**. Journal of Electrical Engineering and Technology, p. 8, 2008.

ANEEL. **Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional (PRODIST), Módulo 8 - Qualidade da Energia Elétrica**. . [S.l: s.n.], 2018.

F. SALIM, K. M. NOR, D. M. SAID, A. A. A. Rahman. **Voltage Sags Cost Estimation for Malaysian Industries**. IEEE International Conference Power & Energy (PECON), p. 6, 2014.

HUSSAIN SHAREEF, AZAH MOHAMED, Ahmad Asrul Ibrahim. **Identification of voltage sag source location using S and TT transformed disturbance power**. Central South University Press and Springer-Verlag Berlin Heidelberg, p. 15, 2013.

NOCE, C. e SANTIS, M. De e P. VARILONE, P. Verde. **Comparison of Methods Using only Voltage Measurements for Detecting the Origin of Voltage Sags in the Modern Distribution Networks**. IEEE, p. 6, 2018.

ONS. **Submódulo 25.6 Indicadores de qualidade de energia elétrica – frequência e tensão**. . [S.l: s.n.], 2010.

PASSOS, Frederico Oliveira. **Localizador da Fonte de AMTs Baseado nas Medições de Tensões de Fronteira**. 2015. 103 f. Universidade Federal de Itajubá – UNIFEI, 2015.

RESENDE, José Wilson. **Apostila: Análise de Sistemas de Energia Elétrica**. Uberlândia - Brasil: [s.n.], [S.d.].

SILVA, Rafaela Oliveira Da. **Análise de faltas simétricas e assimétricas na rede primária de distribuição da Universidade Federal da Paraíba**. 2017. 46 f. Universidade Federal da Paraíba, 2017.

STEVENSON, William D. **Elementos de Análise de Sistemas de Potência**. 2. ed. São Paulo: McGraw-Hill, 1986.

W.KANOKBANNAKORN, T.SAENGSUWAN, S.Sirisukprasert. **Unbalanced Voltage Sag Source Location Identification Based on Superimposed Quantities and Negative Sequence**. The 8th Electrical Engineering/ Electronics, Computer, Telecommunications and Information Technology (ECTI) Association of Thailand, p. 4, 2011.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Ação socioambiental 27

Alternative Transient Program (ATP) 88

Armazenamento de energia elétrica 129, 131, 138, 143, 144

Atenção básica de saúde 193, 201, 203

B

BPMN 193, 194, 195, 197, 198, 204, 205

C

Cálculo estrutural 16

Chuva 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14

Compensações sociais 27

Custo operacional 66, 76

D

Descargas disruptivas 3

Desempenho dielétrico 1, 2, 13

Distribuição de energia 144

E

Eficiência energética 53, 54, 55, 56, 61, 62, 64, 66, 67, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 85, 86, 87, 117, 127, 137, 144

Eletrobras 28, 33, 38, 39, 40, 58, 64, 65, 79, 86, 163

Eletronorte 27, 28, 31, 33, 38, 39, 40

Energia solar 66, 67, 68, 73, 76, 114, 115, 116, 127, 128, 136, 139, 141, 145

Energia solar fotovoltaica 66, 76, 127, 128, 136, 139, 141

Envoltórias 146, 148, 151, 152, 153, 154, 155, 156, 157, 183

Extração de parâmetros 174, 183, 184, 186

F

Filtro morfológico 146, 151, 152, 154, 157, 159

Funções de transferência 88, 89

G

Geração de energia 61, 63, 66, 67, 68, 71, 76, 84, 87, 129, 130, 139, 140, 141

Gerador síncrono 146, 149, 150, 153, 159, 187

H

Harmônicos 160, 161, 163, 164, 165, 167, 171, 172

HarmZs 89, 90, 98, 160, 161, 163, 164, 165, 166, 167, 169, 170, 172

Hidrogênio 129, 131, 132, 138, 139, 141, 142, 143, 144

I

Iluminação pública 53, 54, 55, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65

Isoladores 1, 2, 3, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 17

M

Máquina síncrona 147, 148, 149, 152, 174, 175, 177, 178, 179, 181, 182, 183, 184, 185, 186

Modelagem de processos 193, 197

Modelo de acompanhamento 88, 93

Modelos racionais 88, 89, 90

O

Operador nacional do sistema elétrico 41, 133, 143, 161

P

Painéis fotovoltaicos 66, 69, 76, 84, 131, 136, 137, 142

Painéis solares flutuantes 129, 130

Perda de excitação 146, 147, 148, 152, 153, 154, 157, 158, 159

Plano de corte manual de carga 41, 42, 46, 48, 51

Potência ativa 47, 146, 148

Procedimentos de redes 160

Procel Reluz 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65

Programa brasileiro de etiquetagem 56, 77, 78, 82, 86, 87

Q

Qualidade da energia 100, 103

R

Reatância 174, 175, 177, 178, 180, 183, 186

S


Sistema interligado nacional 15, 41, 119, 138, 161, 162, 171

U

UHE Tucuruí 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 37, 38, 39, 40

 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**
4

 www.atenaeditora.com.br
 contato@atenaeditora.com.br
 @atenaeditora
 www.facebook.com/atenaeditora.com.br

**Engenharia Elétrica
e de Computação:
Atividades Relacionadas com
o Setor Científico e Tecnológico**
4