



**Atena**  
Editora

Ano 2020

João Dallamuta  
Henrique Ajuz Holzmann  
Marcelo Henrique Granza  
(Organizadores)

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

**2**

A black and white photograph of a hand holding a square microchip. The chip is densely packed with small components and has a grid of pins around its perimeter. The background is a blurred workshop or laboratory setting with various electronic components and tools.

**Atena**  
Editora

Ano 2020

João Dallamuta  
Henrique Ajuz Holzmann  
Marcelo Henrique Granza  
(Organizadores)

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

**2**

2020 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2020 Os autores

Copyright da Edição © 2020 Atena Editora

**Editora Chefe:** Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

**Diagramação:** Camila Alves de Cremo

**Edição de Arte:** Lorena Prestes

**Revisão:** Os Autores



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição 4.0 Internacional (CC BY 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores. 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.

### **Conselho Editorial**

#### **Ciências Humanas e Sociais Aplicadas**

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins

Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas

Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso

Profª Drª Angeli Rose do Nascimento – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro

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

Profª Drª Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará

Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia

Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá

Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima

Prof. Dr. Fabiano Tadeu Grazioli – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões

Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná

Prof. Dr. Gustavo Henrique Cepolini Ferreira – Universidade Estadual de Montes Claros

Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice

Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense

Profª Drª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso

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 – Universidade Federal do Maranhão

Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará

Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste

Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia

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  
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. 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  
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  
Prof. Dr. Fernando José Guedes da Silva Júnior – Universidade Federal do Piauí  
Profª Drª Gabriela Vieira do Amaral – Universidade de Vassouras  
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria  
Profª Drª Iara Lúcia Tescarollo – Universidade São Francisco  
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande  
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 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  
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  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará  
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

### **Conselho Técnico Científico**

Prof. Me. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo  
Prof. Me. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza  
Prof. Me. Adalto Moreira Braz – Universidade Federal de Goiás  
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba  
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Andrezza Miguel da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia  
Prof. Dr. Antonio Hot Pereira de Faria – Polícia Militar de Minas Gerais  
Prof<sup>a</sup> Ma. Bianca Camargo Martins – UniCesumar  
Prof<sup>a</sup> 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  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Cláudia Taís Siqueira Cagliari – Centro Universitário Dinâmica das Cataratas  
Prof. Me. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará  
Prof<sup>a</sup> Ma. Daniela da Silva Rodrigues – Universidade de Brasília  
Prof<sup>a</sup> Ma. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco  
Prof. Me. Douglas Santos Mezacas – Universidade Estadual de Goiás  
Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil  
Prof. Me. Eduardo Gomes de Oliveira – Faculdades Unificadas Doctum de Cataguases  
Prof. Me. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita  
Prof. Me. Euvaldo de Sousa Costa Junior – Prefeitura Municipal de São João do Piauí  
Prof<sup>a</sup> 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  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Germana Ponce de Leon Ramírez – Centro Universitário Adventista de São Paulo  
Prof. Me. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária  
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  
Prof<sup>a</sup> Ma. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia  
Prof. Me. Javier Antonio Albornoz – University of Miami and Miami Dade College  
Prof<sup>a</sup> Ma. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho  
Prof. Me. Jhonatan da Silva Lima – Universidade Federal do Pará  
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 Ma. Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
 Profª Drª Kamilly Souza do Vale – Núcleo de Pesquisas Fenomenológicas/UFPA  
 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. Lilian 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. Me. 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. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri  
 Prof. Me. Ricardo Sérgio da Silva – Universidade Federal de Pernambuco  
 Prof. Me. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados  
 Profª Ma. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal  
 Profª Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo  
 Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Faculdade Regional Jaguaribana  
 Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

<b>Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)</b>	
E57	<p>Engenharia elétrica e de computação [recurso eletrônico] : atividades relacionadas com o setor científico e tecnológico 2 / Organizadores João Dallamuta, Henrique Ajuz Holzmann, Marcelo Henrique Granza. – Ponta Grossa, PR: Atena, 2020.</p> <p>Formato: PDF            Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader            Modo de acesso: World Wide Web            Inclui bibliografia            ISBN 978-65-5706-168-8            DOI 10.22533/at.ed.688200707</p> <p>1. Ciência da computação – Pesquisa – Brasil. 2. Engenharia elétrica – Pesquisa – Brasil. I. Dallamuta, João. II. Holzmann, Henrique Ajuz. III. Granza, Marcelo Henrique.</p> <p style="text-align: right;">CDD 623.3</p>
<b>Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422</b>	

Atena Editora  
 Ponta Grossa – Paraná - Brasil  
[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)  
 contato@atenaeditora.com.br

## APRESENTAÇÃO

Não há padrões de desempenho em engenharia elétrica e da computação que sejam duradouros. Desde que Gordon E. Moore fez a sua clássica profecia tecnológica, em meados dos anos 60, a qual o número de transistores em um chip dobraria a cada 18 meses - padrão este válido até hoje – muita coisa mudou. Permanece porém a certeza de que não há tecnologia na neste campo do conhecimento que não possa ser substituída a qualquer momento por uma nova, oriunda de pesquisa científica nesta área.

Produzir conhecimento em engenharia elétrica e da computação é, portanto, atuar em fronteiras de padrões e técnicas de engenharia. Algo desafiador para pesquisadores e engenheiros.

Neste livro temos uma diversidade de temas nas áreas níveis de profundidade e abordagens de pesquisa, envolvendo aspectos técnicos e científicos. Aos autores e editores, agradecemos pela confiança e espírito de parceria.

Boa leitura!

João Dallamuta  
Henrique Ajuz Holzmann  
Marcelo Henrique Granza

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
PARADOXOS, RISCOS E REQUISITOS DA NOVA MATRIZ DE ENERGIA ELÉTRICA BRASILEIRA	
Vitor Silva Duarte	
Mario Jorge Daher	
Alex Nunes de Almeida ( <i>in memoriam</i> )	
Maria Aparecida Martinez	
<b>DOI 10.22533/at.ed.6882007071</b>	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>14</b>
ANÁLISE DO IMPACTO DE GERAÇÕES RENOVÁVEIS SOBRE A MARGEM DE ESTABILIDADE DE TENSÃO POR MEIO DE REGIÕES DE SEGURANÇA	
Paulo Andrade Novaes	
Antonio Carlos Zambroni de Souza	
Fábio da Costa Medeiros	
<b>DOI 10.22533/at.ed.6882007072</b>	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>28</b>
APLICAÇÃO DE MODELO MULTIOBJETIVO DE ALOCAÇÃO DE GERADORES DISTRIBUÍDOS EM SISTEMAS DE DISTRIBUIÇÃO CONSIDERANDO OBRAS DE CONEXÃO DA REDE	
Paulo Sérgio Zanin Júnior	
Lina Paola Garcés Negrete	
Gelson Antônio Andrêa Brigatto	
<b>DOI 10.22533/at.ed.6882007073</b>	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>43</b>
COMPLEXIDADES DA OPERAÇÃO DO SIN E SEUS IMPACTOS NO PLANEJAMENTO DA EXPANSÃO	
Vinicius Ragazi David	
Daniela Souza	
Leonardo Calabro	
João Carlos Mello	
Xisto Vieira Filho	
Edmundo P. Silva	
<b>DOI 10.22533/at.ed.6882007074</b>	
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>61</b>
ESTRATÉGIAS DE O&M UTILIZADAS NA GESTÃO DE DESEMPENHO DOS PARQUES EÓLICAS, EM TEMPO REAL, PÓS OPERAÇÃO E ENGENHARIA DE MANUTENÇÃO NO CURTO E MÉDIO PRAZO, MOSTRANDO OS RESULTADOS OBTIDOS COM A UTILIZAÇÃO DE BIGDATA, BUSINESS INTELLIGENCE E MACHINE LEARNING	
Flávio Martins ribeiro	
Marcus Antonius Queiroz da Cunha	
<b>DOI 10.22533/at.ed.6882007075</b>	
<b>CAPÍTULO 6</b> .....	<b>72</b>
IMPACT OF HOURLY PRICES ON FUTURE WIND FARM CONTRACTS IN BRAZIL	
João Carlos De Oliveira Mello	
Cláudio Ferreira	
Lucas Soares	
André Castro	
Daniela Souza	
Evelina Neves	
<b>DOI 10.22533/at.ed.6882007076</b>	

<b>CAPÍTULO 7</b> .....	<b>83</b>
DESAFIOS ENCONTRADOS NA IMPLANTAÇÃO DE SISTEMA DE MONITORAMENTO CONTÍNUO DE EMISSÕES ATMOSFÉRICAS NO COMPLEXO TERMELÉTRICO JORGE LACERDA	
Liliana Dutra dos Santos	
Rofferson Rosa Izidoro	
Daniel José Schmitz de Aguiar	
Fábio Silveira Costa	
Juceli Locks Junior	
<b>DOI 10.22533/at.ed.6882007077</b>	
<b>CAPÍTULO 8</b> .....	<b>96</b>
AVALIAÇÃO DE ESFORÇOS DINÂMICOS EM FUNÇÃO DA VARIAÇÃO DE PARÂMETROS ENVOLVIDOS NO CÁLCULO PARA ESTRUTURAS DE SUBESTAÇÕES	
Rafael Faria da Silva	
<b>DOI 10.22533/at.ed.6882007078</b>	
<b>CAPÍTULO 9</b> .....	<b>108</b>
ESTUDO E SIMULAÇÃO DE PROTEÇÃO DE ZONA MORTA EM SUBESTAÇÃO DE TRANSMISSÃO DE ENERGIA ELÉTRICA	
Rodrigo Niederauer da Silva	
<b>DOI 10.22533/at.ed.6882007079</b>	
<b>CAPÍTULO 10</b> .....	<b>121</b>
ELETROENCEFALÓGRAFO DE BAIXO CUSTO: CONCEITOS E PROJETO	
Vitor Nestro Rauffmann	
Pedro Bertemes Filho	
<b>DOI 10.22533/at.ed.68820070710</b>	
<b>CAPÍTULO 11</b> .....	<b>135</b>
FONTES DE CORRENTE EM TOMOGRAFIA DE IMPEDÂNCIA ELÉTRICA MULTIFREQUENCIAL: ESTADO DA ARTE	
Lucas Cordeiro Butzke	
Pedro Bertemes Filho	
<b>DOI 10.22533/at.ed.68820070711</b>	
<b>CAPÍTULO 12</b> .....	<b>148</b>
TEORIA E ESTUDOS DE APLICAÇÕES DA TRANSFORMADA FRACIONAL DE FOURIER	
Leonardo Audalio Ferreira do Nascimento	
Adailton Braga Júnior	
Beatriz Cristina Reis Cordeiro	
Marcelo Luiz de Carvalho Ribeiro	
Pierre Teixeira Rodrigues	
Petrus Luiz Luna Pequeno	
Antônio Carlos Duarte Ricciotti	
Viviane Barrozo da Silva Duarte Ricciotti	
<b>DOI 10.22533/at.ed.68820070712</b>	

**CAPÍTULO 13 ..... 166**

RELÉ INTELIGENTE BASEADO NA LÓGICA PARACONSISTENTE ANOTADA DE 4 VALORES MULTIFUNCIONAL - RI LPA4V

Viviane Barrozo da Silva  
Ghendy Cardoso Júnior  
Antonio Carlos Duarte Ricciotti  
Pierre Teixeira Rodrigues  
Marcelo Luiz De Carvalho Ribeiro

**DOI 10.22533/at.ed.68820070713**

**CAPÍTULO 14 ..... 179**

OPEN SOURCE MODULAR DIDACTIC PLATFORM FOR POWER ELECTRONICS TEACHING

Lucas Koleff  
Gustavo Soares Valentim  
Luciana da Costa Marques  
Victor Praxedes Rael  
Adrian D'Lucas Cardoso Gonçalves  
Wilson Komatsu  
Lourenço Matakas Junior

**DOI 10.22533/at.ed.68820070714**

**CAPÍTULO 15 ..... 204**

AUTOMAÇÃO DA CABINE DE LIMPEZA DE IMPRESSÃO 3D BINDER JETTING

João Batista Machado Silva  
Leonardo Bevilaqua dos Santos  
Lucas Leandro Gomes  
Mariana Silva do Nascimento Gonçalves  
Vinícius de Moares Barboza  
Rogério Luis Spagnolo da Silva

**DOI 10.22533/at.ed.68820070715**

**CAPÍTULO 16 ..... 218**

USO DE REDES NEURAIS ARTIFICIAIS PARA OBTENÇÃO DE UM SENSOR AR/COMBUSTÍVEL VIRTUAL APLICADO A UM MOTOR MONOCILÍNDRICO

Leonardo Faure Nardini Paschoa  
Sergio Ribeiro Augusto

**DOI 10.22533/at.ed.68820070716**

**CAPÍTULO 17 ..... 229**

INVESTIGAÇÃO DOS MÉTODOS NORMATIVOS PARA O CÁLCULO E ESTIMAÇÃO DA TEMPERATURA DO TOPO DO ÓLEO EM TRANSFORMADORES DE POTÊNCIA

Daniel Carrijo Polonio Araujo  
Gabriel De Souza Pereira Gomes  
Mateus Batista De Moraes  
Rafael Prux Fehlberg

**DOI 10.22533/at.ed.68820070717**

**CAPÍTULO 18 ..... 242**

MELHORIA DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA COM A UTILIZAÇÃO DE MANTA TÉRMICA: ESTUDO DE CASO DE UMA INJETORA DE PEÇAS PLÁSTICAS

Ivo Carlos Guarato Júnior  
Lúcio Rogério Júnior  
Antônio Manoel Batista da Silva  
Guilherme Henrique Alves

**DOI 10.22533/at.ed.68820070718**

<b>CAPÍTULO 19 .....</b>	<b>254</b>
DESENVOLVIMENTO E ANÁLISE DE UM SISTEMA PARA PESQUISA DE PRODUTOS DE SUPERMERCADO	
<a href="#">Marcelo Garcia Palma</a>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.68820070719</b>	
<b>SOBRE OS ORGANIZADORES.....</b>	<b>271</b>
<b>ÍNDICE REMISSIVO .....</b>	<b>272</b>

## ESTUDO E SIMULAÇÃO DE PROTEÇÃO DE ZONA MORTA EM SUBESTAÇÃO DE TRANSMISSÃO DE ENERGIA ELÉTRICA

Data de aceite: 01/06/2020

Data de submissão: 06/03/2020

**Rodrigo Niederauer da Silva**

CEEE-GT

Porto Alegre – RS

**RESUMO:** Este trabalho apresenta a resposta da proteção para curtos-circuitos em zona morta de proteção, região entre o DJ e o TP na LT CIN C1 na SE NSR, onde faltas nesse ponto são eliminadas por retaguarda remota, através do relé de distância em tempos de segunda zona, não atendendo o procedimento de rede do ONS e a portaria do MME em tempos atuais. Dessa forma será avaliada faltas nessa zona, através da modelagem da LT no *software ATPDraw*, e posterior modelagem do relé de proteção de zona morta, demonstrando os benefícios da inclusão dessa proteção e servindo de base para estudos e simulações.

**PALAVRAS-CHAVE:** Zona morta de proteção, curto-circuito, relé de distância, relé diferencial, *ATPDraw*.

### STUDY AND SIMULATION OF DEAD ZONE PROTECTION IN ELECTRICITY TRANSMISSION SUBSTATION

**ABSTRACT:** This work presents the protection response for short circuits in protection dead zone, region between the DJ and the TP on the LT CIN C1 on the SE NSR, where faults at that point are eliminated by remote rear, through the distance relay in second zone times, not following the ONS network procedure and the MME ordinance in current times. In this way, faults in this zone will be evaluated, through the modeling of the LT in the *ATPDraw* software, and later modeling of the dead zone protection relay, demonstrating the benefits of including this protection and serving as a basis for studies and simulations.

**KEYWORDS:** Dead protection zone, short circuit, distance relay, differential relay, *ATPDraw*.

### 1 | INTRODUÇÃO

Certas faltas podem ocorrer em zonas críticas conforme a configuração e disposição das chaves e disjuntores em uma subestação de energia, de modo que os dispositivos de proteção podem não detectar ou identificar

esses defeitos, não o isolando de forma correta, deixando o sistema elétrico vulnerável, podendo levar a interrupções no fornecimento de um número maior de consumidores ou ainda a maiores danos nos equipamentos das subestações e nas linhas de transmissão.

Nesse contexto, o presente trabalho tem por objetivo investigar faltas na zona morta de proteção, região entre o transformador de corrente (TC) e o disjuntor (DJ), na subestação Nova Santa Rita (NSR), parte de 230 kV, na LT Cidade Industrial (CIN) Circuito (C) 1. No primeiro momento será modelado os relés 21 em ambos os lados da LT e 87B adaptado à somente essa LT, simulando situações de curtos-circuitos em toda extensão da LT, até o ponto de zona morta de proteção, após esta etapa validar a modelagem com os valores de Curtos-circuitos já modelados no *software ASPEN OneLiner* pela CEEE-GT. Com isso analisar o comportamento dos relés de distância a essas faltas com as proteções já existentes e depois com a inclusão de proteção de zona morta, visto que nesta SE não dispõe da mesma nos módulos de 230 kV. A modelagem será através do *software Alternative Transient Program (ATPDraw)*, utilizando-se de recursos atuais de fabricantes de relés.

Esse trabalho se baseia nos requisitos mínimos que devem ter os sistemas de proteção em subestações da rede básica que consta no módulo 2 do procedimento de rede do ONS e na portaria do Ministério de Minas e Energia (MME) de nº 576, de 31 de outubro de 2012, onde ditam que todos os componentes da instalação devem possuir funções de proteção unitárias, com sobreposição de zonas ou lógicas adicionais para zonas mortas e se todas as faltas na instalação são eliminadas por atuação de proteções unitárias, sem necessidade de atuação das proteções de retaguarda remota. [1; 2].

## 2 | REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A proteção de barramento e linhas de transmissão podem incluir esquemas especiais para eliminar faltas em zona morta através de *trips* seletivos aos DJs localizados nas zonas adjacentes, onde falhas entre TCs e DJs são falhas de linha observadas pela medição, mas são falhas de barramento no ponto de vista do local da falha, devido os sistemas de proteção não distinguem a diferença quando o DJ está fechado e em condições normais de operação não podem ser extintas instantaneamente quando o DJ da zona de defeito está aberto. [3].

Para o caso em que o TC está entre o barramento e o DJ e a falta está no ponto marcado conforme Figura 1 - (a) o referido DJ será aberto pela proteção de linha e a falta vai persistir devido ainda estar sendo alimentada pelo barramento e fora da zona de proteção do mesmo. Uma solução para extinção da falta é confiar na função BF, onde é iniciada a partir da abertura do DJ e como continuará passando a corrente de falta pelo TC, o tempo programado expira e manda *trip* para todos os DJs da zona do barramento. Essa aplicação do BF requer que o mecanismo de medição do relé verifique o sinal de

corrente e não somente o sinal de posição do DJ. [3].

Uma segunda solução é alterar o limite da zona, ou seja, removendo a corrente do TC-2 da zona de medição da proteção diferencial do barramento quando o DJ se abre, conforme a Figura 1 - (b), colocando um atraso de 2 ciclos para permitir que as medições de corrente do 87B sejam redefinidas logo que a própria corrente sair dos cálculos, expandindo assim a zona do barramento até os polos abertos do DJ, sendo uma solução moderna, permitindo que o relé de 87B atue após aberto o DJ da LT, como mostra a Figura 1 - (c). Esse esquema de expansão da zona do barramento até o DJ aberto é equiparado à função BF, com diferença que se a falha ocorrer e o DJ estiver aberto, terá um pequeno atraso em relação ao BF, e contida na zona do barramento, independente dos elementos de linha e do relé da função BF. Importante ressaltar é o atraso extra na eliminação da falta, que além do tempo de abertura do DJ, tem o atraso da lógica; e que a medição de corrente do TC-2 deve ser automaticamente incluída nos cálculos do diferencial instantes antes que o DJ seja fechado, com auxílio de supervisão de comando do DJ. [3; 5].

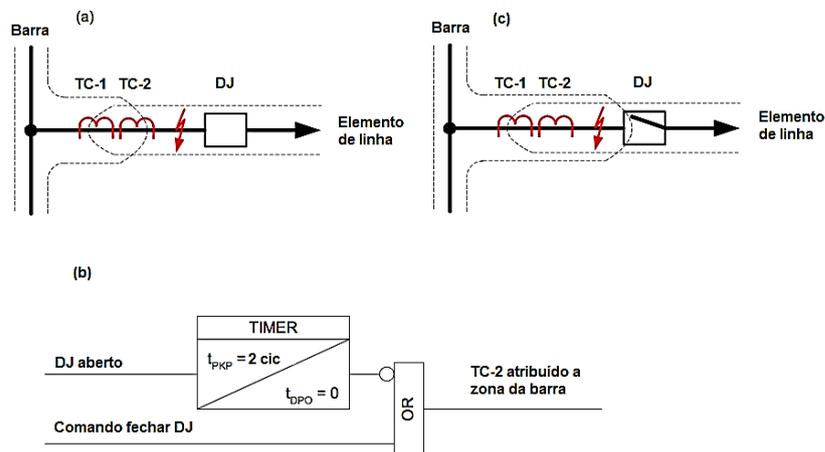


Figura 1 - Considerando TC no lado da barra. [3]

A Figura 2, mostra como na Figura 1, como funciona a expansão e atuação do 87B. Como o 87B verifica se há diferença de corrente entre o e a soma das demais correntes , e , enquanto estiver na soma dos cálculos a corrente no TC-2, medindo a corrente de defeito, não vai haver diferença, mas quando retira dos cálculos do diferencial , vai ser diferente da soma de , pois a corrente de defeito ainda está no . Dessa forma o 87B manda *trip* para os DJ 52-1, 52-2, 52-3, eliminando as possíveis fontes de tensão do barramento.

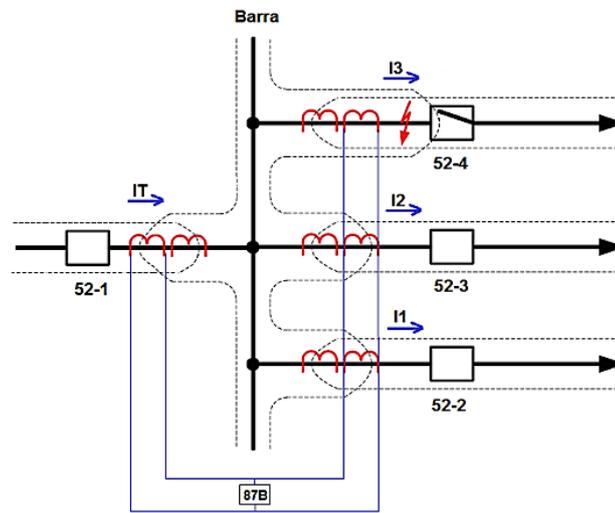


Figura 2 - Expansão da zona do barramento com TC no lado da barra  
Elaborado pelo autor.

Outra forma é aplicar a mesma lógica da Figura 1 - (b) no relé de linha, usando uma função de sobrecorrente instantânea que supervisiona a corrente do TC-1, que percebendo corrente com DJ aberto manda *trip* para todos os DJs do barramento. [3].

Quando instalado o TC somente no lado da LT, a falha entre TC e o DJ, ver Figura 3 - (a) e Figura 3 - (c), não terá atraso pela proteção do barramento, pois a falha agora está na zona do mesmo, sendo removida como tal, através de disparo da função BF, iniciado pela proteção de barras, semelhante ao caso do TC do lado do barramento já mencionado, não sendo seletivo, porque os DJs do barramento são todos abertos, sendo que o ideal que esse defeito não desse *trip* aos elementos que não estão com falha. Como o defeito está na zona morta a falha vai permanecer e só será extinguida em tempos de segunda zona pelo 21 remoto, como já comentado, salvo se o relé diferencial dispor de função específica para esse tipo de defeito. A exemplo de relés 87B atuais que incluem a função *End fault protection (EFP)*, que ao detectar que o DJ está aberto, supervisiona com um relé de sobrecorrente a corrente ainda passante entre o TC e o DJ, ver Figura 3 - (b), em caso positivo, a proteção atua disparando um TDD para a extremidade remota do circuito; e logo desabilitada a função assim que receba comando de fechamento do DJ.

Esse método também pode ser útil quando o circuito apresenta um gerador, detectando o defeito e desconectando-o do sistema, mostrando que o defeito não é no mesmo e sim na zona morta, deixando o gerador apto para entrar em serviço logo que falta seja removida. De forma diferente o relé de linha com função de sobrecorrente, supervisiona o defeito entre TC e o DJ e acionam o BF, disparando tanto os DJs dos módulos ligados ao barramento e também os remotos. A vantagem é que a magnitude da falha não tem grandes proporções, pois é removida rapidamente; mas a seletividade desse sistema de proteção ainda não é o ideal, mas aceitável, mesmo que o 87B desligue todos os DJs ligados ao barramento para um defeito de linha, visto que estudos do sistema apresentam

raridade para faltas em zona morta, mas não devendo ser desconsiderados. [3; 5].

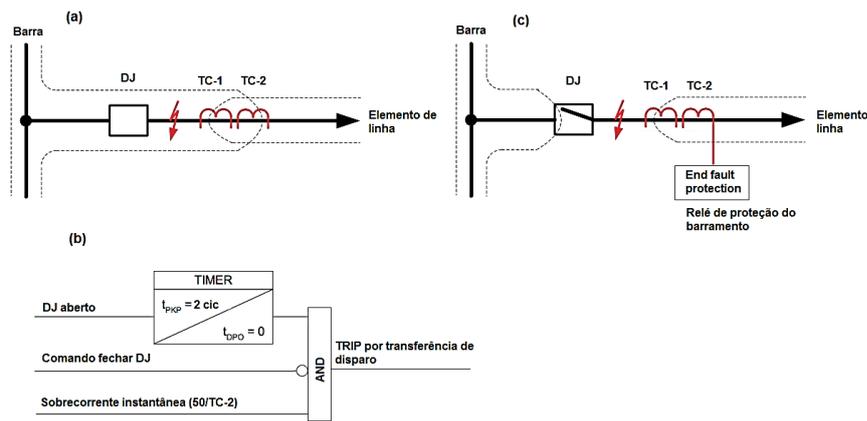


Figura 3 - Considerando TC somente no lado da linha. [3].

### 3 | METODOLOGIA

Nesta seção apresenta a simulação, através da modelagem no *software ATPDraw*, de faltas na LT até a sua zona morta de proteção, demonstrando a dinâmica das proteções de distância e de diferencial do barramento, no início a proteção com sua configuração original e depois com inclusão de proteção de zona morta. A metodologia para alcançar o objetivo deste trabalho, se dará a partir de procedimentos, coletas de dados e técnicas de análise conforme o fluxograma da Figura 4.

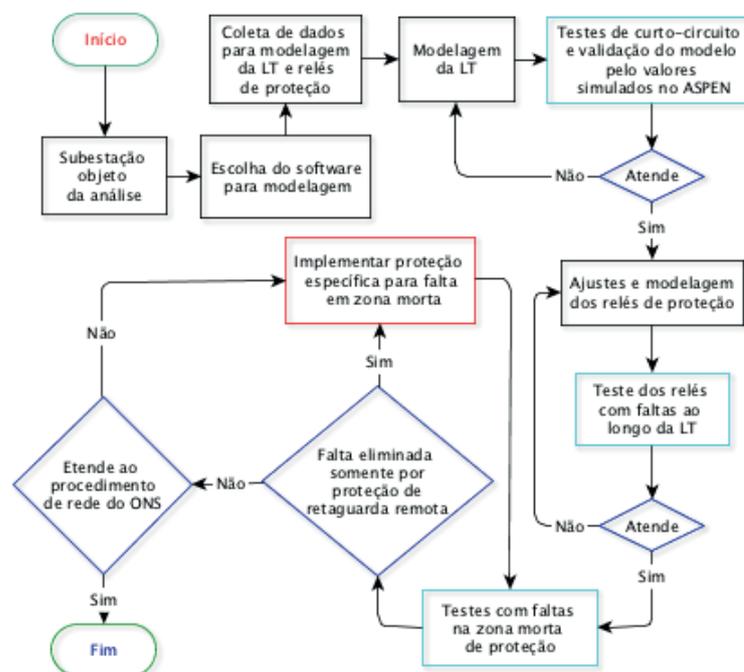


Figura 4 - Fluxograma da metodologia.

Elaborado pelo autor.

### 3.1 Sistema de proteção da LT CIN C1 e ponto de zona morta

A LT CIN C1 assim como os demais circuitos de responsabilidade da CEEE-GT na SE NSR dispõe de relés 21, 21N, 27, 59, 62 BF, 67N, 79, 85, *SOTF* e 87L, com configuração de TCs após o DJ.

A Figura 5 apresenta uma falta na zona morta na LT CIN C1 em NSR, onde a corrente de curto-circuito está com potência total, sendo fornecida pela contribuição de NSR e CIN.

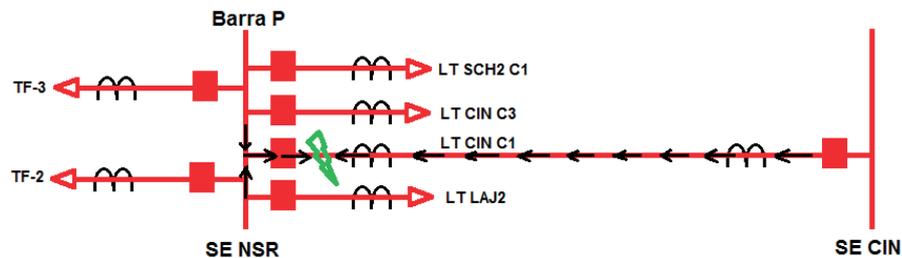


Figura 5 - Falta em zona morta na LT CIN C1 na SE NSR.

Elaborado pelo autor

Instantes após o início da falta, como está na zona do diferencial, 87B, ocorre disparo de todos os disjuntores ligados à barra P de 230 kV, com tempos aproximados na ordem de 70 ms, ou seja, 1 ciclo da atuação do diferencial e mais 3 ciclos para abertura dos DJs.

Na Figura 6, apresenta a configuração após atuação do diferencial, com todos DJs desligados da barra P de 230 kV em NSR, onde a falta se mantém pelo lado remoto, SE CIN, até a atuação do relé de distância em segunda zona, na ordem de 300 ms mais o tempo de disparo do DJ e extinção total da falta, próximos de 350 ms.

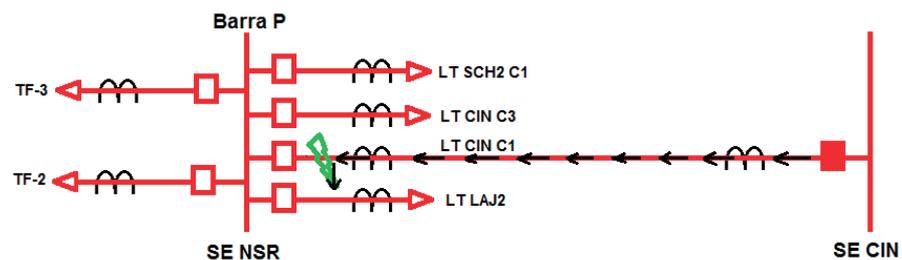


Figura 6 - Falta em zona morta na LT CIN C1 após atuação do 87B.

Elaborado pelo autor

### 3.2 Módulo de proteção lado de NSR modelado no ATPDraw

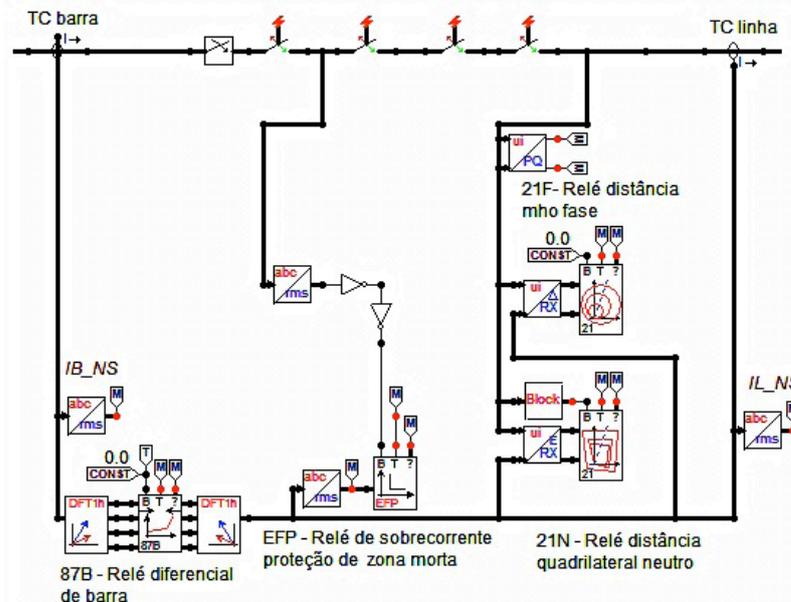


Figura 7 - Sistema de proteção modelado no lado de NSR.

Elaborado pelo autor

No lado da SE CIN foram modelados somente os relés 21F e 21N, a fim de simular a atuação desses relés nas faltas ao longo da LT até a zona morta em NSR.

#### 4 | ANÁLISE DOS RESULTADOS

Nesta seção serão apresentados os resultados dos testes da proteção de distância, do diferencial de barras e do *EFP*. Os testes realizados foram em toda extensão da LT até a zona morta para diferentes tipos de falta, a fim de validar o modelo e verificar as vantagens do uso do relé diferencial com *EFP*.

Os testes realizados foram todos com falta a partir de  $t = 50\text{ms}$ , a fim de identificar da melhor forma nos gráficos o início dos *trips* e correntes de falta.

##### 4.1 Curtos-circuitos na linha de transmissão

A Figura 8 apresenta falta trifásica em 16,33% da LT CIN em NSR e 83,33% da LT NSR C1 em CIN.

Nota-se que as impedâncias de falta vistas pelo relé 21F do lado de NSR no momento da falta saem da zona de impedância de carga do sistema para a impedância linha, com *trip* em zona 1 no lado da SE NSR, e em zona 2 no lado da SE CIN.

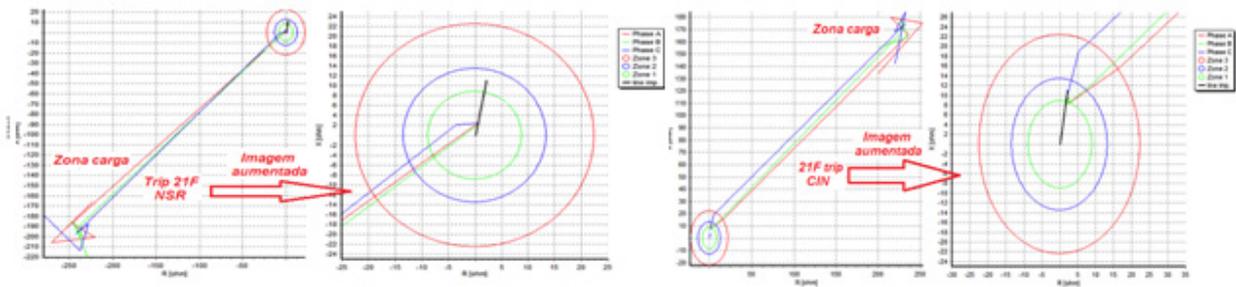


Figura 8 - Curto-circuito trifásico aplicado na LT.

Elaborado pelo autor

A Figura 9 apresenta curto-circuito monofásico a terra franco em 16,33% da linha a partir de NSR e a 83,33% do terminal da CIN, onde atua zona 1 no lado de NSR e em zona 2 no lado da SE CIN.

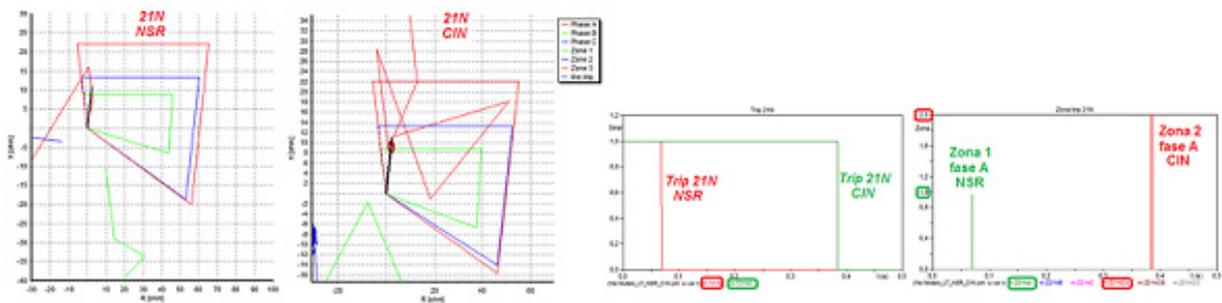


Figura 9 - Atuação dos relés 21N nos dois terminais com indicação de zona.

Elaborado pelo autor

#### 4.1.1 Resumo dos testes ao longo da LT

A Tabela 1 resume todos os testes realizados ao longo da LT para diferentes tipos de falta, indicando qual o relé que sensibilizou e os tempos de *trip*. Uma observação importante na mesma tabela é que deve-se considerar o tempo em que os relés perceberam a falta e realizaram o *trip*, não o tempo de extinção das faltas, pois serão acrescentados há esse tempo um tempo médio de abertura dos DJs de 50 ms.

Tipo de falta	Trip relé	Lado	1º zona - t (ms)				2º zona - t (ms)	
			16,67%	33,33%	50%	66,67%	83,33%	100%
			3,75km	7,5 km	11,25km	15km	18,75km	22,5km
a-g	21N	NSR	18,52	20,61	22,70	24,79	312,70	314,80
		CIN	16,43	20,61	21,61	45,69	333,60	337,80
ab	21F	NSR	16,43	18,52	20,61	23,40	316,20	316,30
		CIN	15,40	20,63	32,70	32,70	312,70	314,80
ab-g	21N	NSR	14,34	14,34	16,43	22,70	312,70	314,81
		CIN	16,42	12,25	32,70	34,79	312,58	312,60
abc	21F	NSR	16,43	18,52	20,61	22,69	311,20	313,30
		CIN	26,43	30,61	32,70	32,70	312,70	314,80

Tabela 1 - Tempos de *trip* para diferentes tipos de falta

Elaborado pelo autor

## 4.2 Curtos-circuitos na zona morta em NSR

Nesta subseção apresentará as simulações de faltas na zona morta de proteção na LT CIN C1 em NSR. Primeiro sem a proteção *EFP* e depois com a inclusão dessa.

### 4.2.1 Sem proteção de zona morta

A Figura 10 apresenta a simulação de falta monofásica na fase b na zona morta de proteção, com medição das correntes no lado da barra e da linha, onde no início da falta o curto-circuito é alto devido ao transitório e a influência das fontes de tensão nos dois lados do circuito. Assim que ocorre o *trip* pelo 87B e o DJ é desligado, o nível de curto-circuito reduz devido já ter passado o transitório e também devido à fonte de tensão ficar só pelo lado da SE CIN, onde se mantém o curto-circuito até operar o 21N em zona 2.

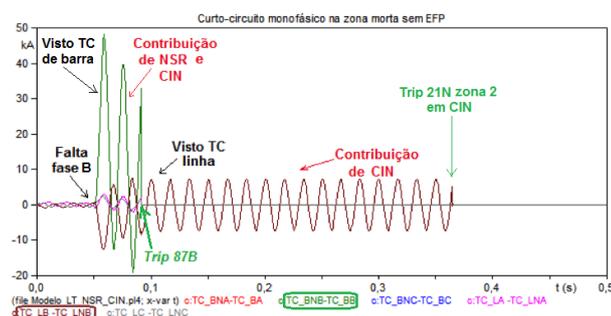


Figura 10 - Curto-circuito monofásico na fase b na zona morta.

Elaborado pelo autor.

Enquanto as correntes que entram pelo TC de barra e saem pelo TC de linha ou vice-versa são praticamente iguais em módulo e fase não ocorre *trip* do 87B, essas correntes percorrem juntas como pode ser percebido na Figura 11 as fases a e c, e quando ocorre

a falta, que nesse caso foi na fase b, esse corrente destoa e insiste na zona de *trip*.

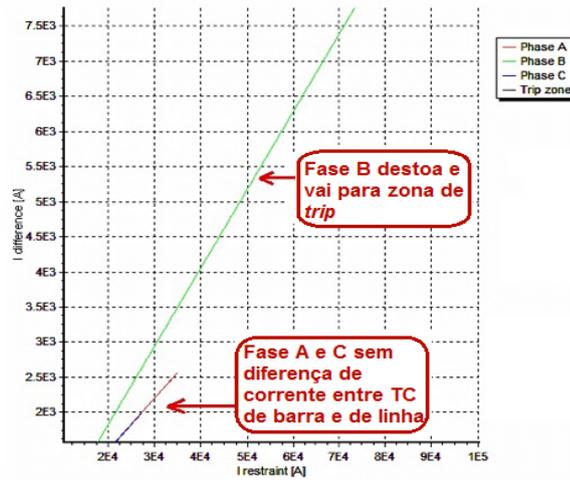


Figura 11 - Corrente diferencial vista pelo 87B.

Elaborado pelo autor.

#### 4.2.2 Com proteção de zona morta

A Figura 12 apresenta a simulação de falta monofásica na fase a na zona morta de proteção, onde também há atuação do 87B devido à falta ser do lado do barramento, e no mesmo instante o relé de sobrecorrente instantâneo percebe que ainda há corrente passando no TC de linha, atingindo sua corrente de *pick-up* e disparando o DJ remoto na SE CIN, eliminando a fonte de alimentação do defeito antes da atuação dos relés 21.

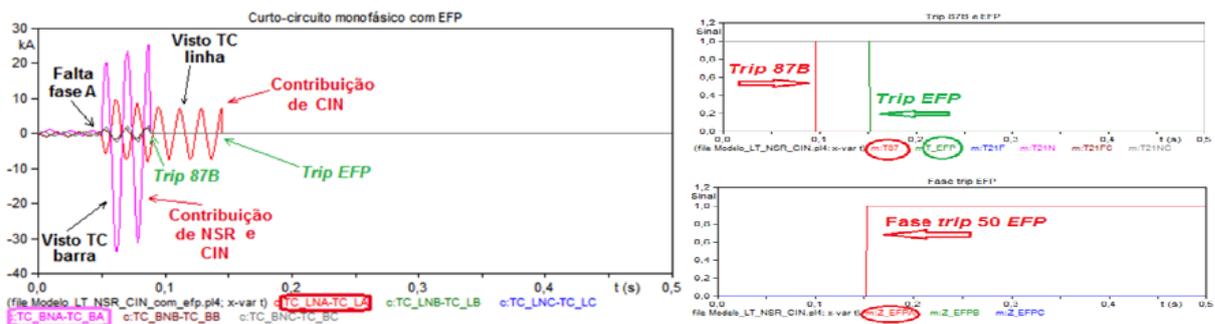


Figura 12 - Curto-circuito monofásico na fase a na zona morta.

Elaborado pelo autor.

A Figura 13 apresenta a corrente atingindo os níveis de *pick-up* do relé de sobrecorrente, onde em 10 ms a corrente está próxima de 500 A, ainda abaixo da corrente máxima de projeto da LT.

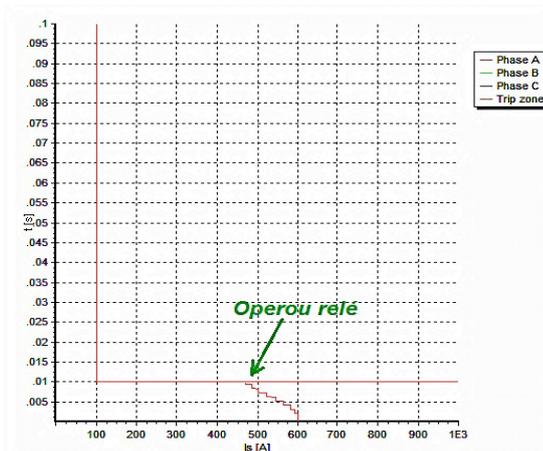


Figura 13 - Atuação do relé 50 EFP.

Elaborado pelo autor.

As simulações para diferentes tipos de falta na zona morta são mostradas na Tabela 2, agora com ganho de tempo de extinção total da falta em metade do tempo de zona 2 do relé 21, e diferente do sistema de proteção sem EFP, mesmo com resistência de falta o *trip* ocorre. Testes com valores de 450 ohms de resistência de falta foram realizadas para verificar a eficácia do sistema, sempre ocorrendo o *trip* do DJ remoto na SE CIN.

Tipo de Falta		t (ms)
abc	S/Rf	128,5
ab-g	S/Rf	133,7
bc	S/Rf	131,6
a-g	S/Rf	119,1
	C/Rf 80Ω	101,2

Tabela 2 - Tempos de extinção total do curto-circuito com EFP

Elaborado pelo autor.

A Figura 14 apresenta um comparativo de tempos de extinção das faltas em zona morta com em sem o sistema EFP.

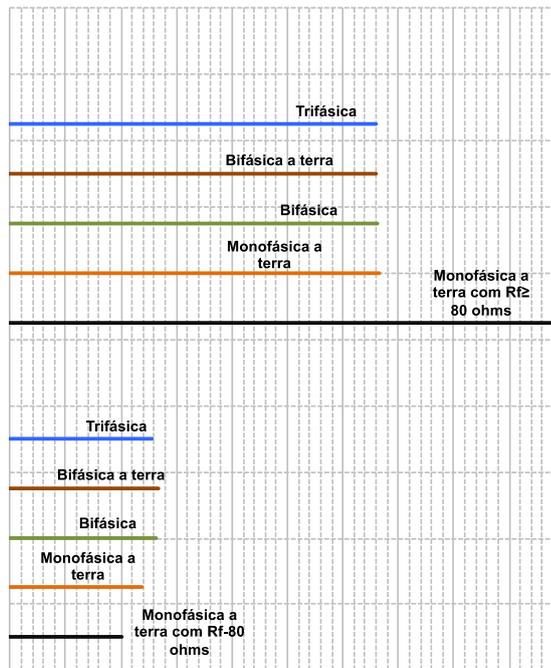


Figura 14 - Comparativo de tempos de extinção de faltas na zona morta.

Elaborado pelo autor.

## 5 | CONCLUSÃO

Em virtude do que foi mencionado de modo geral, considera-se as seguintes vantagens do sistema de proteção *EFP* verificado nas simulações:

- atua extinguindo o curto-circuito em menos do que a metade do tempo de segunda zona dos relés de distância de retaguarda remota;
- atende aos requisitos mínimos que o ONS define para os sistemas de proteção, não dependendo de proteção de retaguarda remota;
- identifica o módulo e a fase envolvida no defeito, tornando mais eficiente as atitudes a serem tomadas pelas equipes de operação e manutenção no restabelecimento das LTs conectadas ao barramento;
- evita problemas maiores caso a resistência de falta seja alta e não atue os relés de distância remotos.

A viabilidade da troca do relé diferencial de barras na SE NSR, parte de 230 kV, assim como em outros casos de subestações sem esse tipo de proteção, tens que avaliar o custo do relé e seus periféricos, desde os transformadores de instrumentos até a sala de comando, custo com equipes trabalhando, a necessidade de desligamentos, onde a soma disso tudo, comparar com índice provável de acontecer uma falha nessas zonas mortas e o custo caso haja a falta em multas por não cumprir a normativa imposta pelo

procedimento de rede, considerando ainda a adição de LTs novas ao barramento, visto que a subestação está projetada para incorporar módulos futuros, considerando também não o impacto financeiro por final, mas sim o impacto a sociedade com possíveis faltas de energia elétrica.

A pesquisa e posterior modelagem e simulação demonstrou uma solução para faltas em zona morta, ampliando a compreensão, atingindo o que foi proposto nesse estudo, demonstrando também que faltas em zona morta inevitavelmente faz atuar o relé o diferencial, desligando todos os módulos conectados a esse, acredita-se que a pesquisa vai levar num futuro próximo a algoritmos incorporados a relés, que vão identificar a falta nessa zona antes da atuação do 87B.

## REFERÊNCIAS

(1) OPERADOR NACIONAL DO SISTEMA ELÉTRICO (ONS). **Submódulo 2.6 - Requisitos mínimos para os sistemas de proteção e de telecomunicações**. Rev 2. [S.l.], 2011. Disponível em: <[http://extranet.ons.org.br/operacao/prdocme.nsf/videntificadorlogico/01C17A75ACE6C74383257945005D54F4/\\$file/Submódulo%202.6\\_Rev\\_2.0.pdf?openelement](http://extranet.ons.org.br/operacao/prdocme.nsf/videntificadorlogico/01C17A75ACE6C74383257945005D54F4/$file/Submódulo%202.6_Rev_2.0.pdf?openelement)>. Acesso em: 25 ago. 2016.

(2) BRASIL. Ministério de Minas e Energia ( MME). **Portaria nº 576, de 31 de outubro de 2012**. Anexo: Protocolo de avaliação dos sistemas de proteção, item: 7.9.8. Requisitos Gerais de Operação . Disponível em: <[http://www.mme.gov.br/documents/10584/1139125/CMSE\\_-\\_Ata\\_da\\_120x\\_Reuniao\\_xExtraordinaria\\_x31-10-2012x.pdf/a7c2d6c6-dffd-465c-944e-9c2de3f0cf52](http://www.mme.gov.br/documents/10584/1139125/CMSE_-_Ata_da_120x_Reuniao_xExtraordinaria_x31-10-2012x.pdf/a7c2d6c6-dffd-465c-944e-9c2de3f0cf52)>. Acesso em: 25 ago. 2016.

(3) INSTITUTE OF ELECTRICAL AND ELECTRONICS ENGINEERS (IEEE). **IEEE Guide for Protective Relay Applications to Power System Buses**. Nova York: IEEE, 6 nov. 2009. Documento em pdf.

(4) MYSORE, Pratap; HDR, Inc. Introduction to Power System Protection. **IEEE Twin Cities Workshop**. [S.l.], Abr. 2015. Disponível em: <[https://www.google.com.br/?gfe\\_rd=cr&ei=JE4KWODuMa3L8geE37HAAQ&gws\\_rd=ssl#q=IEEE+Twin+Cities+Workshop+April+17%2C+2015+Pratap+Mysore%2C+P.E.%2C+HDR%2C+Minneapolis%2C+MN](https://www.google.com.br/?gfe_rd=cr&ei=JE4KWODuMa3L8geE37HAAQ&gws_rd=ssl#q=IEEE+Twin+Cities+Workshop+April+17%2C+2015+Pratap+Mysore%2C+P.E.%2C+HDR%2C+Minneapolis%2C+MN)>. Acesso em: 18 set. 2016.

(5) RUSH, Peter. **Proteção e Automação de Redes: Conceito e Aplicação**. Coordenação da tradução de José Antonio Jardim. 1. ed. São Paulo: Editora Blücher: Schneider, 2011. Livro eletrônico.

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

Automação 10, 64, 94, 120, 133, 165, 204, 216, 256

### C

Compulsória 1, 12

Confiabilidade 2, 18, 43, 45, 47, 94, 95, 133, 163, 166, 167, 173, 176

### E

Eficiência energética 10, 242, 243, 244, 250, 252

Energética 10, 1, 2, 3, 8, 13, 37, 42, 43, 44, 45, 46, 48, 58, 59, 242, 243, 244, 250, 252, 253

### G

Geração 1, 2, 3, 4, 5, 8, 9, 10, 11, 12, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 28, 29, 31, 33, 34, 35, 36, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 53, 55, 56, 57, 59, 61, 64, 67, 83, 166, 167, 168, 173, 177, 243, 256

Geração distribuída 28, 31, 42, 45, 166, 173, 177

Grau 1, 4, 5, 10, 30, 32, 65, 66, 137, 162, 169, 170, 171, 172, 173, 175, 263

### I

Ilhamento 149, 150, 161, 163, 164, 166, 167, 168, 169, 171, 172, 173, 174, 175, 176, 177

Impressão 3D 10, 204, 206

Intermitência 2, 8, 15, 16, 17, 31, 40, 43, 45, 47, 49, 50

### J

Jateamento 204, 207, 212, 213, 217

### M

Manta térmica 10, 242, 244, 246, 248, 249, 250, 251, 252, 253

Máquina injetora 242, 245, 246, 251

Matriz de energia elétrica brasileira 8, 1, 2

### N

Novas fontes 2, 43, 49

## O

Oferta 1, 3, 8, 9, 10, 16, 29, 44, 45, 48, 49, 50, 52, 53, 54, 57, 59, 167, 255

## P

Paraconsistente 10, 166, 168, 169, 170, 171, 172, 173, 175, 176, 178

Pesquisa 7, 11, 6, 13, 37, 42, 44, 106, 120, 165, 204, 243, 244, 253, 254, 255, 256

Processamento 129, 130, 132, 133, 134, 137, 149, 150, 161, 163, 164, 165, 177, 243, 259, 261

Produtos 11, 44, 50, 206, 253, 254, 255, 256, 264, 265, 266

Proteção 9, 24, 29, 30, 34, 108, 109, 110, 111, 112, 113, 114, 116, 117, 118, 119, 120, 166, 167, 172, 177, 231, 241, 242, 244, 246, 248, 250, 251, 252

Proteção térmica 242, 244, 246, 248, 250, 251, 252

## R

Rede neural 166, 169, 173, 175, 176, 219, 220, 223, 224

Regularização 1, 2, 4, 5, 6, 7, 9, 10, 11, 12, 220, 225

Relé inteligente 10, 166, 168, 169, 171, 174, 175

## S

Sazonalidade 1, 2, 5, 8, 9, 10, 29

Segurança 8, 5, 8, 9, 10, 12, 14, 15, 17, 18, 19, 21, 23, 25, 26, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 59, 88, 91, 92, 93, 94, 138, 166, 167, 171, 217, 231, 246

Sinais 11, 121, 122, 123, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 133, 134, 136, 137, 148, 149, 150, 158, 159, 160, 161, 162, 163, 164, 165, 168, 169, 172, 174, 175, 214, 245

Supermercado 11, 254, 255, 256, 268

## T

Térmica 10, 1, 4, 8, 10, 11, 12, 21, 23, 44, 46, 47, 48, 50, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 206, 230, 231, 232, 234, 242, 244, 246, 247, 248, 249, 250, 251, 252, 253

Transformada de Fourier 149, 152

Transformada fracional de Fourier 9, 148, 149, 150, 157, 159, 161, 165

 **Atena**  
Editora

**2 0 2 0**