



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 has a grid of pins around its perimeter and several smaller components on its surface. The background is a blurred electronic circuit board with various components like capacitors and resistors.

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^a Dr^a 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^a Dr^a 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^a Dr^a Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Prof^a Dr^a 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^a Dr^a Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Prof^a Dr^a Andrezza Miguel da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
Prof. Dr. Antonio Hot Pereira de Faria – Polícia Militar de Minas Gerais
Prof^a Ma. Bianca Camargo Martins – UniCesumar
Prof^a 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^a Dr^a Cláudia Taís Siqueira Cagliari – Centro Universitário Dinâmica das Cataratas
Prof. Me. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará
Prof^a Ma. Daniela da Silva Rodrigues – Universidade de Brasília
Prof^a 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^a 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^a Dr^a 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^a Ma. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
Prof. Me. Javier Antonio Albornoz – University of Miami and Miami Dade College
Prof^a 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

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)	
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>
Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422	

Atena Editora
 Ponta Grossa – Paraná - Brasil
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

CAPÍTULO 1	1
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	
DOI 10.22533/at.ed.6882007071	
CAPÍTULO 2	14
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	
DOI 10.22533/at.ed.6882007072	
CAPÍTULO 3	28
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	
DOI 10.22533/at.ed.6882007073	
CAPÍTULO 4	43
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	
DOI 10.22533/at.ed.6882007074	
CAPÍTULO 5	61
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	
DOI 10.22533/at.ed.6882007075	
CAPÍTULO 6	72
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	
DOI 10.22533/at.ed.6882007076	

CAPÍTULO 7	83
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	
DOI 10.22533/at.ed.6882007077	
CAPÍTULO 8	96
AVALIAÇÃO DE ESFORÇOS DINÂMICOS EM FUNÇÃO DA VARIAÇÃO DE PARÂMETROS ENVOLVIDOS NO CÁLCULO PARA ESTRUTURAS DE SUBESTAÇÕES	
Rafael Faria da Silva	
DOI 10.22533/at.ed.6882007078	
CAPÍTULO 9	108
ESTUDO E SIMULAÇÃO DE PROTEÇÃO DE ZONA MORTA EM SUBESTAÇÃO DE TRANSMISSÃO DE ENERGIA ELÉTRICA	
Rodrigo Niederauer da Silva	
DOI 10.22533/at.ed.6882007079	
CAPÍTULO 10	121
ELETROENCEFALÓGRAFO DE BAIXO CUSTO: CONCEITOS E PROJETO	
Vitor Nestro Rauffmann	
Pedro Bertemes Filho	
DOI 10.22533/at.ed.68820070710	
CAPÍTULO 11	135
FONTES DE CORRENTE EM TOMOGRAFIA DE IMPEDÂNCIA ELÉTRICA MULTIFREQUENCIAL: ESTADO DA ARTE	
Lucas Cordeiro Butzke	
Pedro Bertemes Filho	
DOI 10.22533/at.ed.68820070711	
CAPÍTULO 12	148
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	
DOI 10.22533/at.ed.68820070712	

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	

CAPÍTULO 19	254
DESENVOLVIMENTO E ANÁLISE DE UM SISTEMA PARA PESQUISA DE PRODUTOS DE SUPERMERCADO	
Marcelo Garcia Palma	
DOI 10.22533/at.ed.68820070719	
SOBRE OS ORGANIZADORES.....	271
ÍNDICE REMISSIVO	272

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

Data de aceite: 01/06/2020

Viviane Barrozo da Silva

Fundação Universidade Federal de Rondônia -
UNIR
Porto Velho – RO
<http://lattes.cnpq.br/9428968456380501>

Ghendy Cardoso Júnior

Universidade Federal de Santa Maria – UFSM
Santa Maria – RS
<http://lattes.cnpq.br/6284386218725402>

Antonio Carlos Duarte Ricciotti

Fundação Universidade Federal de Rondônia -
UNIR
Porto Velho – RO
<http://lattes.cnpq.br/9613876404612535>

Pierre Teixeira Rodrigues

Jordão Engenharia
Rio de Janeiro – RJ
<http://lattes.cnpq.br/2423817783390317>

Marcelo Luiz De Carvalho Ribeiro

Gera Maranhão - Geradora de Energia do
Maranhão S/A
Maranhão – MA
<http://lattes.cnpq.br/7652123700396894>

RESUMO: Este artigo apresenta o relé inteligente (RI) de proteção com múltiplas funções para sistemas baseados em inversores

que utiliza uma rede neural paraconsistente. Essa rede trabalha com graus de evidência favorável, desfavorável, sensibilidade e tempo. O RI inclui as funções de detecção de ilhamento, detecção de falta, reconhecimento do tipo de falta e bloqueio seletivo de falta. O RI LPA4v multifunção proposto foi testado em ambiente hardware-in-the-loop (HIL). Os resultados mostram que o RI proposto é superior aos métodos tradicionais de reconhecimento de ilhamento em relação à confiabilidade, segurança e tempo de detecção.

PALAVRAS-CHAVE: Relé inteligente, Geração distribuída, Ilhamento, Rede neural paraconsistente, Proteção.

ABSTRACT: This article presents the protection relay (IR) with several functions for systems based on inverters that use a paraconsistent neural network. This network works with favorable, unfavorable degrees of evidence, sensitivity and time. The IR includes the functions of islanding detection, fault detection, fault type recognition and selective fault blocking. The proposed multifunctional APL4v IR was tested in a hardware-in-the-loop (HIL) environment. The results show that the proposed IR is superior to traditional island recognition methods in terms of reliability, security and detection time.

KEYWORDS: Intelligent relay, Distributed generation, Islanding, Paraconsistent neural network, Protection.

1 | INTRODUÇÃO

O Setor Energético Brasileiro está sob intensa transformação, a oferta descentralizada e ambientalmente sustentável tem impulsionado a utilização de gerações de pequeno e médio porte (microgeração e minigeração) conectadas aos sistemas de distribuição chamadas de Gerações Distribuídas baseados em inversores (GDs). O uso das GDs é benéfico para as concessionárias de energia, proprietários de GDs e consumidores finais, pois melhora a confiabilidade, a qualidade da energia e é economicamente vantajoso. Entretanto, várias condições técnicas precisam ser analisadas em relação à inserção de GDs, de forma a identificar os impactos causados na rede elétrica. Uma dessas condições é o ilhamento que pode ser classificado em ilhamento intencional, quando a fonte de geração é desconectada da rede e o ilhamento não intencional, quando problemas de curto-circuito e falhas nos dispositivos são detectados na rede de distribuição.

O ilhamento não intencional deve ser detectado pelo sistema de proteção da GD, pois pode causar a deterioração da qualidade de energia, risco de vida para as equipes de manutenção, bem como problemas na proteção do sistema de distribuição ilhado. Por outro lado, a detecção indevida pode ter como consequência a instabilidade do sistema interligado em casos de forte dependência de GDs, diminuição da qualidade da energia, atenuação da qualidade do fornecimento, bem como a redução da confiabilidade do sistema de distribuição, além do incremento dos custos operacionais.

Para identificar o evento de ilhamento várias técnicas foram propostas na literatura para garantir que os sistemas operem sob os requisitos de segurança e qualidade.

As técnicas de proteção anti-ilhamento podem ser classificadas em função das suas características operativas, e podem ser classificadas em técnicas remotas e locais.

As técnicas remotas são mais confiáveis e eficientes na detecção de ilhamento do que as técnicas locais. Porém, as técnicas remotas são pouco utilizadas devido ao alto custo operacional e a necessidade de uma rede de comunicação sem falhas, e tem por princípio funcional a comunicação entre a concessionária, os dispositivos de proteção, os dispositivos de manobra da rede de distribuição e a GD [5].

As técnicas locais são divididas em três classes: passivas, ativas e híbridas [1],[2]. Dentre as técnicas ativas típicas, as que mais se destacam são: Active Frequency Drift (AFD), Sandia Frequency Shift (SFS), Slupe Mode Frequency Shift (SMS) e método de medição de impedância. Essas técnicas introduzem no sistema de distribuição uma instabilidade que é normalizada pela conexão com o sistema principal, ou provocam uma perturbação que é absorvida pelo sistema interligado. A ocorrência do ilhamento, surti

a partir da perda de conexão com o sistema interligado e os parâmetros das gerações distribuídas como tensão, frequência, impedância sofrem uma variação que é utilizada para a detecção do ilhamento. Essas técnicas apresentam deterioração da qualidade da energia elétrica e estão associadas aos geradores que utilizam inversores para a conexão com a rede elétrica, levando à falha de detecção de ilhamento [6].

As técnicas passivas têm como princípio a detecção de uma anomalia na amplitude, frequência e fase da tensão no ponto de acoplamento comum (PCC) entre o inversor e a rede de distribuição. Sendo assim, essas cessam a conversão de energia da GD quando ocorrem mudanças a partir das condições normais especificadas. As técnicas passivas têm um desempenho notável quando existe uma perceptível incompatibilidade entre a carga e a geração do sistema ilhado. No entanto, se essa incompatibilidade for pequena, a superioridade das técnicas passivas é reduzida [5].

As técnicas híbridas reúnem baixas zonas de não detecção (ZND) dos métodos ativos e a não interferência na qualidade da energia elétrica dos métodos passivos. Geralmente, os métodos híbridos utilizam uma técnica passiva para realizar uma primeira avaliação do estado do sistema de distribuição. Quando uma anormalidade é detectada, um método ativo é empregado para forçar o sistema a uma condição que caracterize o ilhamento.

Como anteriormente mencionado, a detecção de faltas é outra parte importante da detecção de interconexão da DG. As normas operativas das DGs requerem a desconexão imediata no início de qualquer falta. Dentre os tipos faltas, as que envolvem curto-circuito são as mais notáveis, tendo como destaque a falta de curto-circuito monofásico linha-terra que corresponde a 70 % desse fato.

Portanto, este artigo propõe um relé inteligente (RI) com múltiplas funções para sistemas baseados em inversores, utilizando a Lógica Paraconsistente Anotada de 4 Valores, que permitiu efetuar tratamentos de sinais inconsistentes, indeterminado ou indefinidos. A análise de sinais utilizando a LPA4v permite que vários problemas ocasionados por situações contraditórias, imprecisas ou indefinidas possam ser tratados de maneira a detectar a falta ou a falha mais próxima de sua realidade, além de analisar o comportamento dos especialistas no decorrer do tempo. Este método deu origem ao algoritmo denominado “Para– Especialista” implementado no RI.

Este artigo está dividido nas seguintes seções: A seção 2 apresenta o desenvolvimento e a implementação do relé inteligente multifunção; A seção 3 mostra a simulação em tempo real e análise dos resultados; A seção 4 apresenta as conclusões obtidas do RI.

2 | METODOLOGIA PARA O DESENVOLVIMENTO E A IMPLEMENTAÇÃO DO RELÉ INTELIGENTE MULTIFUNÇÃO

2.1 A Lógica Paraconsistente Anotada (LPA)

O RI – LPA4v tem como princípio de funcionamento uma lógica não clássica chamada de Lógica Paraconsistente Anotada (LPA). Que trata contradições, indefinições e imprecisões de dados ou sinais, oriundos de uma mesma fonte ou de fontes diferentes, solucionando essas inconsistências. Pois, para cada proposição, que são as sentenças simbólicas que definem algo como verdadeiro ou falso, são associados dois graus, o grau de evidência favorável (μ) e o grau de evidência desfavorável (λ). A análise dos graus produz uma saída denominada estado lógico resultante.

2.1.1 Algoritmos da LPA4v lógica

Os algoritmos da Lógica Paraconsistente de 4 Valores estão fundamentados nos Nós de Análise Paraconsistente (NAP). Esses quando interligados compõem a rede neural paraconsistente de análise de tomada de decisão.

Os NAP's são algoritmos extraídos da Lógica Paraconsistente e formam as redes de análise paraconsistente, constituindo o tratamento do evento de ilhamento. Com as suas entradas sendo alimentadas pelos Graus de Evidências retirados de base de dados de conhecimento incerto, os NAP utilizam as equações obtidas da metodologia da LPA e obtêm os resultados finais na forma de Graus de Certeza Real (μ_{ER1}). Esses valores de podem ser normalizados transformando-se em Grau de Evidência resultante.

A normalização de valores de graus de evidência favorável e desfavorável nos algoritmos da LPA produz na saída do NAP um grau de evidência resultante e um valor de Intervalo de Evidência, ambos pertencentes ao conjunto dos números reais. A representação simbólica de um NAP é exibida na Figura 1.

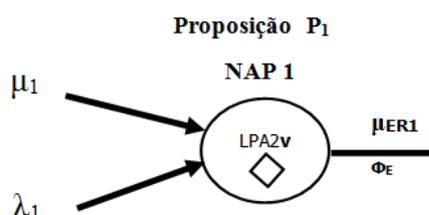


FIGURA 1 - Representação de um NAP – Nó de Análises Paraconsistente.

No NAP o valor do Grau de Evidência de Saída μ_{ER1} representa o valor da evidência resultante a respeito da Proposição Analisada, e o Intervalo de Evidência Φ_E informa o quanto o valor do sinal de evidência obtido pode variar, com o mesmo Grau de contradição.

apresentado pelas informações de evidência aplicadas nas entradas [10][11].

A finalidade do algoritmo do NAP é analisar os valores dos graus de *evidência favorável* e de *evidência desfavorável* conforme a Lógica Paraconsistente Anotada de anotação com dois valores (LPA2v).

O Algoritmo básico de um NAP descrito a seguir:

1. Entre com os valores de Entrada

μ # Grau de evidência favorável [0,1]
 λ # Grau de evidência desfavorável [0,1]

2. Calcule o Grau de Contradição normalizado

$$\mu_{ctr} = \frac{\mu + \lambda}{2}$$

3. Calcule o Intervalo de Evidência resultante

$$\varphi_E = 1 - |2\mu_{ctr} - 1|$$

4. Determine o sinal da Saída

Se $\varphi_E \leq 0,25$ então faça: $S1 = 0,5$ e $S2 = \varphi_{E(\pm)}$ e vá para o item 12
Senão vá para o próximo item

5. Calcule o Grau de Certeza

$$G_c = \mu - \lambda$$

6. Calcule o Grau de Contradição

$$G_{ct} = (\mu + \lambda) - 1$$

7. Calcule a distância D

$$D = \sqrt{(1 - |G_c|)^2 + G_{ct}^2}$$

8. Determine o Grau de Certeza real

Se $G_c > 0$ então faça: $G_{CR} = (1 - D)$
Se $G_c < 0$ então faça: $G_{CR} = (D - 1)$

9. Calcule o Grau de Evidência resultante real

$$\mu_{ER} = \frac{G_{CR} + 1}{2}$$

10. Determine a sinalização do Intervalo de Evidência resultante

Se $\mu_{ctr} < 0,5$ então faça: $\varphi = \varphi_{E(-)}$ # Sinalize negativo
Se $\mu_{ctr} > 0,5$ então faça: $\varphi = \varphi_{E(+)}$ # Sinalize positivo
Se $\mu_{ctr} = 0,5$ então faça: $\varphi = \varphi_{E(0)}$ # Sinalize zero

11. Apresente os resultados na saída

Faça: $S1 = \mu_{ER}$ e $S2 = \varphi_{E(\pm)}$

12. Fim

Se o sistema perceber um alto grau de informações contraditórias ou inconsistentes poderá solicitar mais informações através de seus especialistas que vão analisar as evidências através dos graus de especialidades (e), o grau de especialidade máximo ($e_{máx} = 1$) e o grau de especialidade mínimo ($e_{min} = 0$) conhecido como neófito. Os especialistas tem o papel de tomada de decisão de forma coerente com o mínimo de indecisão ou desconhecimento de causa.

O grau de especialidade mínimo (e_{min}) neófito devido sua inexperiência, adquire a experiência à medida que a variável tempo (t) transcorre. Desta forma, sua especialidade aumenta para assim, definir dois estados lógicos Verdadeiro ou Falso. Essa análise pode ser feita para qualquer nível de especialidade. A quarta dimensão “tempo” permiti visualizar o comportamento dos especialistas nas tomadas de decisão do sistema tornando o extremamente sensível. Portanto, a Lógica Paraconsistente Anotada de 4 Valores é representada pela quádrupla (μ, λ, e, t) .

Através do processo de treinamento, conforme a configuração do alimentador de distribuição, os eventos deilhamento e de falta são simulados em tempo real. Durante as simulações, as medições de tensão e corrente no ponto de acoplamento comum (PCC) da DG são capturados e armazenados para serem analisados pelo sistema chamado de Nó de Análise Paraconsistente (NAP). Com base nos dados obtidos, os recursos possuem padrões ou características de variação que durante as condições de ilhamento e falta são calculadas, como por exemplo a frequência, taxa de mudança de frequência, potências ativa e reativa. Após os dados serem processados a lógica proposta é utilizada para encontrar as melhores características com altos índices de confiança e segurança que serão incorporadas no relé inteligente (RI).

2.2 A Extração das Características

As principais características selecionadas no PCC da DG são utilizadas para formar os modelos de tomada de decisão conforme a Tabela 1, onde pode-se notar vinte e sete parâmetros associados a grandezas medidas e/ou calculadas, as quais são utilizadas pelo algoritmo extrator a fim de serem utilizadas pela rede de neural paraconsistente.

Parâmetro	Variável	Descrição	Dimensão
X_1	F	Frequência	Hz
X_2	ΔF	Desvio de frequência	Hz
X_3	dF/dt	ROCOF	Hz/s
X_4	V	Tensão	pu
X_5	ΔV	Desvio de tensão	pu
X_6	dV/dt	ROCOV	pu/s
X_7	I	Corrente	pu
X_8	ΔI	Desvio de corrente	pu
X_9	dI/dt	Taxa de mudança da corrente	pu/s
X_{10}	P	Potência ativa de saída	pu
X_{11}	ΔP	Desvio da potência ativa de saída	pu
X_{12}	dP/dt	Taxa de mudança da potência ativa de saída	pu/s
X_{13}	Q	Potência reativa de saída	pu
X_{14}	ΔQ	Desvio da potência reativa de saída	pu
X_{15}	dQ/dt	Taxa de mudança da potência reativa de saída	pu/s
X_{16}	$\cos \phi$	Fator de potência	
X_{17}	$\Delta \cos \phi$	Desvio do fator de potência	
X_{18}	$d \cos \phi / dt$	Taxa de mudança de fator de potência	
X_{19}	φ	Ângulo de fase	rad.
X_{20}	$\Delta \varphi$	Desvio do ângulo de fase	rad.
X_{21}	$d\varphi/dt$	Taxa de mudança do ângulo de fase	rad./s
X_{22}	V_{THD}	Distorção total harmônica da tensão	
X_{23}	ΔV_{THD}	Desvio da distorção total harmônica da tensão	
X_{24}	dV_{THD}/dt	Taxa de mudança da distorção harmônica total da tensão	
X_{25}	I_{THD}	Distorção total harmônica da corrente	
X_{26}	ΔI_{THD}	Desvio da distorção total harmônica da corrente	
X_{27}	dI_{THD}/dt	Taxa de mudança da distorção harmônica total da corrente	

TABELA 1 – Parâmetros de entrada do extrator de características.

2.3 A Função de Detecção de Ilhamento

Na função de detecção de ilhamento, a lógica do relé é treinada a partir de inúmeros cenários de carregamento do sistema, a fim de cobrir diferentes condições do sistema e minimizar sua zona de não detecção pela escolha das melhores características. Os eventos de abertura dos disjuntores e faltas também podem ser reconhecidos pela função de ilhamento. Além disso, a função de detecção de ilhamento também pode evitar o desarme indevido, já que todos os eventos possíveis que não sejam de ilhamento, como redução de carga, aumento de carga, o chaveamento de capacitores, fazem parte dos cenários de treinamento. Portanto, a lógica de detecção de ilhamento é construída com informações suficientes para distinguir as condições de ilhamento e não ilhamento.

2.4 A Função Detecção de Faltas e Funções de Reconhecimento do Tipo de Falta

Esta função detecta todos os tipos de faltas simétricas e assimétricas dentro de suas zonas de proteção empregando diferentes combinações de recursos/parâmetros da DG. Através da Rede de Análise Paraconsistente (NAP) que fornece a informação segura sobre quais as proposições com maior ou menor grau de contradição. Com essas informações o sistema tem condições de tomar decisões mais confiáveis, além de ter os valores para atuar no controle dos sinais de entrada, enfraquecendo ou fortalecendo

evidências para diminuir as contradições para produzir um sistema de decisão robusto e capaz de trazer resultado com alto grau de confiabilidade.

Essa função é capaz de identificar quatro tipos de faltas: falta linha-terra (LG), falta linha-linha (LL), falta trifásica de fase (LLL) e falta linha a terra linha a terra (LLG). Além disso, para faltas à terra, as faltas de impedâncias variáveis são consideradas no período de treinamento do relé proposto para melhorar a adaptabilidade da função de detecção de faltas.

2.5 A Função de bloqueio seletivo de FRT

A função de bloqueio seletivo de falta proposta é obtida por meio da análise da NAP, usando as informações obtidas pelas funções de detecção de ilhamento, faltas e reconhecimento do tipo de falta se dará o bloqueio.

A Figura 2 mostra o diagrama funcional do RI – LPA4v proposto. Indicando para eventos de ilhamento, faltas, bloqueio e identificador de faltas. A lógica de falha é supervisionada pela lógica de bloqueio seletivo através de uma lógica E.

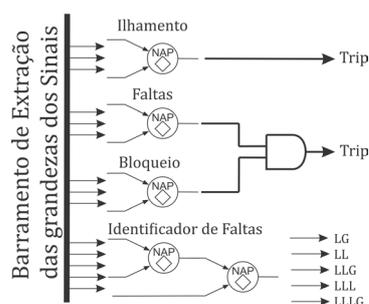


FIGURA 2 - Representação de um NAP – Nó de Análises Paraconsistente.

3 | SIMULAÇÃO EM TEMPO REAL E ANÁLISE DOS RESULTADOS

A fim de avaliar o desempenho RI-LPA4v foram simuladas em tempo real no equipamento Typhoon-HIL a rede de teste do IEEE 34 barras com duas situações de ilhamento, através da abertura da linha que interliga as barras 800 e 802 (Ilhamento 1) e a linha entre 830 e 854. (Ilhamento 2) conforme mostra a Figura 3, onde cada uma das GD's possuía um RI-LPA4v. Foram consideradas duas condições de carga, 100% e 50%. Na primeira a carga do sistema é igual à carga do sistema teste original IEEE 34 barras, na segunda a carga é reduzida em 50%. Os testes também compreenderam dois níveis de penetração da geração distribuída: 2,5 MW e 1,0 MW, resultando assim em oito situações diferentes. Dessas oito simulações foram incorporadas as faltas nas barras 802, 830, 852 e 842 e também foram consideradas duas impedâncias de falta, de 0 Ω e 60 Ω , duas condições de carga, 50% e 100% e no dois níveis de penetração da geração distribuída. Sendo um total de 2160 casos simulados dos quais 50 % foram utilizados para o treinamento da rede neural paraconsistente e os 50% restantes foram utilizados para o

reconhecimento dos padrões de ilhamento, faltas, tipos de faltas e bloqueio seletivo.

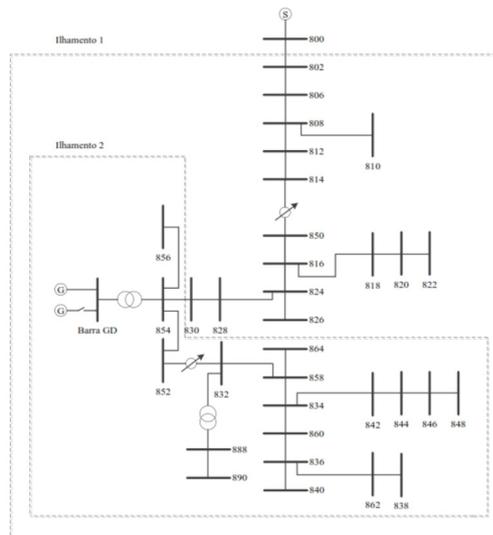


FIGURA 3 - Ilhamentos testados no sistema teste IEEE 34 barras [6].

Na Figura 4 pode-se notar que o ambiente de simulação em tempo real é realizado no equipamento Typhoon-HIL, o qual serve de acoplamento para o controle real do Relé Inteligente utilizado no sistema teste IEEE 34 barras.

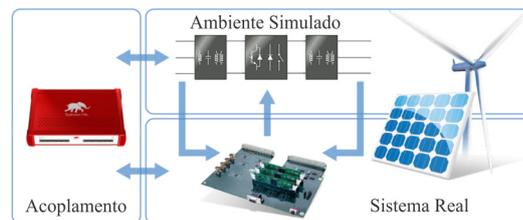


FIGURA 4 - Diagrama de funcionamento do sistema em tempo real.

As formas de onda apresentadas na Figura 5 caracterizam duas situações. A primeira situação, representada pelas Figuras 5a e 5b, demonstram a frequência e a tensão de linha da fase “a” quando a barra 802 é aberta, respectivamente. Esses sinais foram extraídos da barra DG, que por sua vez, demonstra a capacidade de penetração do RI-LPA4v. A segunda situação, exibida pelas Figuras 5c e 5d, demonstram a frequência e a tensão de linha da fase “a” Quando ocorre um curto-circuito monofásico LG na barra 802, onde é possível ver a capacidade de penetração do RI.

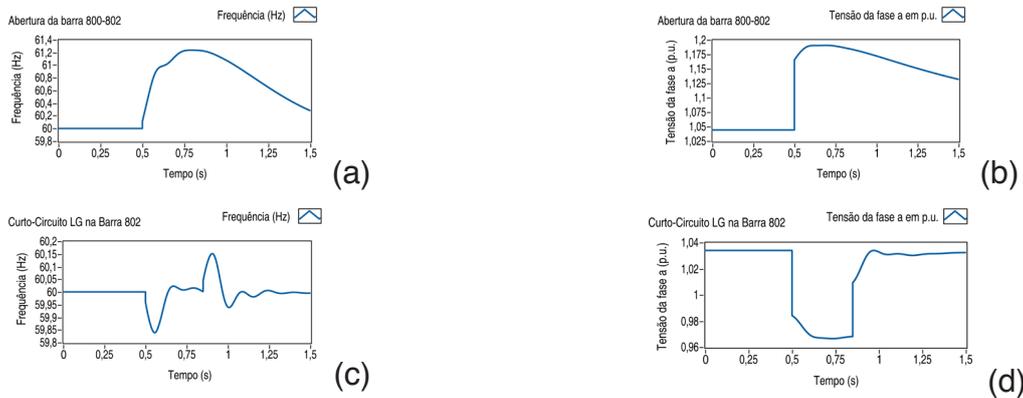


FIGURA 5 - Características dos Sinais Extraídos na Barra GD. (a) Característica da frequência durante a abertura da barra 802; (b) Característica da tensão de linha da fase “a” durante a abertura da barra 802; (c) Característica da frequência durante a curto-circuito monofásico LG na barra 802; (d) Característica da tensão de linha da fase “a” durante a curto-circuito monofásico LG na barra 802;

Uma Rede Neural Paraconsistente (RNP) foi desenvolvida com base no algoritmo Para-especialista NAP. O algoritmo formado por 52 NAP's é capaz de analisar a condição de ilhamento baseada na classificação dos desvio e o grau de pertinência de cada um dos desvios. Esses graus de pertinência foram divididos em 3 grandes grupos, o que relaciona tensão, corrente e frequência, o que relaciona as potências com o e o que relaciona o ângulo com as THD's (tensão e corrente). A Figura 6 apresenta a rede neural paraconsistente. Cabe resaltar, que mais 3 algoritmos foram construídos a fim de completar as funções do RI. Nesse trabalho apenas é demonstrado o algoritmo principal. Portanto, os eventos de faltas, bloqueio e identificador de faltas não são exibidos, mas para o funcionamento foram incorporados do controlador.

Após o treinamento da rede neural paraconsistente, com base na lógica proposta, são apresentados os seguintes resultados na Figura 7, onde pode-se notar as comparações de desempenho entre o relé inteligente proposto e a atuação dos relés ROCOF e ROCOV. Na Figura 7a compara o RI-LPA4v com o relé ROCOF na DG1 com os ajustes de 0,1 Hz/s e 0,25 Hz/s mediante a variação da potência ativa dada em p.u., nota-se que o resultado do RI em qualquer variação da potência ativa corresponde a 100 % dos acertos. Na Figura 7b a comparação o RI-LPA4v com o relé ROCOV na DG1 com os ajustes de 0,07 V/s e 0,1 V/s mediante a variação da potência reativa dada em p.u., nota-se que o resultado do RI em qualquer variação da potência reativa corresponde a 100 % dos acertos. Na Figura 7c compara o RI-LPA4v com o relé ROCOF na DG2 com os ajustes de 0,1 Hz/s e 0,25 Hz/s mediante a variação da potência ativa dada em p.u., nota-se que o resultado do RI em qualquer variação da potência ativa corresponde a 100 % dos acertos. Na Figura 7d a comparação o RI-LPA4v com o relé ROCOV na DG2 com os ajustes de 0,07 V/s e 0,1 V/s mediante a variação da potência reativa dada em p.u., nota-se que o resultado do RI em qualquer variação da potência reativa corresponde a 100 % dos acertos. A consolidação da comparação do Relé Inteligente Multifuncional com o relé ROCOF é exibida na Figura

7e e finalizando, a Figura 7f revela a comparação consolidada entre o RI-LPA4v com o relé ROCOF onde a taxa de confiabilidade foi de 100 %.

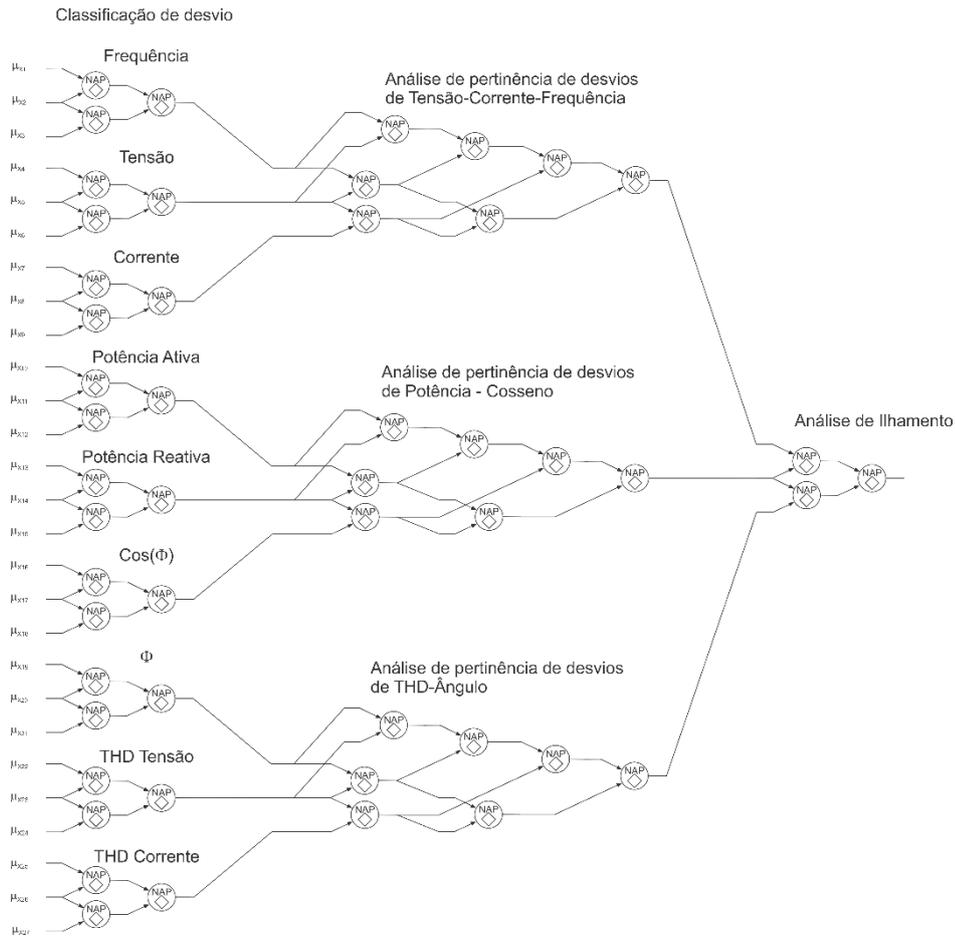


FIGURA 6 - Diagrama da Rede Neural Paraconsistente aplicada no reconhecimento de ilhamento.

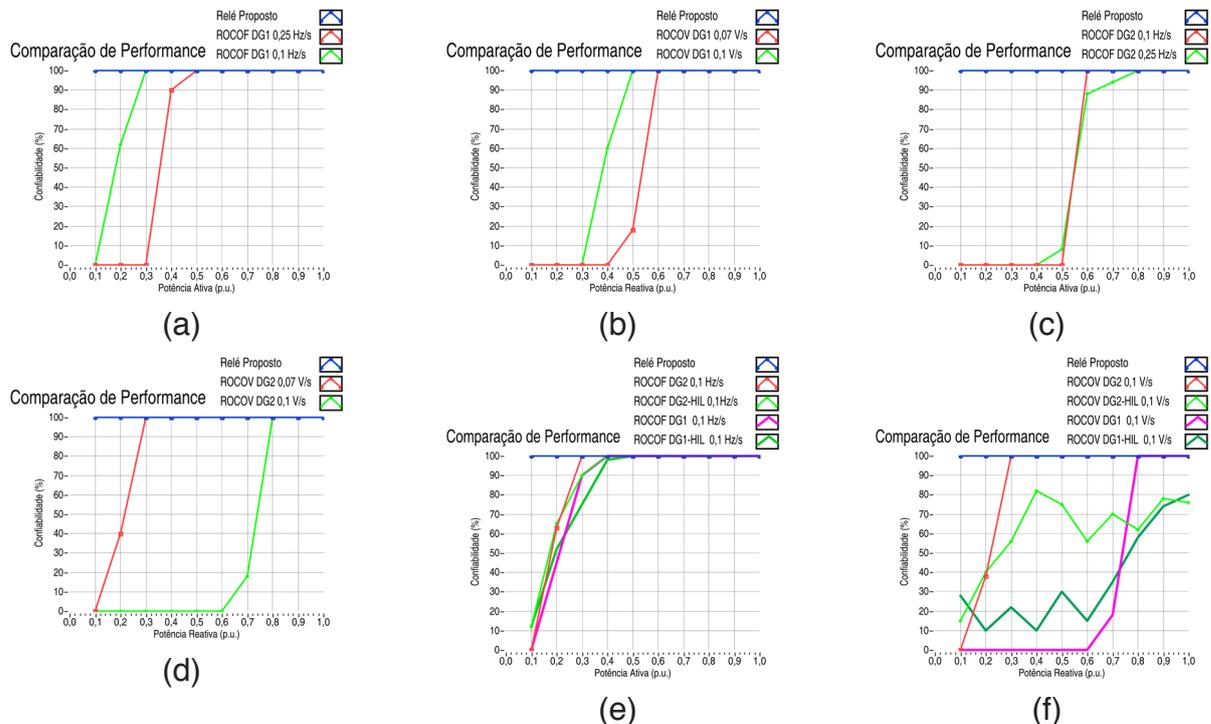


FIGURA 7 - Comparação de desempenho do relé proposto. (a) Comparação do RI-LPA4v com o relé ROCOF na DG1; (b) Comparação do RI-LPA4v c.om o relé ROCOV na DG1; (c) Comparação do RI-LPA4v com o relé ROCOF na DG2; (b) Comparação do RI-LPA4v c.om o relé ROCOV na DG2; (e) Comparação do RI-LPA4v com o relé ROCOF na DG1 e DG2; (f) Comparação do RI-LPA4v com o relé ROCOV na DG1 e DG2.

4 | CONCLUSÃO

O relé RI-LPA4v se mostrou eficiente quando comparado a métodos de reconhecimento de ilhamento tradicional ROCOF e ROCOV. É observado que os relé ROCOF e ROCOV falharam no reconhecimento de ilhamento sempre que a potência ativa ou reativa eram baixas, na ordem de 0,1 a 0,5 p.u.. O relé RI-LPA4v em qualquer operação de potência respondeu de forma bastante relevante, pois obteve 100% dos acertos. Devido a natureza do NAP a velocidade de processamento de reconhecimento de ilhamento e faltas é rápida, da ordem de 10,3 a 45,8 %. Outra é que o custo computacional do algoritmo é muito baixo, pois envolvem operações matemáticas simples podendo ser aplicados em processadores digitais de sinal.

REFERÊNCIAS

- (1) KHAMIS, A.; SHAREEF, H.; BIZKEVELCI, E. and KHATIB, T. “A Review of islanding Detection Techniques for Renewable Distributed Generation Systems”, *Renew. Sustain. Energy Rev.*, vol. 28, pp. 483–493, 2013
- (2) REIGOSA, D. *et al.* “Active Islanding Detection Using High-Frequency Signal Injection”, *IEEE Trans. Ind. Appl.*, vol. 48, no. 5, pp. 1588–1597, 2012.
- (3) LAGHARI, J. *et al.* “Computational Intelligence based techniques for islanding detection of distributed network: A review”, *Energy conversion and Management*, Elsevier, v. 88. P. 139 – 152, 2014.
- (4) de CARVALHO, M. S. C., “A Análise de Técnicas de Detecção de Ilhamento Ativas em Sistemas de Geração Distribuída Baseados em Inversores Fonte de Tensão”, Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica e Área de Concentração em Sistemas Dinâmicos – Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, 2017.
- (5) BITTENCOURT, A. A. “Proteção adaptativa de alimentadores de distribuição de energia elétrica considerando a geração distribuída”. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2011.
- (6) MARCHESAN, G. “Detecção de ilhamento em sistemas de distribuição com geração síncrona distribuída”. 2016. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, 2016.
- (7) MENON, V.; NEHRIR, M. H. “A hybrid islanding detection technique using voltage unbalance and frequency set point”. *IEEE Transactions on Power Systems*, [S.l.], v.22, n.1, p.442–448, 2007.67.
- (8) LAGHARI, J.; MOKHLIS, H.; KARIMI, M.; BAKAR, A.; MOHAMAD, H. “An islanding detection strategy for distribution network connected with hybrid DG resources”. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, [S.l.], v.45, p.662–676, 2015.
- (9) da SILVA FILHO, J. I. “Algorithms based on paraconsistent annotated logic for applications in expert systems”. In: Segura JM, Reiter AC (eds) *Expert system software: engineering, advantages and applications*. Nova Science Publishers, Hauppauge. ISBN 978-1-61209-114-3. 2011.
- (10) da SILVA FILHO, J. I.; ABE J. M.; TORRES, G. L. “Inteligência Artificial com Redes de Análise Paraconsistentes” editora LTC, Rio de Janeiro, 2008.

(11) MARTINS, H. G.; TORRES, G. L.; POTIN, L. F. "A Lógica Paraconsistente Anotada". Editora Comunicar, Santos, 2007.

(12) KAR, S. and SAMANTARAY, S. R. "Data-mining-based intelligent anti-islanding protection relay for distributed generations," in *IET Generation, Transmission & Distribution*, vol. 8, no. 4, pp. 629-639, April 2014. doi: 10.1049/iet-gtd.2013.0494.

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