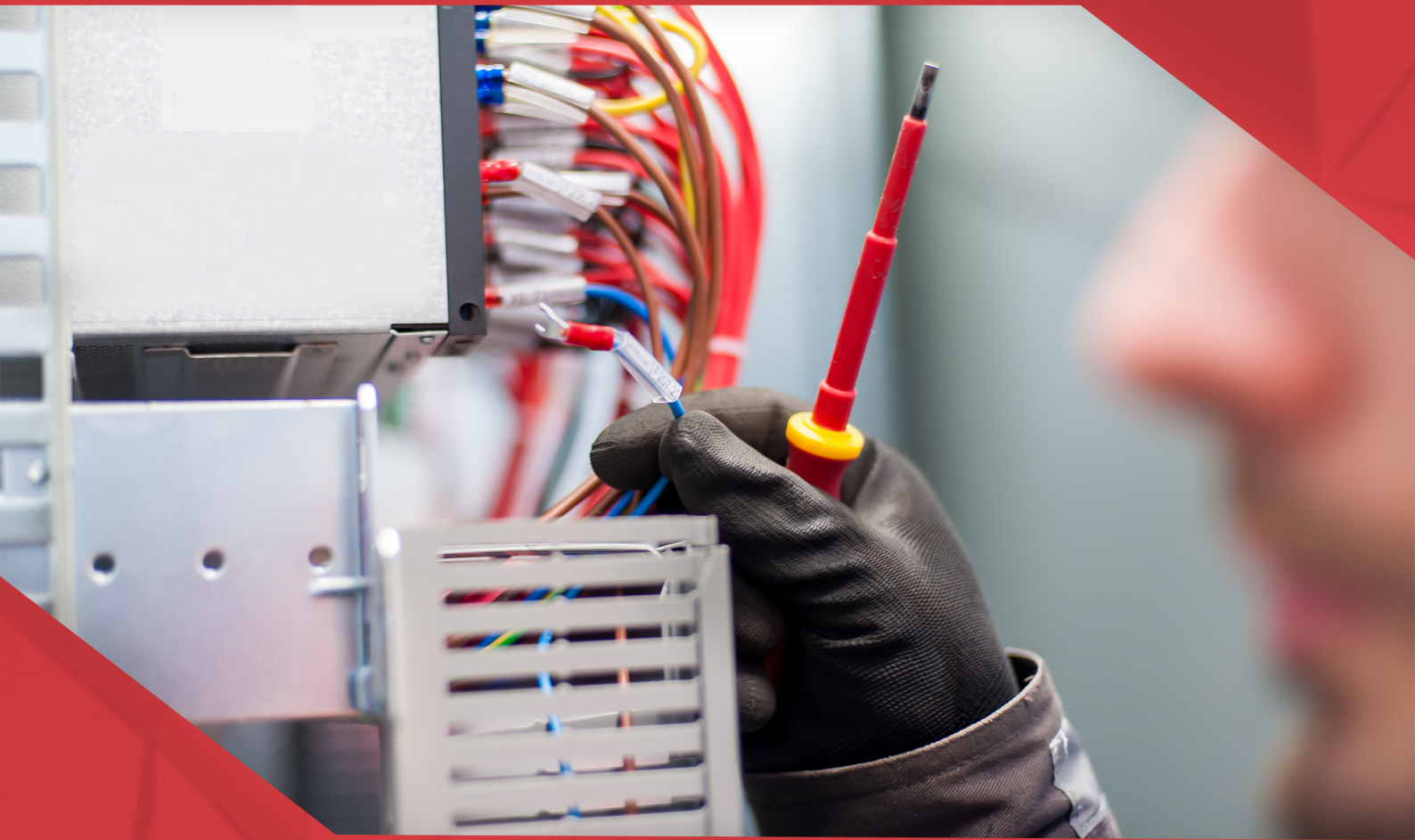


A Aplicação do Conhecimento Científico na Engenharia Elétrica

João Dallamuta
Henrique Ajuz Holzmann
(Organizadores)



A Aplicação do Conhecimento Científico na Engenharia Elétrica

João Dallamuta
Henrique Ajuz Holzmann
(Organizadores)



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: Karine de Lima

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
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
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa
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
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionale delle Figlie di 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
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
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
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
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
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande
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 Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto
Prof. Dr. Alexandre Leite dos Santos Silva – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás
Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. 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. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Conselho Técnico Científico

Prof. Msc. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo
Prof. Msc. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza
Prof. Dr. Adailson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba
Prof. Msc. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Profª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Profª Msc. Bianca Camargo Martins – UniCesumar
Prof. Msc. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Msc. Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo
Prof. Msc. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará
Profª Msc. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil
 Prof. Msc. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita
 Prof. Msc. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária
 Prof. Msc. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná
 Prof^a Msc. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
 Prof. Msc. José Messias Ribeiro Júnior – Instituto Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco
 Prof. Msc. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
 Prof^a Msc. Lilian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará
 Prof^a Msc. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ
 Prof^a Dr^a Lívia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás
 Prof. Msc. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados
 Prof. Msc. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual de Maringá
 Prof. Msc. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados
 Prof^a Msc. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal
 Prof^a Msc. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo
 Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)**

A642 A aplicação do conhecimento científico na engenharia elétrica [recurso eletrônico] / Organizadores João Dallamuta, Henrique Ajuz Holzmann. – Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2020.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-85-7247-932-5

DOI 10.22533/at.ed.325201701

1. Engenharia elétrica – Pesquisa – Brasil. I. Dallamuta, João.
II. Holzmann, Henrique Ajuz.

CDD 623.3

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

Atena Editora
 Ponta Grossa – Paraná - Brasil
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

A engenharia elétrica tornou-se uma profissão há cerca de 130 anos, com o início da distribuição de eletricidade em caráter comercial e com a difusão acelerada do telégrafo em escala global no final do século XIX.

Na primeira metade do século XX a difusão da telefonia e da radiodifusão além do crescimento vigoroso dos sistemas elétricos de produção, transmissão e distribuição de eletricidade, deu os contornos definitivos para a carreira de engenheiro eletricista que na segunda metade do século, com a difusão dos semicondutores e da computação gerou variações de ênfase de formação como engenheiros eletrônicos, de telecomunicações, de controle e automação ou de computação.

Produzir conhecimento em engenharia elétrica é portando pesquisar em uma gama enorme de áreas, subáreas e abordagens de uma engenharia que é onipresente em praticamente todos os campos da ciência e tecnologia.

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

João Dallamuta
Henrique Ajuz Holzmann

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
PANORAMA ATUAL E CENÁRIO 2025 DA ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA NO BRASIL	
Isabela Valpecovski Urbanetz Allana de Moura Netto Bruno Scolari Vicente Leite Jair Urbanetz Junior	
DOI 10.22533/at.ed.3252017011	
CAPÍTULO 2	10
GESTÃO EFICIENTE DAS ANUIDADES REGULATÓRIAS NA CEMIG DISTRIBUIÇÃO	
Rosane de Pinho Matos Viviane Fernanda de Aguiar Pereira	
DOI 10.22533/at.ed.3252017012	
CAPÍTULO 3	21
DESAFIOS DA REVISÃO PERIÓDICA DE AJUSTES DE GRANDES SISTEMAS -NORMAS, PROCEDIMENTOS E FERRAMENTAS	
Rodrigo A. Benes Ferreira Mario Roberto Bastos Nilson José Francischetti Júnior	
DOI 10.22533/at.ed.3252017013	
CAPÍTULO 4	36
AVALIAÇÃO ECONÔMICA E ENERGÉTICA DE UM SISTEMA INTEGRANDO MÁQUINA BIOPEIXES E REATOR MULTIFUNCIONAL PARA PRODUÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA	
Francisco de Assis da Silva Mota Francisco Francielle Pinheiro dos Santos Paula Cristina de Amorim Andrade	
DOI 10.22533/at.ed.3252017014	
CAPÍTULO 5	48
ANÁLISE DE PERDAS TÉCNICAS EM SISTEMAS DE DISTRIBUIÇÃO	
Francisco Jeandson Rodrigues da Silva Ailson Pereira de Moura Adriano Aron Freitas de Moura Douglas Aurélio Carvalho Costa Obed Leite Vieira	
DOI 10.22533/at.ed.3252017015	
CAPÍTULO 6	61
CARACTERIZAÇÃO E ESTRATIFICAÇÃO DOS SFVCR NO BRASIL: CENÁRIO ATUAL E PERSPECTIVAS FUTURAS	
Diego Piazza Hilgert Jair Urbanetz Junior	
DOI 10.22533/at.ed.3252017016	

CAPÍTULO 7	75
GECORTE CEMIG D: SELEÇÃO ÓTIMA DE ALVOS DE CORTE USANDO GEORREFERENCIAMENTO: DESENVOLVIMENTO SAP/CCS	
Wellington Fazzi Cancian Andre Luiz Soares Charles Ramos Pimenta	
DOI 10.22533/at.ed.3252017017	
CAPÍTULO 8	89
ÍNDICES DE REFERÊNCIA PARA APLICAÇÃO DA TECNOLOGIA CABOS PARA-RAIOS ENERGIZADOS	
José Ezequiel Ramos Alexandre Piantini Ary D'Ajuz Valdemir Aparecido Pires Paulo Roberto de Oliveira Borges	
DOI 10.22533/at.ed.3252017018	
CAPÍTULO 9	96
A EXPERIÊNCIA DA COPEL COM RELIGADORES MONOFÁSICOS	
Maurício Varassim Hernandes Oscar Kim Júnior Fausto Aurélio Portella Garcia Guilherme Fernandes Gonçalves	
DOI 10.22533/at.ed.3252017019	
CAPÍTULO 10	108
SISTEMA DE MONITORAMENTO DA REDE DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA COM VISTAS A MELHORIA DA QUALIDADE DE SERVIÇO	
Klendson Marques Canuto Avilez Batista de Oliveira Lima Paulo Roberto de Oliveira Braga Juraci Gomes de Aguiar Filho André Ribeiro da Costa	
DOI 10.22533/at.ed.32520170110	
CAPÍTULO 11	122
TÉCNICA DE RESGATE PARA TRABALHOS EM INSTALAÇÕES ENERGIZADAS – MÉTODO AO POTENCIAL	
Fernando César Pepe Wlademir Braido	
DOI 10.22533/at.ed.32520170111	
CAPÍTULO 12	128
MONITORAMENTO DE DESGASTE DE CONTATOS DOS DISJUNTORES DA SUBESTAÇÃO ISOLADA À GÁS DA UHE BELO MONTE	
Davi Carvalho Moreira	
DOI 10.22533/at.ed.32520170112	

CAPÍTULO 13 139

COMPARAÇÃO ENTRE TRANSFORMADORES A ÓLEO E A SECO

Marco Antonio Ferreira Finocchio
Márcio Mendonça
Lucas de Oliveira Antunes
Jeferson Gonçalves Ferreira

DOI 10.22533/at.ed.32520170113

CAPÍTULO 14 147

OTIMIZAÇÃO POR ENXAME DE PARTÍCULAS APLICADA A CONTROLADORES DE CORRENTE PARA INVERSORES CONECTADOS À REDE

Lucas Cielo Borin
Iury Cleveston
Caio Ruviaro Dantas Osorio
Gustavo Guilherme Koch
Fabricio Moretto Bottega
Vinicius Foletto Montagner

DOI 10.22533/at.ed.32520170114

CAPÍTULO 15 161

OTIMIZAÇÃO DA CONFIABILIDADE PELA ALOCAÇÃO DE CHAVES AUTOMÁTICAS E USO DE GERAÇÃO DISTRIBUÍDA EM ILHAMENTO

Railson Severiano de Sousa
Camilo Alberto Sepúlveda Rangel
Criciéle Castro Martins
Mauricio Sperandio
Luciane Neves Canha

DOI 10.22533/at.ed.32520170115

CAPÍTULO 16 175

COMO SELECIONAR TRANSISTORES DE POTÊNCIA PARA APLICAÇÕES EM CONVERSORES ESTÁTICOS?

Edemar de Oliveira Prado
Pedro Cerutti Bolsi
Mateus José Tiburski
Éder Bridi
Hamiltom Confortin Sartori
José Renes Pinheiro

DOI 10.22533/at.ed.32520170116

CAPÍTULO 17 190

METODOLOGIA DE PROJETO DE CONVERSORES BOOST PARA APLICAÇÕES DE ALTA EFICIÊNCIA E ELEVADO GANHO DE TENSÃO

Mateus José Tiburski
Éder Bridi
Edemar Oliveira Prado
Pedro Cerutti Bolsi
Hamiltom Confortin Sartori
José Renes Pinheiro

DOI 10.22533/at.ed.32520170117

CAPÍTULO 18	203
INFLUÊNCIA DO PONTO DE OPERAÇÃO DE CONVERSORES ESTÁTICOS NO VOLUME E PERDAS DE DIFERENTES MATERIAIS MAGNÉTICOS	
<ul style="list-style-type: none"> Pedro Cerutti Bolsi Edemar de Oliveira Prado Mateus José Tiburski Éder Bridi Hamiltom Confortin Sartori José Renes Pinheiro 	
DOI 10.22533/at.ed.32520170118	
CAPÍTULO 19	218
WIRELESS CHARGER MANUFACTURING USING INDUCTIVE METHOD	
<ul style="list-style-type: none"> Maryam Liaqat Sulman Joseph Shamsa Maqsood Ali Raza Sana Aslam Waseem Imtiaz Muhammad Furqan Shoukat 	
DOI 10.22533/at.ed.32520170119	
CAPÍTULO 20	235
TRANSFORMADOR DE ATERRAMENTO EM REDE DE DISTRIBUIÇÃO	
<ul style="list-style-type: none"> Djair Pamplona dos Santos 	
DOI 10.22533/at.ed.32520170120	
CAPÍTULO 21	248
OTIMIZAÇÃO DE CONVERSORES BOOST INTERCALADO DE ALTO GANHO DE TENSÃO E ALTA EFICIÊNCIA	
<ul style="list-style-type: none"> Éder Bridi Mateus José Tiburski Edemar Oliveira Prado Pedro Cerutti Bolsi Hamiltom Confortin Sartori José Renes Pinheiro 	
DOI 10.22533/at.ed.32520170121	
CAPÍTULO 22	262
DETERMINAÇÃO DE PROCEDIMENTO PARA AVALIAR A INCERTEZA NA PREVISÃO DE PRECIPITAÇÃO E VAZÃO AFLUENTE POR SISTEMAS HIDRO METEOROLÓGICOS PARA AUXÍLIO NA OPERAÇÃO DOS RESERVATÓRIOS E PLANEJAMENTO HIDROENERGÉTICO	
<ul style="list-style-type: none"> Reinaldo Bomfim da Silveira Anderson Nascimento de Araujo Mino Viana Sorribas Camila Freitas Rafael Schinoff Mércio Pereira Ângelo Breda José Eduardo Gonçalves 	
DOI 10.22533/at.ed.32520170122	
SOBRE OS ORGANIZADORES	276

A EXPERIÊNCIA DA COPEL COM RELIGADORES MONOFÁSICOS

Data de submissão: 10/11/2019

Data de aceite: 03/01/2020

Maurício Varassim Hernandes

Copel Distribuição

Curitiba – Paraná

<http://lattes.cnpq.br/8929213248130565>

Oscar Kim Júnior

Copel Distribuição

Curitiba – Paraná

<http://lattes.cnpq.br/0164312701259395>

Fausto Aurélio Portella Garcia

Copel Distribuição

Curitiba – Paraná

<http://lattes.cnpq.br/8224120709515354>

Guilherme Fernandes Gonçalves

Universidade Federal do Paraná

Curitiba – Paraná

<http://lattes.cnpq.br/1928154474807277>

RESUMO: Este artigo apresenta os resultados dos projetos pilotos, estudos realizados e aplicação em grande escala dos religadores monofásicos simplificados. Estes religadores são uma tecnologia nova pois toda a eletrônica está embutida no mecanismo de interrupção da corrente, sendo então constituídos de uma peça única, não tendo um controle eletrônico separado. Esta tecnologia facilita a instalação e

manutenção, e devido ao preço reduzido pode ser adquirido em maiores quantidades quando comparado aos religadores monofásicos convencionais. A aplicação em grande escala comprovou redução no DEC e nos custos operacionais quando da instalação no lugar de/ ou em conjunto com chaves fusíveis.

PALAVRAS-CHAVE: Religador monofásico, chave fusível, qualidade de energia, DEC, custo operacional

COPEL'S EXPERIENCE WITH SINGLE-PHASE RECLOSERS

ABSTRACT: This article presents the results of pilot projects, studies and large-scale application of simplified single-phase reclosers. These reclosers are a new technology as all electronics are built into the current interruption mechanism and are therefore made of a single piece and do not have a separate electronic control. This technology facilitates installation and maintenance, and due to the reduced price it can be purchased in larger quantities compared to conventional single phase reclosers. Large scale application has proven reduction in SAIDI and operating costs when installing in place of / or in combination with power fuses.

KEYWORDS: Single-phase recloser, power fuse, electric power quality, SAIDI, operating cost

1 | INTRODUÇÃO

Em função das metas dos indicadores de qualidade de energia determinados pela ANEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica) para as concessionárias de Distribuição de Energia do Brasil visando a manutenção de sua concessão [1], a Copel Distribuição realizou estudos de novas tecnologias com o objetivo da adoção de equipamentos que contribuíssem na melhoria progressiva destes indicadores (os valores propostos de DEC - Duração Equivalente de Interrupção por Unidade Consumidora e FEC - Frequência Equivalente de Interrupção por Unidade Consumidora para os próximos anos para a Copel podem ser observados na Figura 1 e Figura 2). Dando continuidade a projetos pilotos já concluídos foi criado um Grupo de Trabalho na Copel Distribuição para aprofundamento e estudo dos religadores monofásicos. O Grupo de Trabalho foi criado em agosto de 2015 e foi finalizado em janeiro de 2016. As atribuições do grupo foram: avaliar as tecnologias de religadores monofásicos disponíveis no mercado, elaborar especificação técnica e preparar seu processo de aquisição. Estes objetivos foram totalmente concluídos e serão detalhados no desenvolvimento deste artigo.

Com relação aos projetos pilotos os mesmos foram efetuados através da aquisição e empréstimos de equipamentos. Foram utilizados dois religadores monofásicos simplificados diferentes: o Tripsaver e o Fusesaver. Após o Grupo de Trabalho, em 2016 foram adquiridos 685 Fusesavers e 480 Tripsavers. Em 2017 foram adquiridos mais 1.875 Tripsavers. Todos já foram instalados. Em 2018 foram adquiridos mais 9.650 Tripsavers. Os resultados da instalação destes equipamentos foram muito positivos tendo impactado em redução do DEC nos circuitos instalados bem como nos custos operacionais.

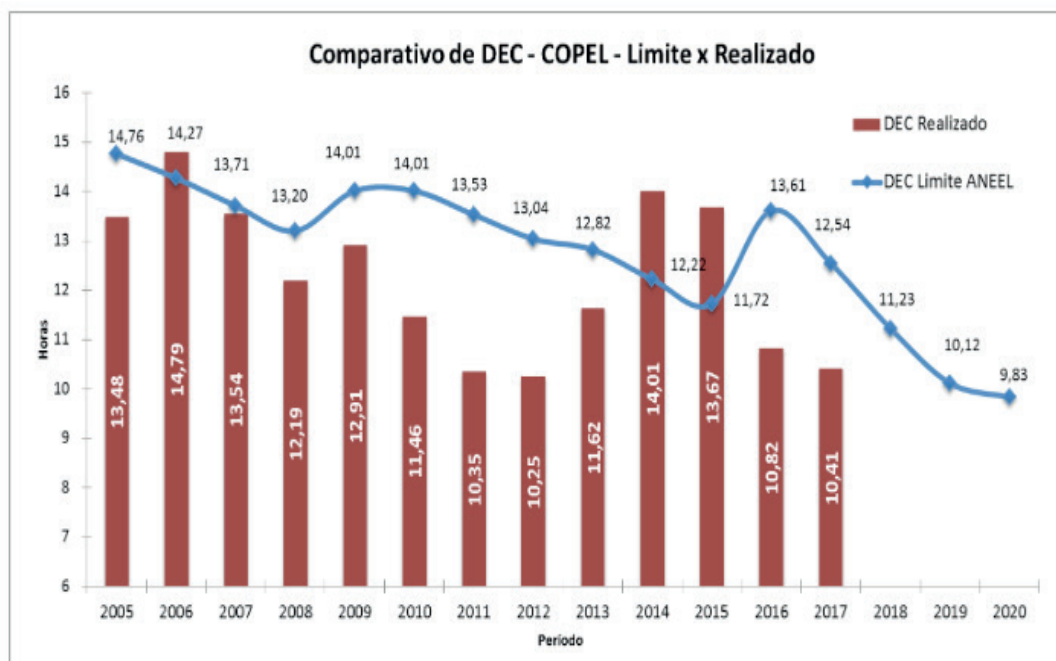


FIGURA 1 - Valores realizados e metas de DEC

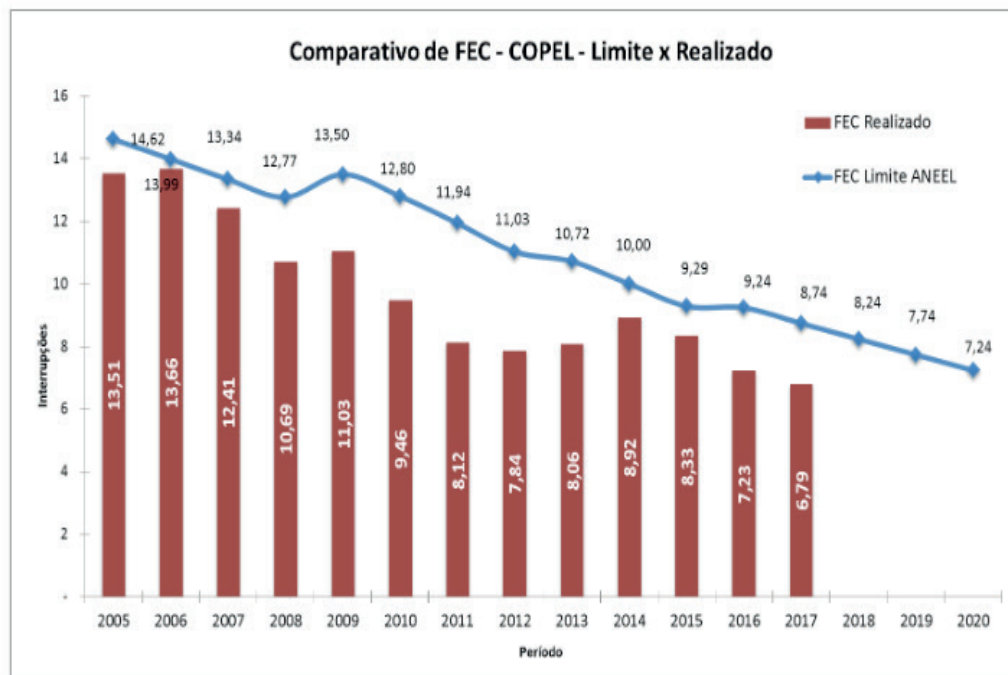


FIGURA 2 - Valores realizados e metas de FEC

2 | PROJETOS PILOTOS

Os projetos pilotos podem ser divididos em duas etapas.

2.1 Primeira Etapa

O primeiro projeto piloto foi feito com o religador Tripsaver. O Tripsaver é um religador monofásico simplificado que deve ser instalado diretamente nas bases de chaves fusíveis. Funciona com uma sequência de operação abre-fecha-abre-bloqueio. Quando o equipamento chega ao final do ciclo abre e cai, permitindo a visualização de sua abertura. Fotos do Tripsaver podem ser observadas na Figura 3 - (a), equipamento na base da chave fusível e na Figura 3 - (b), equipamento visivelmente aberto quando no estado de bloqueio.

Foi instalado um conjunto trifásico em cada uma das Regionais de Maringá, Ponta Grossa e Cascavel. Na Regional de Maringá, os equipamentos foram colocados no lugar de chave-fusível do Alimentador Tropical da Subestação Santos Dumont. A observação compreendeu o período de 31/01/2013 até agosto de 2015. Foram observadas 29 faltas temporárias na fase A, 15 faltas temporárias na fase B e 18 faltas temporárias na fase C. No período ocorreram 4 faltas permanentes. Foram evitadas 62 trocas de fusíveis, que correspondem às faltas temporárias religadas pelos Tripsavers. Na Regional de Ponta Grossa, os equipamentos foram colocados no lugar de chave repetidora do Alimentador Quero-Quero da Subestação Palmeira. A observação compreendeu o período de 10/07/2013 até agosto de 2015. Houve a contabilização de 4 faltas permanentes. Não foi contabilizada o número de faltas temporárias. Na Regional de Cascavel os equipamentos foram instalados no lugar de elo-fusível do Alimentador Figueira da Subestação Concórdia. A observação compreendeu o período

de 12/12/2012 até agosto de 2015. Foram observadas 35 faltas temporárias na fase A, 35 faltas temporárias na fase B e 13 faltas temporárias na fase C. No período ocorreram 6 faltas permanentes. Desta maneira foram evitadas 83 trocas de elos fusíveis.

Ressalta-se que este piloto foi feito com a primeira versão do Tripsaver. Hoje a versão mais nova, o Tripsaver II disponibiliza diversas informações em um display digital no equipamento e pode fazer até três religamentos. Possui uma gama de curvas IEC, IEEE e Recloser que permite estudos de coordenação com os demais elementos de proteção da rede de distribuição (religadores trifásicos, elos fusíveis, etc.).



FIGURA 3 - (a) - Tripsaver na base



FIGURA 3 - (b) - Tripsaver em estado de bloqueio

2.2 Segunda Etapa

O segundo projeto piloto foi feito com o Fusesaver. O Fusesaver é um religador monofásico simplificado, que pode ser instalado diretamente nos cabos da média tensão. É projetado para ser instalado em série com o fusível. Quando reconhece uma corrente de falta, ele abre e se mantém aberto por um período de tempo pré-determinado e então fecha. Em caso de falta permanente ocorre a queima do fusível. Uma foto do Fusesaver pode ser observada na Figura 4, a seguir :



FIGURA 4 - Religador Monofásico Fusesaver

O religador Fusesaver foi apresentado para a Copel no início de 2013. Em junho do mesmo ano foram realizados os primeiros testes iniciando-se pela montagem do equipamento em rede didática. Durante o ano de 2014 foram analisados e definidos os pontos em que seriam instalados os equipamentos no projeto piloto assim como criado um Manual de Instruções Técnicas referente ao mesmo.

No primeiro semestre de 2015 foram instalados 6 unidades na regional de Ponta Grossa e 6 na de Cascavel e baixadas algumas leituras de eventos para começar a medir o desempenho de funcionamento. A partir das coletas dos eventos registrados nos equipamentos, foram resumidos os dados de faltas temporárias e permanentes na Tabela 1 abaixo.

Regional	Circuito	Período de Análise	Faltas temporárias	Faltas permanentes
Cascavel	Anahi	18/03/2015 - 11/09/2015	4	0
	Autódromo	18/03/2015 - 22/08/2015	1	0
	Cotrefal	12/02/2015 - 18/09/2015	20	4
	Expresso Caxias	18/03/2015 - 14/09/2015	1	0
Ponta Grossa	Guaragi	10/02/2015 - 30/09/2015	52	1
	Imbaú	12/02/2015 - 02/10/2015	37	15
Total			115	20

TABELA 1 - RESUMO DAS QUANTIDADES DE FALTAS REGISTRADAS NOS FUSESAVERS

O desempenho do equipamento foi satisfatório no período analisado. Observa-se pelas informações da Tabela 1 que foram obtidas ao todo 115 faltas temporárias e 20 permanentes o que implica em uma taxa total de aproximadamente 85% de elos fusíveis cuja queima foi evitada. Este total de faltas temporárias registradas salvou seu respectivo fusível parceiro e evitou deslocamentos desnecessários de equipes ao local.

Pela Tabela 2, abaixo, observa-se que, com exceção dos circuitos Expresso Caxias, que teve um evento muito acima da média no mês de março e o circuito Imbaú, que teve muitas faltas permanentes, os demais tiveram redução no DEC. Para aqueles circuitos os indicadores poderiam ter sido ainda maiores, principalmente para o circuito Imbaú onde houve um número significativo de faltas temporárias, se não fosse a implantação dos religadores monofásicos.

Circuito	Ano	Fevereiro	Março	Abril	Maior	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	DEC Acumulado	Redução % DEC
Autódromo	2014		0	0	2,03	48,92	0	0			50,95	
	2015		0	0	0	0	0	0			0	100%
Anahi	2014		6,52	3,59	2,32	15,27	0	3,04	15,34		46,08	
	2015		0	0	0	0	0	0	3,02		3,02	93%
Cotrefal	2014	0	0	1,43	1,49	1,64	0	0	14,76		19,32	
	2015	0	7,25	0	8,18	1,31	0	1,64	0,78		19,16	1%
Expresso Caxias	2014		0,89	0	0	0	0	1,52	2,37		4,78	
	2015		12,21	0	0	2,39	0	0	0		14,6	-205%
Guaragi	2014	4,84	0,68	2,35	0	0	1,56	0	0		9,43	
	2015	3,01	0	0	0	0	0	0	0		3,01	68%
Imbaú	2014	14,22	0	0	14,24	0	0	0	0	0	28,46	
	2015	0	4,58	3,45	1,2	13,07	7,02	16,63	25,08	8,48	79,51	-179%

TABELA 2 - RESUMO DOS VALORES DE DEC EM HORAS DOS CIRCUITOS

Outra fase deste projeto piloto contou com a instalação em outubro de 2015, na regional Leste, no município de Morretes, de um conjunto trifásico de Fusesaver com uma UCR - Unidade de Controle Remoto, que com comunicação por celular permitiu o equipamento ser monitorado e operado remotamente pelo Centro de Operação de Santa Quitéria em Curitiba. A UCR apresentou bom desempenho.

Ressalta-se que este piloto foi feito com a primeira versão do Fusesaver. Hoje a versão mais atual além de permitir a sequência de operações abre e fecha em parceria com o fusível, permite fazer uma segunda abertura, ou seja, abre, religa e abre sem necessidade do fusível.

2.2.1 Redução de Custos Operacionais

Para o segundo projeto piloto, a partir das informações das ocorrências de faltas dos equipamentos, foi possível calcular os custos envolvidos e evitados devido à utilização do Fusesaver, levando em consideração os seguintes custos :

- Custo médio que uma equipe composta por dois profissionais habilitados leva para percorrer um circuito para encontrar o defeito e trocar o elo fusível: R\$ 750,00;
- Custo estimado de um equipamento monofásico: R\$ 6.000,00.

Circuitos	Custo Operacional Inicial	Custo Operacional Final	Custo Estimado dos Equipamentos	Custo Total
Anahi	R\$ 3.000,00		R\$ 6.000,00	R\$ 6.000,00
Autódromo	R\$ 750,00		R\$ 6.000,00	R\$ 6.000,00
Cotrefal	R\$ 18.000,00	R\$ 3.000,00	R\$ 18.000,00	R\$ 21.000,00
Expresso Caxias	R\$ 750,00		R\$ 6.000,00	R\$ 6.000,00
Guaragi	R\$ 39.750,00	R\$ 750,00	R\$ 18.000,00	R\$ 18.750,00
Imbaú	R\$ 39.000,00	R\$ 11.250,00	R\$ 18.000,00	R\$ 29.250,00
Total	R\$ 101.250,00	R\$ 15.000,00	R\$ 72.000,00	R\$ 87.000,00

TABELA 3 - CUSTOS ENVOLVIDOS NOS CIRCUITOS ANALISADOS

Como é mostrado na Tabela 3, para todos os circuitos analisados no período médio de seis a oito meses, considerando o custo médio de R\$ 750,00 para cada ocorrência, resultaria em um custo operacional inicial de R\$ 101.250,00 se não houvesse nenhum equipamento instalado nesses pontos. Com os equipamentos instalados, o custo final de operação - agora apenas computados com as faltas permanentes – foi reduzido para R\$ 15.000,00. Ou seja uma redução de R\$ 86.250,00 no custo operacional.

Considerando o custo médio estimado de cada equipamento monofásico em R\$ 6.000,00 e que foram utilizados no total doze equipamentos no projeto piloto, sendo três pontos trifásicos e três pontos monofásicos, o custo total de compra dos equipamentos foi de R\$ 72.000,00. Somando-se a este custo o operacional final, obteve-se um custo total de R\$ 87.000,00.

Comparando-se o custo operacional inicial, de R\$ 101.250,00, com o custo total, de R\$ 87.000,00, resultou em uma economia final de R\$ 14.250,00. Este valor implica que o ganho da presença dos equipamentos na rede, neste projeto piloto, foi de aproximadamente 20 % do valor do investimento inicial com a compra dos mesmos.

A partir dessas análises, é possível afirmar que, embora o investimento na compra dos equipamentos seja elevado, a economia que eles geram é significativa e pode ser maior se houver um estudo realizado previamente na definição dos locais onde devem ser instalados: circuitos com histórico elevado de faltas temporárias devem ser priorizados. Além disso, deve-se considerar que cada equipamento poderá ainda gerar benefícios por um total de 2.000 operações mecânicas antes de ser necessária sua reposição.

3 | GRUPO DE TRABALHO – ESTUDO DE RELIGADORES MONOFÁSICOS

Baseado nos resultados dos projetos pilotos expostos acima e considerando o cenário desafiador para a manutenção da concessão foi criado um Grupo de Trabalho na Copel Distribuição para estudo dos religadores monofásicos.

Foram realizadas 20 reuniões do Grupo de Trabalho, sendo a primeira reunião

no dia 07 de agosto de 2015 e a última no dia 22 de dezembro de 2015. Através de reuniões e contatos com fornecedores e outras Distribuidoras e pesquisas na internet foram verificadas as tecnologias de religadores monofásicos existentes.

Foi definida uma lista de critérios para fazer uma base de comparação entre os equipamentos (corrente nominal, capacidade de interrupção simétrica, comunicação, tensão nominal, NBI, funções, modelo de controle, abertura visível/indicação, tecnologia de extinção do arco, preço, local de fabricação, assistência técnica e fornecimentos).

Os equipamentos pesquisados foram divididos em dois conjuntos de tecnologias principais: religadores convencionais e religadores simplificados.

Os religadores monofásicos convencionais são caracterizados por equipamentos similares aos religadores trifásicos normalmente adquiridos pelas Concessionárias, com controles eletrônicos separados do mecanismo e necessidade de alimentação externa destes. Têm uma instalação complexa (aterramento, chaves de entrada, saída e by-pass) e têm preços mais elevados que os religadores simplificados.

Os religadores monofásicos simplificados são caracterizados pela ausência de controles eletrônicos, tendo uma eletrônica embarcada onde são feitas as medições e inseridos os ajustes de proteção. São autoalimentados, não necessitando de alimentação externa e têm uma instalação simples e rápida, sem a necessidade de para-raios e chaves de entrada, de saída e de by-pass. O seu preço reduzido possibilita a aquisição de maiores quantidades.

Baseado na Especificação Técnica dos Religadores Trifásicos existente na Copel foi elaborada a Especificação Técnica dos Religadores Monofásicos Convencionais. Verificou-se que a diferença de preço entre os religadores monofásicos de 15 kV e 25 kV é pequena. Visando colher as vantagens de um equipamento de classe de tensão maior, optou-se por religadores de 25 kV na rede de 13,8 kV.

Para a rede de 34,5 kV verificou-se que não é possível aplicar religadores monofásicos simplificados de 25 kV em ramais bifásicos ou trifásicos, mesmo sendo a tensão fase-terra de 19,92 kV, pois uma falta bifásica ou trifásica pode gerar uma tensão de restabelecimento que alcança a tensão nominal de linha de 34,5 kV [2]. A disponibilidade no mercado de religadores monofásicos simplificados é somente para as tensões de 15 kV e 25 kV. Para os ramais monofásicos 34,5 kV, conhecidos como MRT–Monofásico com Retorno pela Terra, cuja tensão fase-terra é de 19,92 kV é possível aplicar os religadores monofásicos simplificados de 25 kV. Definiu-se que na rede de 13,8 kV serão aplicados apenas religadores monofásicos simplificados de 25 kV.

Foram definidos os critérios para instalação dos religadores convencionais e simplificados. Os critérios podem ser ilustrados pelas Figura 5-(a) e Figura 5-(b) abaixo para as redes de 34,5 kV e 13,8 kV respectivamente.

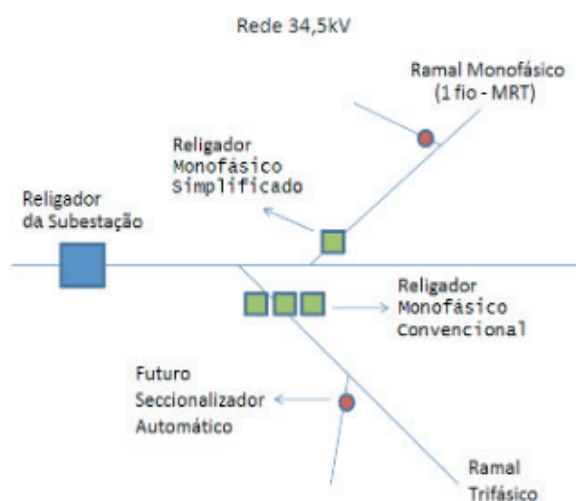


FIGURA 5 - (a) - Critérios rede 34,5 kV

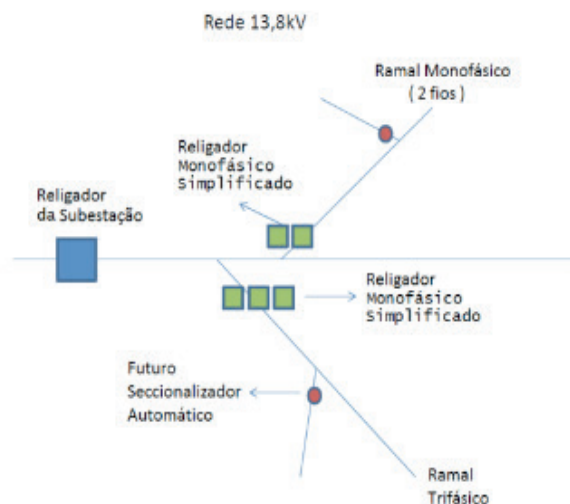


FIGURA 5 - (b) - Critérios rede 13,8 kV

Verificando cotações de fornecedores observou-se que o menor preço para os religadores monofásicos convencionais, apresentou um valor muito acima do esperado. Em análise do Grupo, tal condição inviabilizou a aquisição de religadores monofásicos convencionais, pois a instalação de três religadores monofásicos convencionais seria mais cara que a instalação de um religador trifásico. Foi decidido pela aquisição de apenas religadores monofásicos simplificados.

Aproveitando as discussões realizadas durante as reuniões do Grupo e a Especificação Técnica dos religadores convencionais foi elaborada a Especificação Técnica dos religadores simplificados.

Visando diminuir a possibilidade de recursos e atrasos no processo de compra foi feito um processo de homologação anterior à licitação dos religadores. Somente os fornecedores que tiveram a ficha técnica aprovada puderam participar dos processos licitatórios.

Foi realizada uma compra em 2016 de 685 Fusesavers II e 480 Tripsavers II. Em 2017 foi realizada uma compra de 1875 Tripsavers II. Todos já foram instalados no lugar de chaves fusíveis em todo o estado do Paraná, beneficiando 157 mil consumidores diretamente. Em 2018 foram adquiridos mais 9.650 Tripsavers II.

4 | INSTALAÇÃO EM LARGA ESCALA

O critério utilizado para a escolha dos pontos onde são instalados os equipamentos, dentre todos os 46 mil pontos com chaves fusíveis da área de concessão da Copel, considera o histórico de maior consumidor x hora desligado nos três anos anteriores e o número de faltas temporárias. Foram excluídos os pontos onde a chave estava próxima de subestações de 69, 138 ou 230 kV onde normalmente o nível de curto-circuito é mais elevado.

Foi solicitado aos fornecedores que os equipamentos já viessem com os ajustes configurados de fábrica. A primeira operação foi ajustada com curva rápida e as

demais operações com ajustes que correspondem aos elos fusíveis que os religadores monofásicos simplificados substituem, ou seja, 6K, 10K, 15K, 25K, 40K e 65K. Para cada ajuste foi definido um código de cores. Através de etiquetas coloridas coladas nos equipamentos e suas embalagens assegura-se que a empreiteira/instalador recolha os equipamentos corretos nos almoxarifados e que o fiscal de obra possa verificar se o equipamento com o ajuste necessário foi instalado no local correto.

O processo de instalação desta maneira fica facilitado, indo o equipamento do fornecedor para o almoxarifado e deste direto para o local das obras, sem passar pelas áreas de proteção para estudos e/ou implantação de ajustes. Verificou-se durante as instalações dos meses de agosto a dezembro de 2018, uma média de 500 equipamentos instalados por mês em todo o Estado do Paraná.

5 | DESEMPENHO

Os equipamentos adquiridos armazenam internamente de forma circular eventos relativos a sua atuação bem como valores de corrente associados. Nos projetos pilotos e no início da instalação em grande escala eram levantados os dados diretamente dos equipamentos, sendo feitas as leituras em campo com notebooks através dos softwares de comunicação de cada fornecedor. Com a elevação do número de equipamentos instalados esta leitura de dados em campo tornou-se inviável.

A atual medição do desempenho considera a comparação do CHI - Consumidor Hora Interrompido anterior e posterior à instalação do equipamento em determinado ponto bem como a quantidade de interrupções transitórias. Mensalmente é adicionada à base de dados os religadores instalados no último mês. Para cada um dos pontos é verificado o CHI e a quantidade de interrupções no período de 120 dias antes da instalação de cada um. Compara-se então os 120 dias anteriores da instalação com os últimos 120 dias anteriores à geração dos dados. Caso uma chave tenha sido recentemente substituída por um religador monofásico simplificado e com isso o período de análise não atinja 120 dias, a comparação ocorre entre a quantidade de dias pós instalação com o mesmo total de dias do período anteriores à instalação.

Na medição de desempenho do dia 29 de dezembro de 2018 foram considerados 1416 pontos, o que corresponde a 3200 religadores monofásicos simplificados instalados. Houve uma redução do CHI de 63% enquanto que as interrupções diminuíram em aproximadamente 64%. Todas as análises já realizadas mostraram redução no CHI. Os valores variaram de 30% a 64%.

6 | CONCLUSÕES

Com relação ao projeto piloto verificou-se que houve grande impacto no DEC para os alimentadores, quando comparados com o mesmo período do ano anterior, visto que as 260 faltas temporárias foram sanadas em menos de 3 minutos (tempo

mínimo para contabilização do DEC). Adicione-se que os deslocamentos evitados muitas vezes são de horas pois os novos religadores monofásicos foram colocados em chaves da área rural e de difícil acesso.

Com relação ao Grupo de Trabalho, as seguintes conclusões foram alcançadas :

a) Concluiu-se que nos ramais trifásicos de 34,5 kV não podem ser utilizados religadores monofásicos de 25 kV, sendo necessários os religadores monofásicos convencionais de 34,5 kV, pois uma falta bifásica ou trifásica pode gerar uma tensão de restabelecimento que alcança a tensão nominal de linha de 34,5 kV;

b) Decidiu-se em adquirir religadores monofásicos simplificados sem exigir características de supervisão e controle remotos. Tal conclusão baseou-se :

- No alto valor dos equipamentos de comunicação envolvidos (remotas) que disponibilizam a supervisão e controle e na dificuldade de implantação de um sistema de comunicação em lugares remotos;

- Nem todos os religadores monofásicos simplificados dos principais fornecedores têm possibilidade de supervisão e controle remotos porém há sinalização de desenvolvimento futuro;

- Na necessidade de ganhos imediatos de DEC.

Com relação aos resultados da instalação em larga escala conclui-se que o desempenho destes equipamentos foi muito satisfatório. Foram muitas faltas temporárias sanadas pelos equipamentos, que evitaram queimas de elos fusíveis e deslocamentos desnecessários de equipes aos locais para troca dos mesmos. Os números indicam ganhos expressivos no Consumidor Hora Interrompido com impactos positivos no DEC dos alimentadores e indicam o correto critério na definição dos pontos.

Outros ganhos podem ser considerados :

- a maior disponibilidade das equipes de campo para outros serviços no lugar da troca de fusíveis;

- o incremento da base de remuneração. Segundo o Banco de Preços Referencial da ANEEL, para os religadores monofásicos em redes rurais, os valores de COM - Componentes Menores, que correspondem basicamente aos acessórios dos equipamentos e CA - Custos Adicionais, que envolvem projeto, gerenciamento, montagem e frete são R\$ 659,33 e R\$ 3.351,54, respectivamente [3];

- foram evitadas 2922 interrupções com economia em custos operacionais na ordem de R\$ 2.191.500,00, considerando um custo de R\$ 750,00 para troca de cada elo fusível.

Importante mencionar que há por parte dos eletricitistas e técnicos das regionais boa aceitação dos equipamentos e pouca manutenção foi necessária nos equipamentos no período analisado.

Adicionalmente, destaca-se que os religadores monofásicos simplificados estão sendo instalados prioritariamente na área rural da Copel. O DEC da área rural representa aproximadamente 45% do DEC total e o FEC rural 35% do FEC total da

Copel. Desta maneira, objetiva-se um ganho maior de qualidade nesta área onde os processos como avicultura, produção de leite, suinocultura e fuminicultura são cada vez mais automatizados e exigentes de qualidade de energia e são fundamentais na economia do Estado.

Pelo conhecimento obtido no grupo de trabalho de religadores monofásicos, pelos resultados dos projetos pilotos e da instalação em larga escala, evidencia-se que a aplicação dos religadores monofásicos simplificados é seguramente um dos vetores para a redução de custos operacionais e do DEC, e que pode auxiliar as Distribuidoras a atender os indicadores de qualidade de energia propostos pela ANEEL.

REFERÊNCIAS

- (1) Anexo da Nota Técnica nº 0335/2015-SCT-SFE-SFF-SRD-SRM/ANEEL, disponível em http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/audiencia/arquivo/2015/038/resultado/nt0335_2015_sct.pdf
- (2) R.E. KOCH and J. H. EASLEY, "Voltage Rating of Current-Limiting Fuses for Use on Three-Phase Systems", in 1976 Underground Transmission and Distribution Conference, Convention Hall, Atlantic City, N.J., Sept. 27-Oct. 1, 1976, IEEE Power Engineering Society.
- (3) Banco de Preços Referencial da ANEEL, disponível em <http://www.aneel.gov.br/processo-tarifario-e-licitatorio>.

ÍNDICE REMISSIVO

A

AIS 10, 13
Ajustes de proteção 22, 28, 34, 103
Alocação de Recursos 161
Anarede 48, 49, 52, 54, 60
Anuidades 10, 11, 12, 13, 14, 15, 17, 18, 19, 20

B

BAR 10, 225
Biodiesel 36, 37, 38, 39, 40, 41, 43, 44, 45, 46, 47
BRR 10

C

CAIMI 10, 12, 13, 15, 19
Capacidade Instalada 1, 2, 3, 8
Célula combustível 190, 191, 192, 196
Cenário Energético 1
Chave fusível 96, 98, 110, 114
Chaves Automáticas 161, 162, 163, 164, 167, 168, 171
Comunidades isoladas 36, 38
Confiabilidade 20, 22, 24, 27, 49, 50, 53, 60, 84, 90, 121, 130, 136, 139, 145, 161, 162, 163, 165, 166, 167, 171, 172, 174, 192, 243
Continuidade do Fornecimento 108, 163
Conversor Boost 190
Conversores 147, 148, 175, 176, 190, 191, 192, 201, 203, 204, 209, 248, 249, 252, 258, 259, 260
Conversores conectados à rede 147
Custo operacional 15, 96, 102

D

DEC 90, 91, 92, 93, 94, 96, 97, 100, 101, 105, 106, 107, 111, 119, 164, 171
Densidade de Corrente 193, 196, 197, 198, 200, 201, 203, 205, 211, 213, 214, 248, 252, 256
Descargas atmosféricas 89, 90, 92, 93, 94
Desgaste de Contatos 128, 131

E

Energia Solar Fotovoltaica 1, 2, 3, 6, 7, 8, 61

F

Filtro LCL 147, 148, 149
Fluxo de Potência 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 148
Frequência 90, 97, 140, 147, 148, 151, 156, 163, 164, 175, 176, 177, 178, 181, 184, 185, 187, 191, 193, 196, 200, 201, 203, 204, 205, 207, 208, 209, 212, 216, 250, 251, 252, 260

G

Geração de energia 3, 36, 38, 43, 45, 46, 263

Geração Distribuída 2, 3, 4, 6, 9, 61, 62, 64, 65, 72, 73, 161, 162, 167, 172

I

Ilhamento de Geração Distribuída 161

Indicadores de Qualidade de Serviço 108, 118

Índices operacionais 89, 94

Interrupções 89, 90, 91, 92, 93, 94, 105, 106, 108, 118, 120, 134, 135, 163

Isolamento 124, 130, 139, 144, 164, 206, 207, 235, 238, 245

M

Manutenção Preditiva 128, 129, 136

Monitoramento de Disjuntor 128

Monitoramento Digital 108

Monitoramento On-line 128, 129

N

NERC PRC-027-1 21, 22

Núcleos Magnéticos 203, 252, 253, 257

O

Otimização por enxame de partículas 147, 148, 152

P

Perdas 48, 49, 50, 52, 53, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 142, 146, 175, 176, 177, 178, 179, 180, 181, 182, 183, 184, 185, 186, 187, 190, 191, 192, 193, 194, 195, 196, 197, 198, 199, 200, 201, 203, 204, 209, 210, 211, 212, 213, 214, 215, 216, 249, 250, 251, 252, 254, 255, 256, 257, 258

Perdas Técnicas 48, 49, 50, 52, 53, 55, 57, 58, 60

Proteção de Sistemas Elétricos 21, 22

PSS Sincal 21, 22, 30, 31, 32, 35

Q

Qualidade de Energia 96, 97, 107, 108, 109, 121

R

Religador monofásico 96, 98, 99, 105

Rendimento 142, 143, 145, 176, 184, 186, 187, 190, 192, 193, 199, 200, 201, 248, 249, 252, 259

Resolução Normativa ANEEL N° 482/2012 61

S

Siguard PSA 21, 22, 30, 31, 33

T

Tecnologia PRE 89

Transformador a óleo 139, 141, 145

Transistores de potência 175, 177

V

Vísceras de peixes 36, 43, 46

Volume 43, 57, 141, 188, 191, 193, 196, 199, 202, 203, 204, 207, 210, 211, 213, 214, 215, 216, 228, 250

