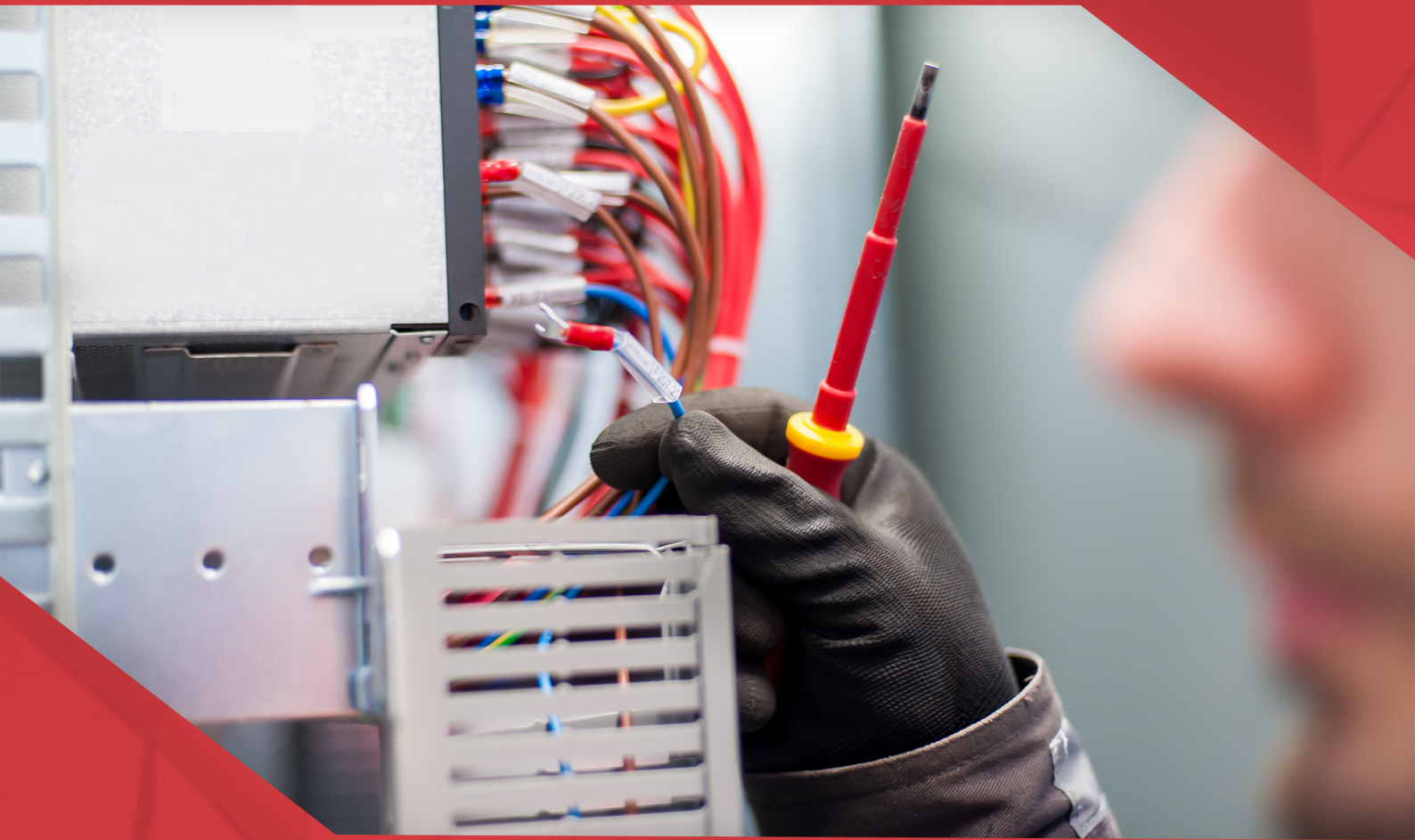


A Aplicação do Conhecimento Científico na Engenharia Elétrica

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
GEOCORTE 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

ÍNDICES DE REFERÊNCIA PARA APLICAÇÃO DA TECNOLOGIA CABOS PARA-RAIOS ENERGIZADOS

Data de Submissão: 10/11/2019
Data de aceite: 03/01/2020

José Ezequiel Ramos

Fundação Universidade Federal de Rondônia
(UNIR) – Porto Velho – Rondônia

Alexandre Piantini

Instituto de Energia e Ambiente (IEE/USP)
São Paulo – São Paulo

Ary D’Ajuz

Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI)
Brasília – Distrito Federal

Valdemir Aparecido Pires

Energisa Rondônia
Porto Velho – Rondônia

Paulo Roberto de Oliveira Borges

Fundação Universidade Federal de Rondônia
(UNIR)
Porto Velho - Rondônia

RESUMO: Este artigo apresenta os resultados da pesquisa sobre o desempenho operacional da tecnologia cabos para-raios energizados (PRE) implantada em Rondônia, nas localidades de Jaru e Itapuã do Oeste, visando obter um conjunto de índices, aqui denominados de índices operacionais de referência. Para obtenção desses índices foram analisados os registros de mais de 180 meses de operação do

PRE Rondônia. Além disso, foram analisadas as incidências de descargas atmosféricas na região, assim como os índices de chuvas, sendo encontrada alta correlação entre esses eventos e as interrupções causadas por descargas atmosféricas.

PALAVRAS-CHAVE: Tecnologia PRE, interrupções, índices operacionais, descargas atmosféricas.

REFERENCE INDEXES FOR APPLICATION OF ENERGIZED SHIELD WIRE LINE TECHNOLOGY

ABSTRACT: This paper presents the results of the operational performance of the energized shield wire line (SWL) technology implemented in Rondônia, in the localities of Jaru and Itapuã do Oeste, aiming to get a set of indexes, here called operational indexes. To obtain these indexes were analyzed the records of more than 180 months of operation of the SWL of Rondônia. In addition the incidences of lightning in the region were evaluated, as well as indices of rain, being found a high correlation between these events and the interruptions caused by lightning.

KEYWORDS: SWL technology, interruptions, operating indexes, lightning.

1 | INTRODUÇÃO

Apesar da viabilidade técnica e econômica da tecnologia PRE, demonstradas por Iliceto et al. (2000), Ramos et al. (2009, 2011, 2014), como tal tecnologia poderá ser incluída no conjunto de outras alternativas se ela não é suficientemente conhecida? Esse é o grande desafio enfrentado pelas novas tecnologias, como afirmam Souza et al. (2004) na avaliação que fazem sobre as barreiras e facilitadores para a produção e difusão de tecnologias renováveis na região amazônica. A falta de conhecimento das tecnologias existentes no mercado nacional e internacional, bem como de resultados de experiências aplicadas na região, leva à rejeição da tecnologia em certas situações e ao retrabalho de pesquisa em outras.

Para o enfrentamento desse desafio, adotou-se como uma das alternativas a análise detalhada das interrupções verificadas ao longo de todo o período de operação do PRE Jarú (de 1996 a 14/11/2000) e do PRE Itapuã, desde sua entrada em operação, ocorrida em 22/09/1997, até 31 de dezembro de 2007. Os índices de referência resultantes dessa análise são: duração equivalente de interrupção por unidade consumidora (DEC) e frequência equivalente de interrupção por unidade consumidora (FEC). A partir desses índices são também obtidos: o tempo médio de restabelecimento (TMR), a taxa de falhas (TF) e a confiabilidade por consumidor (Cpc).

Cumprir esclarecer que os sistemas elétricos das localidades de Jarú e Itapuã do Oeste, onde a tecnologia PRE foi implantada, são aqui denominados de PRE Jarú e PRE Itapuã. Também são adotadas as expressões Sistema PRE para designar qualquer uma das instalações ou especificamente a tecnologia PRE em Rondônia.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

O objeto de estudo é a tecnologia PRE no esquema trifásico (Iliceto et al., 1989). Essa tecnologia é baseada na utilização dos cabos para-raios de uma linha de transmissão em corrente alternada (LTCA), de forma que, sem comprometer a função básica de proteção dos condutores da linha contra as descargas atmosféricas, os cabos para-raios podem ser também utilizados para transportar energia elétrica, tornando possível reunir, em uma mesma infraestrutura, um sistema de Alta ou Extra Alta Tensão com um sistema de Média Tensão. Na Figura 1 são apresentadas as principais características da tecnologia PRE.

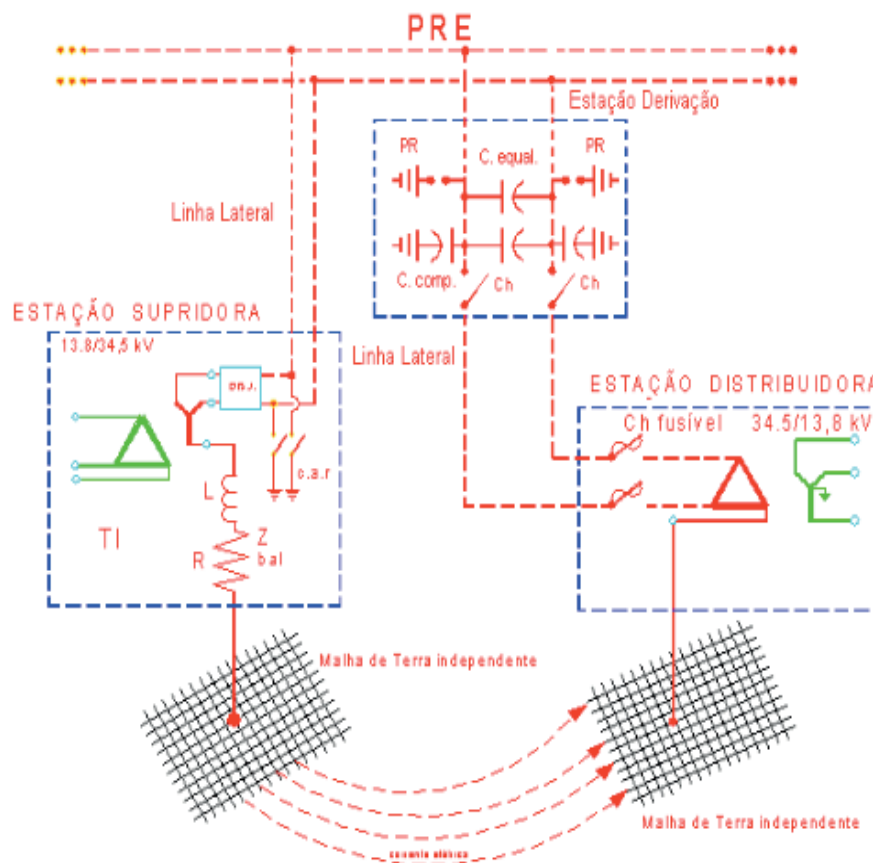


Figura 1. Diagrama ilustrativo da tecnologia PRE no esquema trifásico

O material utilizado para análise das interrupções foi obtido dos seguintes documentos: a) livro de operação das instalações PRE; b) relatórios de desligamentos; c) informações diárias produzidas pelo Centro de Operação de Sistemas (COS); d) livro de ocorrências com registros feitos pela coordenação da localidade de Itapuã do Oeste; e) dias de trovoadas registradas pela Estação Meteorológica de Porto Velho.

No que diz respeito ao método, as interrupções foram classificadas de acordo com as recomendações contidas em ELETROBRAS/CODI (1982), ou seja, as interrupções foram classificadas segundo a origem e segundo a causa. A metodologia utilizada para o cálculo dos índices de continuidade foi baseada na Resolução 024 da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL, 2000).

Para obtenção dos índices representativos do desempenho operacional do sistema PRE, inicialmente os dados das interrupções que dizem respeito somente ao desempenho operacional do PRE Jaru e PRE Itapuã foram somados e totalizados em relação a cada mês, obtendo-se, dessa forma, um valor médio para cada mês. Ao final, os valores médios mensais de DEC e FEC de cada PRE foram somados e, em seguida, foram extraídas as médias aritméticas, resultando nos índices mensais representativos do sistema PRE Rondônia.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante os 4,875 anos de operação do PRE Jaru foram registrados DEC = 143,65 horas e FEC = 318 interrupções, sendo esses resultados de origem interna, ou seja, que dizem respeito somente à tecnologia PRE. Da mesma forma, nos 10,28 anos de operação do PRE Itapuã, foram registradas DEC = 443,45 horas e FEC = 659 interrupções.

As Figuras 2 e 3 mostram claramente que o comportamento do Sistema PRE é determinado basicamente pelo evento descargas atmosféricas, indicado no gráfico como o número de interrupções por descargas atmosféricas (NIDA). Visando confirmar esse comportamento, de característica sazonal, foram utilizados, no escopo dessa pesquisa, os dados de descargas atmosféricas registrados pela rede “Brazil Lightning Detection Network” (BLDN) no período de 2000 a 2004, cujo perfil está indicado na Figura 4.

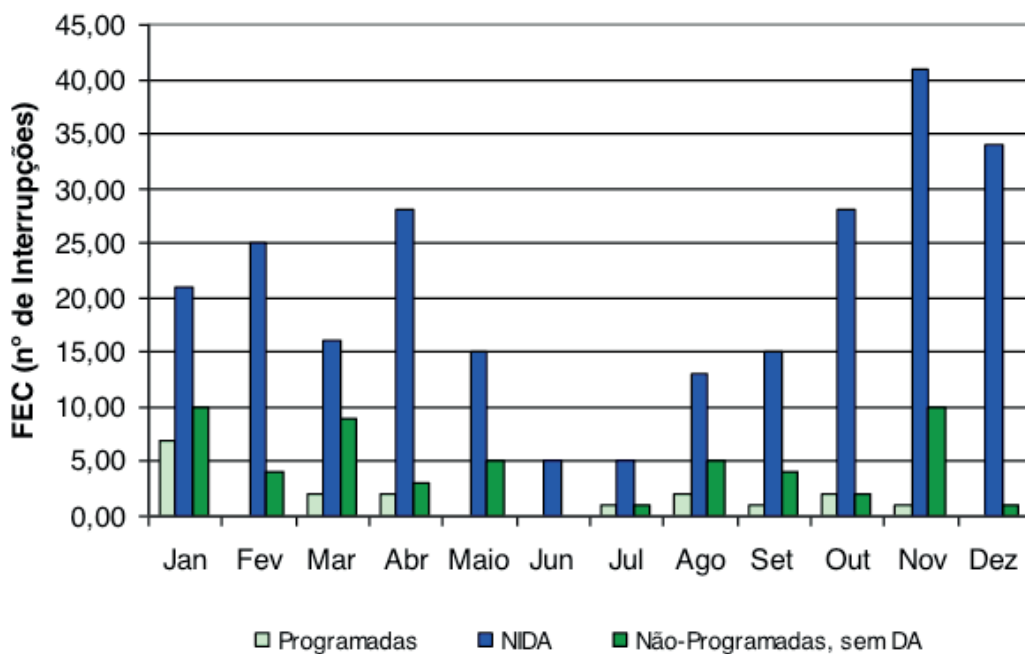


Figura 2. Comportamento característico do FEC associado ao PRE Jaru, no período de 1996 a 14/11/2000

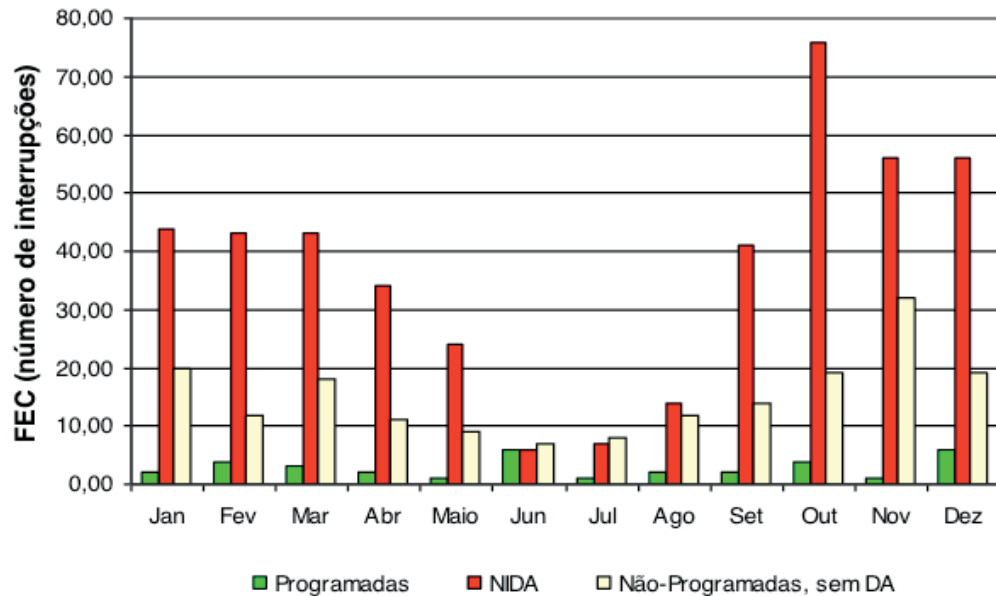


Figura 3. Comportamento característico do FEC associado ao PRE Itapuã, no período de 22/09/1997 a 2007

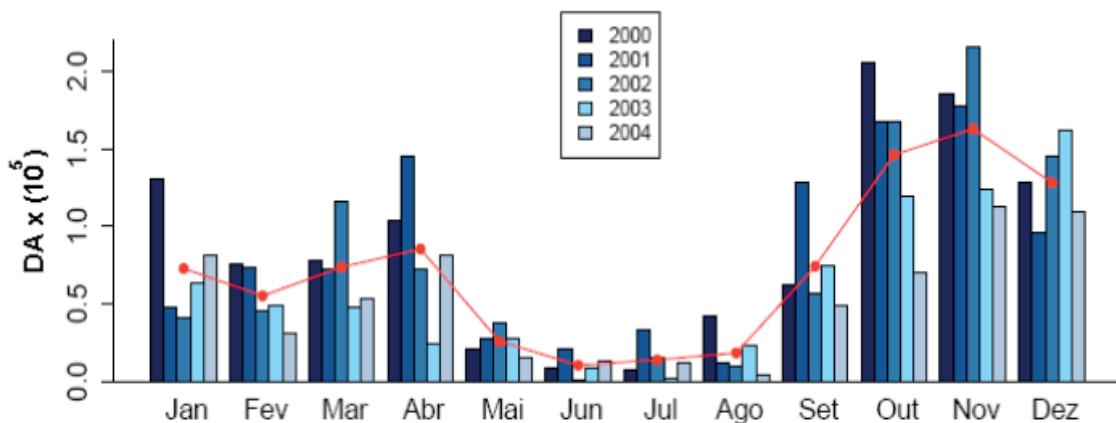


Figura 4. Distribuição mensal do número de descargas atmosféricas no Estado de Rondônia, medidos pela rede BLDN

Fonte: adaptado de Albrecht (2008)

Comparando-se o gráfico da Fig. 4 com aqueles mostrados nas Figuras 2 e 3, observa-se nítida semelhança com o comportamento das interrupções por descargas atmosféricas. Isso demonstra, sobretudo, que os critérios de classificação das descargas atmosféricas foram acertados. Também foram correlacionados estatisticamente os dados de chuvas na região com os registros de interrupções por descargas atmosféricas, sendo encontrada alta correlação entre eles.

Uma vez que os sistemas PRE de Jaru e Itapuã têm comportamentos semelhantes, seus índices foram somados e, do resultado, extraída a média aritmética, resultando, dessa forma, no conjunto de índices representativos do sistema PRE, conforme apresentado a seguir:

- DEC = 36,16 horas/ano; FEC = 64,94 interrupções/ano;

- TMR = 0,56 hora/interrupção/ano; TF = 0,82 falha/km/ano;
- TF(NIDA) = 0,60 falha/km/ano; Cpc = 0,9959.

4 | CONCLUSÕES

A metodologia utilizada para classificação das interrupções, especialmente em relação às suas causas, mostrou-se acertada, uma vez que os dados resultantes formatam um perfil de falhas que dialoga com os dados de descargas atmosféricas medidos pela BLDN, além de apresentarem alta correlação com os índices de chuva na região. Portanto, se o comportamento da tecnologia PRE é basicamente determinado pelas interrupções provocadas por descargas atmosféricas, os índices operacionais aqui apurados são confiáveis. Dessa forma, esses resultados permitem afirmar que os índices representativos de todo o sistema PRE podem ser considerados como índices de referência para a aplicação da tecnologia PRE em regiões cuja densidade de descargas atmosféricas seja semelhante à de Rondônia e cuja geometria das torres das linhas de transmissão sejam semelhantes àquela da LT 230 kV no trecho entre a UHE Samuel e Ji-Paraná.

REFERÊNCIAS

ANEEL. **Resolução 024 de 27 de janeiro de 2000**. Brasília, 2003.

ELETOBRAS. CODI. **Desempenho de sistemas de distribuição**. Rio de Janeiro, Campus/ Eletrobras, 1982, coleção distribuição de energia elétrica, v.3.

Iliceto, F.; E. Cinieri, L.; Casely-Hayford, and G. Dokyi, **New concepts on MV distribution from insulated shield wires of HV lines: operation results on an experimental system and applications in Ghana**. IEEE Transactions on Power Delivery, vol. 4, nº. 4, pp. 2130-44, Oct. 1989.

Iliceto, F; Gatta, F. M.; Dokyi, G. O. **Three-phase and single-phase electrification in developing countries using the insulated shield wires of HV lines energized at MV. Operation experience in Ghana**. In: International Conference on Power Systems Operation and Planning, 4, Accra, Ghana, July-August, 2000, paper nº 20-2E01.

SOUZA, Rubens César Rodrigues; DERZI, Silva Rodrigues; CORREIA, José de Castro. **Barreiras e facilitadores para a produção e difusão de tecnologias de energias renováveis na região amazônica**. Revista Brasileira de Energia. Itajubá: SBPE, 2004. v.10, n.1, p. 99-115. 2º semestre de 2004.

Rachel Ifanger Albrecht. **Eletrificação dos sistemas precipitantes na região Amazônica: processos físicos e dinâmicos do desenvolvimento de tempestades**. São Paulo: USP, 2008. 97p. Tese Doutorado.

Ramos, José Ezequiel; Piantini A.; Pires, Valdemir Aparecido; D'Ajuz, Ary. **The Brazilian experience with the use of the shield wire line technology (SWL) for energy distribution**. IEEE Latin America Transaction, v.7, n.6, p.650-656, Dec. 2009.

Ramos, J. E.; Pires, V. A.; Piantini, A.; Obase, P. F., Neto, A. Silva; Carvalho, T. O.; Borges, P. R. O.

Analysis of the effect of lightning on the energized shield wire line technology. In: International Symposium on Lightning Protection, 11 (XI SIPDA), Fortaleza, 2011, Proceedings, IEE/USP, São Paulo, 2011, CD Rom.

Ramos, José Ezequiel; Piantini A.; Pires, Valdemir Aparecido; D'Ajuz, Ary; Borges, Paulo Roberto de Oliveira. **Alternativas tecnológicas para fornecimento de energia elétrica a pequenas cargas.** In: Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia, CONTECC 2014 e Semana Oficial da Engenharia e Agronomia, 71, Teresina, 2014. Anais, Teresina, 2014, CD Rom, ano 1, v. 1.

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

