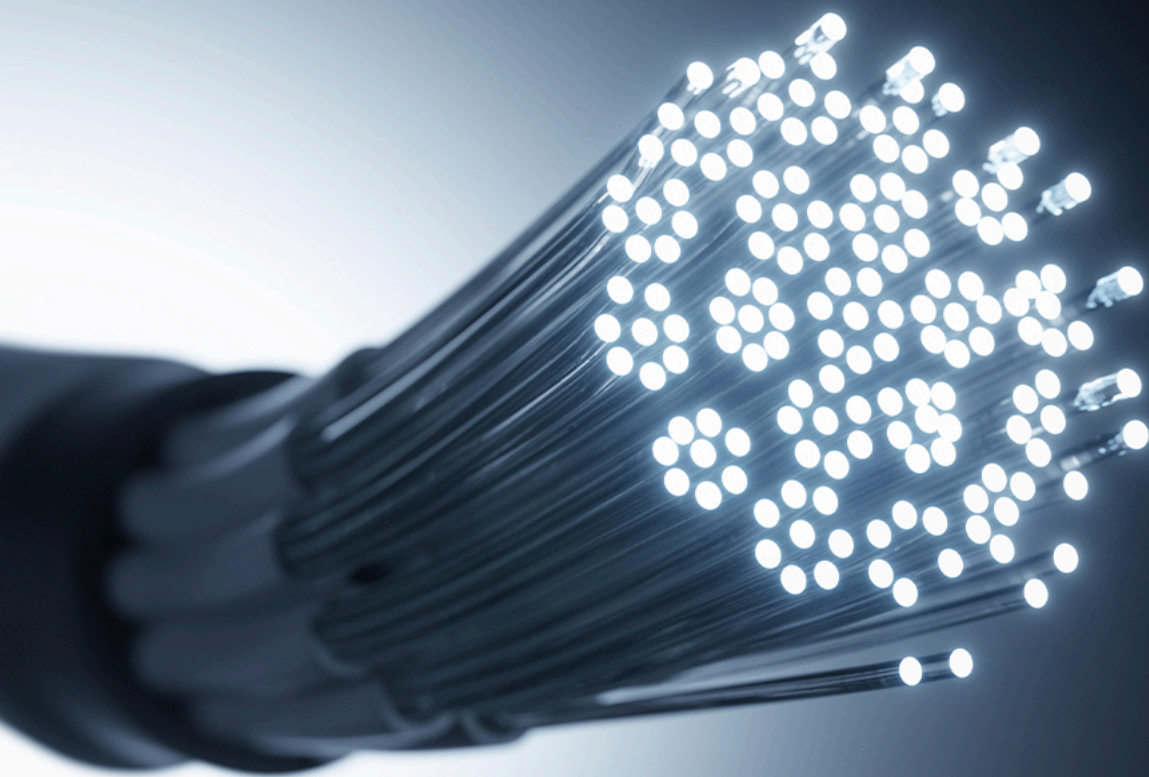


COLEÇÃO
DESAFIOS
DAS
ENGENHARIAS:

ENGENHARIA ELÉTRICA

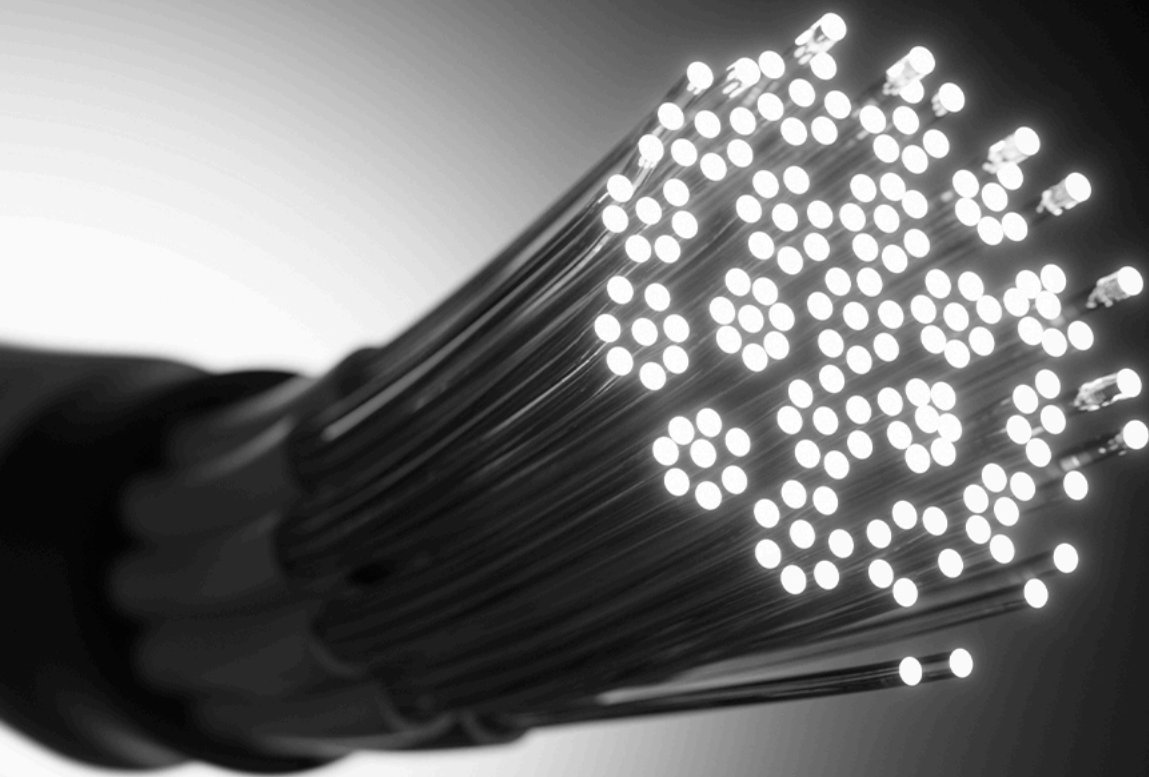


LILIAN COELHO DE FREITAS
(ORGANIZADORA)

Atena
Editora
Ano 2021

COLEÇÃO **DESAFIOS** DAS **ENGENHARIAS:**

ENGENHARIA ELÉTRICA



LILIAN COELHO DE FREITAS
(ORGANIZADORA)

Atena
Editora
Ano 2021

Editora chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Assistentes editoriais

Natalia Oliveira

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto gráfico

Natália Sandrini de Azevedo

Camila Alves de Cremo

Luiza Alves Batista

Maria Alice Pinheiro

Imagens da capa

iStock

Edição de arte

Luiza Alves Batista

Revisão

Os autores

2021 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2021 Os autores

Copyright da Edição © 2021 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.

Open access publication by Atena Editora



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição-Não-Comercial-NãoDerivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. Permitido o *download* da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação, evitando plágio, dados ou resultados fraudulentos e impedindo que interesses financeiros comprometam os padrões éticos da publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

Conselho Editorial**Ciências Humanas e Sociais Aplicadas**

Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná

Prof. Dr. Américo Junior Nunes da Silva – Universidade do Estado da Bahia

Profª Drª Andréa Cristina Marques de Araújo – Universidade Fernando Pessoa

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. Arnaldo Oliveira Souza Júnior – Universidade Federal do Piauí
 Prof. Dr. Carlos Antonio de Souza Moraes – Universidade Federal Fluminense
 Prof. Dr. Crisóstomo Lima do Nascimento – Universidade Federal Fluminense
 Prof^a Dr^a Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
 Prof. Dr. Daniel Richard Sant'Ana – Universidade de Brasília
 Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
 Prof^a Dr^a Dilma Antunes Silva – Universidade Federal de São Paulo
 Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá
 Prof. Dr. Elson Ferreira Costa – Universidade do Estado do Pará
 Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima
 Prof. Dr. Gustavo Henrique Cepolini Ferreira – Universidade Estadual de Montes Claros
 Prof. Dr. Humberto Costa – Universidade Federal do Paraná
 Prof^a Dr^a Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionale delle Figlie de Maria Ausiliatrice
 Prof. Dr. Jadson Correia de Oliveira – Universidade Católica do Salvador
 Prof. Dr. José Luis Montesillo-Cedillo – Universidad Autónoma del Estado de México
 Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
 Prof^a Dr^a Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
 Prof. Dr. Luis Ricardo Fernandes da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros
 Prof^a Dr^a Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
 Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Pontifícia Universidade Católica de Campinas
 Prof^a Dr^a Maria Luzia da Silva Santana – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
 Prof. Dr. Miguel Rodrigues Netto – Universidade do Estado de Mato Grosso
 Prof. Dr. Pablo Ricardo de Lima Falcão – Universidade de Pernambuco
 Prof^a Dr^a Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
 Prof^a Dr^a Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa
 Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador
 Prof. Dr. Saulo Cerqueira de Aguiar Soares – Universidade Federal do Piauí
 Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
 Prof^a Dr^a Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
 Prof^a Dr^a Vanessa Ribeiro Simon Cavalcanti – Universidade Católica do Salvador
 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. Arnaldo Pereira da Silva – Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará
 Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás
 Prof^a Dr^a Carla Cristina Bauermann Brasil – Universidade Federal de Santa Maria
 Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados
 Prof^a Dr^a 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
 Prof^a Dr^a Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
 Prof. Dr. Jael Soares Batista – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
 Prof. Dr. Jayme Augusto Peres – Universidade Estadual do Centro-Oeste
 Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
 Prof^a Dr^a Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará
 Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa
 Prof^a Dr^a Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
 Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
 Prof^a Dr^a 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
Profª Drª Daniela Reis Joaquim de Freitas – Universidade Federal do Piauí
Profª Drª Débora Luana Ribeiro Pessoa – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Douglas Siqueira de Almeida Chaves – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Profª Drª Elizabeth Cordeiro Fernandes – Faculdade Integrada Medicina
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
Profª Drª Fernanda Miguel de Andrade – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Dr. Fernando Mendes – Instituto Politécnico de Coimbra – Escola Superior de Saúde de Coimbra
Profª Drª Gabriela Vieira do Amaral – Universidade de Vassouras
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Helio Franklin Rodrigues de Almeida – Universidade Federal de Rondônia
Profª Drª Iara Lúcia Tescarollo – Universidade São Francisco
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Jefferson Thiago Souza – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Jesus Rodrigues Lemos – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Jônatas de França Barros – Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof. Dr. Luís Paulo Souza e Souza – Universidade Federal do Amazonas
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 Maria Tatiane Gonçalves Sá – Universidade do Estado do Pará
Profª Drª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá
Prof. Dr. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados
Profª Drª Regiane Luz Carvalho – Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino
Profª Drª Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora
Profª Drª Vanessa da Fontoura Custódio Monteiro – Universidade do Vale do Sapucaí
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Welma Emidio da Silva – Universidade Federal Rural de Pernambuco

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto
Profª Drª Ana Grasielle Dionísio Corrêa – Universidade Presbiteriana Mackenzie
Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás
Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás
Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Profª Drª Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro

Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
 Profª Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
 Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
 Profª Drª Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte
 Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá
 Prof. Dr. Marco Aurélio Kistemann Junior – Universidade Federal de Juiz de Fora
 Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
 Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
 Profª Drª Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas
 Prof. Dr. Sidney Gonçalves de Lima – Universidade Federal do Piauí
 Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Linguística, Letras e Artes

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins
 Profª Drª Angeli Rose do Nascimento – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro
 Profª Drª Carolina Fernandes da Silva Mandaji – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
 Profª Drª Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará
 Profª Drª Edna Alencar da Silva Rivera – Instituto Federal de São Paulo
 Profª Drª Fernanda Tonelli – Instituto Federal de São Paulo,
 Prof. Dr. Fabiano Tadeu Grazioli – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões
 Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
 Profª Drª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná
 Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará
 Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste
 Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia

Coleção desafios das engenharias: engenharia elétrica

Diagramação: Maria Alice Pinheiro
Correção: Flávia Roberta Barão
Revisão: Os autores
Organizadora: Lilian Coelho de Freitas

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)	
C691	Coleção desafios das engenharias: engenharia elétrica / Organizadora Lilian Coelho de Freitas. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2021. Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-65-5983-260-6 DOI: https://doi.org/10.22533/at.ed.606212207 1. Engenharia elétrica. I. Freitas, Lilian Coelho de (Organizadora). II. Título. CDD 621.3
Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166	

Atena Editora
Ponta Grossa – Paraná – Brasil
Telefone: +55 (42) 3323-5493
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br

DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa; 6. Autorizam a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.

DECLARAÇÃO DA EDITORA

A Atena Editora declara, para os devidos fins de direito, que: 1. A presente publicação constitui apenas transferência temporária dos direitos autorais, direito sobre a publicação, inclusive não constitui responsabilidade solidária na criação dos manuscritos publicados, nos termos previstos na Lei sobre direitos autorais (Lei 9610/98), no art. 184 do Código penal e no art. 927 do Código Civil; 2. Autoriza e incentiva os autores a assinarem contratos com repositórios institucionais, com fins exclusivos de divulgação da obra, desde que com o devido reconhecimento de autoria e edição e sem qualquer finalidade comercial; 3. Todos os e-book são *open access*, desta forma não os comercializa em seu site, sites parceiros, plataformas de *e-commerce*, ou qualquer outro meio virtual ou físico, portanto, está isenta de repasses de direitos autorais aos autores; 4. Todos os membros do conselho editorial são doutores e vinculados a instituições de ensino superior públicas, conforme recomendação da CAPES para obtenção do Qualis livro; 5. Não cede, comercializa ou autoriza a utilização dos nomes e e-mails dos autores, bem como nenhum outro dado dos mesmos, para qualquer finalidade que não o escopo da divulgação desta obra.

APRESENTAÇÃO

A Engenharia Elétrica é um dos ramos mais abrangentes da Engenharia, pois envolve praticamente tudo o que fazemos em nosso dia a dia. Engloba desde sistemas de potência, geração de energia, conversão eletromecânica de energia, eletrônica, telecomunicações, até engenharia biomédica, sistemas digitais e computadores, controle, automação e robótica. É considerada uma área transdisciplinar e versátil, a qual passa por constantes desafios, conforme cresce a demanda por sistemas mais econômicos e eficientes.

Nesse contexto, o e-book “*Coleção Desafios das Engenharias: Engenharia Elétrica*” apresenta uma seleção de 12 artigos que discutem trabalhos e pesquisas desenvolvidos por professores e acadêmicos de várias regiões do Brasil, tendo como base uma teoria bem fundamentada nos resultados práticos nesta área tão promissora.

Este volume aborda temas envolvendo inteligência computacional, para projeto de controladores e manutenção preditiva de máquinas elétricas; fluxo de carga em sistemas elétricos de potência; sistemas fotovoltaicos; fontes de energia alternativas renováveis; segurança de instalações elétricas; tratamento térmico de resíduos, entre outras. Dessa forma, esta obra contribuirá para aprimoramento do conhecimento de seus leitores e servirá de base referencial para futuras investigações.

A todos, uma ótima leitura!

Lilian Coelho de Freitas

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

A MANUTENÇÃO PREDITIVA NA ANÁLISE DE AVARIAS EM ROLAMENTOS, UTILIZANDO ALGORITMOS DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL

Fábio Muniz Mazzoni

André da Silva Barcelos

Antonio J. Marques Cardoso

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.6062122071>

CAPÍTULO 2..... 15

MÉTODOS MATEMÁTICOS DE MODELAGEM E OTIMIZAÇÃO: LÓGICA FUZZY

Joelson Lopes da Paixão

Alzenira da Rosa Abaide

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.6062122072>

CAPÍTULO 3..... 39

UM ESTUDO SOBRE A ANÁLISE E PROJETO DE CONTROLADORES FUZZY

Géferson Rodrigo Sabino Silva

Wallysonn Alves de Souza

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.6062122073>

CAPÍTULO 4..... 47

FLUXO DE CARGA EM SISTEMAS ELÉTRICOS DE POTÊNCIA – UM ESTUDO DE CASO USANDO A LINGUAGEM AMPL

Hugo Andrés Ruiz Flórez

Diogo Marujo

Gloria Patricia Lopez Sepulveda

Alexander Molina Cabrera

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.6062122074>

CAPÍTULO 5..... 62

ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA DE BRIQUETES DE RESÍDUOS LIGNOCELULÓSICOS SUBMETIDOS A PIRÓLISE

Victória Oliveira Diaz de Lima

Matheus de Paula Gonçalves

Débora Hungaro Micheletti

Fernanda Bach Gasparin

Amanda de Araújo Drago

Aline Bavaresco dos Santos

Adriana Ferla de Oliveira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.6062122075>

CAPÍTULO 6..... 73

ESTUDO DE IMPLEMENTAÇÃO DE SISTEMA FOTOVOLTAICO CONECTADO À REDE ELÉTRICA NO CAMPUS UFRPE - UACSA

Reinel Beltrán Aguedo

Paula de Tarsia Borba de França

Ania Lussón Cervantes

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.6062122076>

CAPÍTULO 7..... 86

INTEGRAÇÃO DE FONTES ALTERNATIVAS RENOVÁVEIS DE ENERGIA COM RESTABELECIMENTO OTIMIZADO PARA O AGRONEGÓCIO

Eloi Rufato Junior

Bruno Dias Camargo

Elison de Souza Moreira

Felipe de Souza Kalume

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.6062122077>

CAPÍTULO 8..... 116

MEDIDOR DE CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA

Bruno Tiago Carneiro Moraes

Felipe Cléber Silveira

Averton da Silva Portigo

Dalíel Soares de Souza

Rafael José Fonseca Barbosa

Franciani Diniz Branco

Marcus Vinícius O. Braga

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.6062122078>

CAPÍTULO 9..... 120

FILTRO DE MICROFITA DE BANDA LARGA COM GEOMETRIA ELÍTICA

Paulo Fernandes da Silva Júnior

Ewaldo Eder Carvalho Santana

Paulo Henrique Bezerra de Carvalho

Danilo Diniz Meireles

Francarll Oliveira Moreno

Elder Eldervitch Carneiro de Oliveira

Pedro Carlos de Assis Júnior

Raimundo Carlos Silvério Freire

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.6062122079>

CAPÍTULO 10..... 135

TRATAMENTO TÉRMICO DE RESÍDUOS DE PODA URBANA

Eveline Trindade

Maristela Furman

Aline Bavaresco dos Santos

Dilcemara Cristina Zenatti

Adriana Ferla de Oliveira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.60621220710>

CAPÍTULO 11 143

SEGURANÇA DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS EM EMPRESAS TERCEIRIZADAS NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Anderson Francisco Kaiser

Marcos Hister Pereira Gomes

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.60621220711>

CAPÍTULO 12 158

REDUCTION OF THE ECOLOGICAL IMPACT OF DISTRIBUTION TRANSFORMERS WHEN USING SILICONE LIQUID IN THE PROVINCE OF ICA - 2013

Primitivo Bacilio Hernández Hernández

Omar Michael Hernández García

Aníbal Bacilio Hernández García

Jessenia Leonor Loayza Gutiérrez

Walter Merma Cruz

Edward Paul Sueros Ticona

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.60621220712>

SOBRE A ORGANIZADORA 170

ÍNDICE REMISSIVO 171

REDUCTION OF THE ECOLOGICAL IMPACT OF DISTRIBUTION TRANSFORMERS WHEN USING SILICONE LIQUID IN THE PROVINCE OF ICA - 2013

Data de aceite: 01/07/2021

Data de submissão: 11/06/2021

Primitivo Bacilio Hernández Hernández

Universidad Nacional San Luis Gonzaga
<https://orcid.org/0000-0003-3028-6671>
Ciudad de Ica

Omar Michael Hernández García

Universidad Nacional San Luis Gonzaga
<https://orcid.org/0000-0002-0131-8788>
Ciudad de Ica

Aníbal Bacilio Hernández García

Universidad Nacional San Luis Gonzaga
<https://orcid.org/0000-0002-1472-3205>
Ciudad de Ica

Jessenia Leonor Loayza Gutiérrez

Universidad Nacional San Luis Gonzaga
<https://orcid.org/0000-0001-8721-7939>
Ciudad de Ica

Walter Merma Cruz

Universidad Nacional de Moquegua- Perú
Escuela Profesional de Ingeniería Pesquera
<https://orcid.org/0000-0003-3742-6235>

Edward Paul Sueros Ticona

Universidad Nacional de Moquegua- Perú
Escuela Profesional de Ingeniería Pesquera
<https://orcid.org/0000-0003-4609-2185>
Ciudad de Tacna

que se tendría en la provincia de Ica al reemplazar el fluido de silicona líquida a los transformadores instalados en subestaciones aéreas monoposte, subestaciones aéreas biposte, subestaciones en caseta y subestaciones en bóveda; la reducción del impacto está relacionado al número de transformadores que se aplicaría en la provincia de Ica, por lo cual se trata de un tipo de investigación aplicada o tecnológica con aplicación inmediata a un problema determinado. La metodología aplicada fue Identificar la cantidad de las subestaciones monoposte, biposte, determinar la ubicación de cada subestación, medir y determinar las características de cada subestación, medición de parámetros eléctricos: voltaje, corriente, factor de potencia, frecuencia, luego representar en un cuadro indicando potencia de cada transformador de distribución. Se ha determinado que en la provincia de Ica cuenta con 1,500 transformadores de distribución instalados de la siguiente manera, 132 subestaciones, en caseta 419 subestaciones monoposte y 949 subestaciones aéreas biposte. concluyendose que al efectuar el cambio de uno de los transformadores de 250 Kva., con fluido de silicona líquida la vida útil del transformador será de sesenta años, con una evaluación permanente en donde no requiere mantenimiento y se reducirá el impacto ecológico, el fluido de silicona no contamina el suelo, el aire y el tiempo de vida útil es el doble.

PALABRAS CLAVE transformador, fluido dieléctricos, sistema de gestión ambiental.

RESUMEN: El objetivo del trabajo de investigación fue evaluar el beneficio ambiental

REDUCCIÓN DEL IMPACTO ECOLÓGICO DE LOS TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN AL UTILIZAR LIQUIDO DE SILICONA EN LA PROVINCIA DE ICA

- 2013

ABSTRACT: The objective of the research work was to evaluate the environmental benefit that would be had in the province of Ica by replacing liquid silicone fluid in the transformers installed in single-pole overhead substations, two-post overhead substations, house substations and vault substations; the reduction of the impact is related to the number of transformers that would be applied in the province of Ica, which is why it is a type of applied or technological research with immediate application to a specific problem. The applied methodology was Identify the quantity of single-pole and two-pole substations, determine the location of each substation, measure and determine the characteristics of each substation, measurement of electrical parameters: voltage, current, power factor, frequency, then represent in a table indicating the power of each distribution transformer It has been determined that in the province of Ica it has 1,500 distribution transformers installed as follows, 132 substations, 419 single-pole substations and 949 two-pole overhead substations, concluding that when changing one of the 250 Kva transformers, of liquid silicone fluid, the useful life of the transformer will be sixty years, with a permanent evaluation, it does not require maintenance and the ecological impact will be reduced, the silicone fluid does not pollute the soil, air, lifespan is double.

KEYWORDS: transformer, dielectric fluid, environmental management system.

1 | INTRODUCCIÓN

En 1831 inicia los estudios de Inducción electromagnética en el que se basa el funcionamiento del transformador, en la región de Ica, se inicia el transporte de energía en enero del año 1912, ampliando permanentemente las fronteras eléctricas; por lo tanto, se están instalando transformadores de distribución en la provincia de Ica, en las subestaciones aéreas monopostes, biposte y en caseta refrigeradas con aceite mineral dieléctrico.

En la actualidad los transformadores de distribución y de potencia utilizan aceite mineral dieléctrico cumpliendo doble función, la de refrigerante y aislante, éste aceite utilizado es altamente contaminante, perjudicando el subsuelo y el aire; por lo que realiza esta labor de investigación con el propósito de corregir esta falencia, que permite identificar las deficiencias y mejoras, por cuanto se efectuó estudios en el empleo de “fluido de silicona líquida” el mismo que no tiene efectos contaminantes, reduciéndose el impacto al medio ambiente, al tener un punto de inflamación y combustión más alto.

Asimismo, el fluido de silicona líquida posee mayor resistencia a la oxidación que los aceites minerales dieléctricos lo que facilita alcanzar temperaturas superiores a la de los aceites minerales.

Actualmente la humanidad enfrenta problemas de contaminación ambiental, de la cual nuestro país no es ajeno a este problema y muy especialmente nuestra región. Actualmente existe en el mundo, sobre todo en los países en desarrollo, la industria que contamina el medio ambiente, siendo este trabajo de investigación una forma de promover

la disminución de la contaminación existente.

La investigación de esta problemática nos ha permitido definir el objetivo de este trabajo que es: proponer un producto alternativo llamado reducción del impacto ecológico de los transformadores de distribución, y cómo utilizarlo de forma sencilla; describir las ventajas y desventajas.

El propósito fundamental es preservar nuestro medio ambiente, reemplazando el uso del aceite mineral dieléctrico por los daños que viene ocasionando al hombre y a la naturaleza, haciendo uso del avance científico y tecnológico es necesario el cambio por fluido de silicona líquida el mismo que ha desarrollado mejores performances de rendimiento y alargando la vida útil del transformador, el mismo que se realizó en la Provincia de Ica.

Cuando se produce un cortocircuito los transformadores producen humo que contaminan el aire, lo que no ocurre con los transformadores de distribución cuando utilizan fluido de silicona líquida.

Objetivo general

- Evaluar la reducción del impacto ecológico de los transformadores de distribución al utilizar líquido de silicona en la provincia de Ica

Objetivos específicos

- Diagnóstico del número de transformadores de distribución en la provincia de Ica.
- Cambio del aceite mineral dieléctrico a los transformadores instalados en subestaciones aéreas monoposte, subestaciones aéreas biposte, subestaciones en caseta y subestaciones en bóveda en un módulo demostrativo.
- Determinación del impacto ambiental que origina el uso de fluido de silicona líquida como refrigerante en los transformadores de distribución y su comparación con el aceite mineral dieléctrico en un módulo demostrativo.

2 | BASE TEORICA

López, M. (1994), describe que las propiedades del líquido de silicona permiten comparar sus características respecto a las de otros líquidos aislantes como el aceite mineral y el askarel. Pueden distinguirse tres clases de propiedades en cuanto a los materiales aislantes se refiere: Propiedades físicas, químicas, y propiedades eléctricas. El líquido de silicona logra puntos intermedios en algunas propiedades, y en otras supera al aceite mineral y al askarel. Con el fin de permitir una mayor claridad se hará una breve descripción de las propiedades para el líquido de silicona, y en general como se entienden para cualquier líquido aislante haciendo principal énfasis en las propiedades dieléctricas.

Los transformadores de distribución comprenden esencialmente un circuito

magnético sobre lo que están dos o, más arrollamientos de cobre, generalmente separados entre sí que ejercen inducción mutua debido a la corriente alterna.

El transformador monofásico es un equipo que consta de 2 bobinas que permiten por medio de la inducción electromagnética, convierten energía en un sistema monofásico de un nivel de tensión de 10000/220 v y 22,900/220v, la provincia de Ica tiene instalados sus transformadores van en subestaciones aéreas monoposte de las siguientes potencias 5 KVA, 6KVA, 7.5KVA, 10 KVA, 12 KVA, 15 KVA, 17,5 KVA.

El transformador trifásico son máquinas estáticas que están conformadas, por tres bobinas que permiten por inducción electromagnética convertir la energía trifásica de niveles de media tensión de 10,000v y 22,900v como es el caso de la provincia de Ica a niveles de baja tension como. 220v, 380, 440v. de las siguientes potencias desde 25 KVA, 28 KVA, 30KVA, 32KVA, 37.5KVA, 38KVA, 40KVA, 50KVA, 52,5KVA, 64KVA, 65KVA, 73KVA, 75KVA, 80KVA, 100KVA, 112KVA, 120KVA, 125KVA, 160KVA, 170KVA, 200KVA, 220KVA, 250KVA, 260KVA, 315KVA, 320KVA, 400KVA, 460KVA, 500KVA, 630KVA, 800KVA, 1000KVA, 1250KVA, 1600KVA, 2000KVA, Ubicados en casetas y subestaciones aéreas monoposte y biposte.

Uno de los fluidos ecológicos es el fluido de silicona, siendo un Polidimetilsiloxano (PDMS) puro que no contiene aditivos, la cual posee excelentes propiedades dieléctricas y alta conductividad térmica.

La silicona proporciona las siguientes ventajas:

- Es un material degradable, reciclable y de fácil eliminación.
- Insoluble en el agua
- Alto punto de inflamación 370° C.
- Alta clase térmica 220° C.
- Buen medio de transferencia de calor.
- No es volátil, es térmicamente estable y químicamente inerte.
- Presenta un peligro de incendio mucho menor que los otros líquidos aislantes.
- Es compatible con los materiales utilizados en la construcción de los Transformadores. La silicona proporcionada es totalmente compatible con otras similares, pudiendo por lo tanto mezclarse con cualquier otro fluido de silicona aislante de marca.
- La estabilidad térmica y la ausencia de polaridad de los fluidos de silicona hacen que se reduzca drásticamente la necesidad de mantención. El fluido de silicona no se deteriora durante su operatividad, es decir, en el tiempo de vida útil del Transformador

Los transformadores de distribución en la provincia de Ica.

Se encuentran operando con un trabajo permanente durante las 24 horas durante los doce meses al año.

El crecimiento del radio urbano que está uniéndose el Cercado de Ica con los distritos, el crecimiento de los Centros Poblados están constantemente instalaciones de medidores monofásicos y trifásicos; estos nuevos usuarios están incrementando la carga a los transformadores los cuáles deben evaluarse los parámetros principales como tensiones y corrientes.

Cálculo de los costos comparativos de aceite mineral versus fluido de silicona líquida con miras a determinar una relación beneficio-costos de la sustitución.

3 | MATERIAL Y MÉTODOS

Tipo de investigación

El trabajo de investigación reducción del impacto ecológico de los transformadores de distribución al utilizar líquido de silicona en la provincia de Ica.

En lo que se refiere a la investigación básica, esta es del tipo no experimental (ex post facto), de carácter transeccional porque se recolectan los datos en un solo momento y en un tiempo único. En lo referente a la propuesta, se plantean alternativas para dar solución al problema planteado.

Metodología de la Investigación

En el desarrollo del presente trabajo, el método de investigación descriptiva con la finalidad de ver los efectos de ambos refrigerantes a fin de mejorar y establecer el uso de la nueva tecnología como es el fluido de silicona líquida.

Diseño de la Investigación

Se explica el impacto ecológico producido por los transformadores utilizando aceite mineral, e incorporando el fluido de silicona líquida, disminuyendo la contaminación. Por lo cual se definen los principios sobre los cuales se sustenta la política ambiental de las entidades poseedoras de aplicaciones con PCBs (Los Bifenilos Policlorados, figuran entre las Sustancias Químicas más Peligrosas), los que se relacionan a continuación:

- Revisión ambiental inicial basada en la identificación de aplicaciones con PCBs y evaluación del nivel de gestión ambiental. Propuesta de condiciones seguras de manipulación.
- Logro de condiciones de instalación seguras para equipos que aún se encuentran en servicio.
- Logro de condiciones seguras de almacenamiento para equipos en uso y en desuso.

- Adecuada capacitación del personal involucrado.

En la evaluación del nivel de gestión se deben tener en cuenta dos aspectos fundamentales: primero, el inventario de los residuos que generan e implica verificar la confiabilidad de los resultados que han sido obtenidos y segundo, la forma en que manejan y gestionan estos residuos.

Identificación de variables

Las variables en el presente trabajo de investigación son:

Variable independiente:

Cantidad de silicona líquida.

Variable dependiente:

Impacto ecológico de los transformadores

Técnicas e Instrumentos de Recolección de Información.

En el proceso de desarrollo del trabajo de investigación fue utilizar técnicas, que constituyen el conjunto de que se han utilizado para la obtención de los datos necesarios de los transformadores de distribución, cuyo proceso fue el siguiente:

Identificación de la cantidad de las subestaciones monoposte, biposte. En caseta en la provincia de Ica, donde están instalados los transformadores de distribución.

Determinar la ubicación de cada subestación.

Medir y determinar las características de cada subestación.

Medición de parámetros eléctricos: Voltaje, corriente, factor de potencia, frecuencia.

Elaboración de cuadros respectivos, indicando potencia de cada transformador de distribución.

Población-Muestra

La población está representada por todos los transformadores que existen en la provincia de Ica.

Modelo de Muestra

Se ha tomado como inicio de aplicación del desarrollo de la presente trabajo, la subestación en caseta ubicada en la ciudad Universitaria de la universidad Nacional San Luis Gonzaga de Ica, siendo esta un Transformador de Distribución de 250 Kva, 10000/230 V, para cambiar el aceite mineral dieléctrico por el fluido de silicona líquida. Transformador: 250 Kva

Instrumentos

- Termómetros: indicador de temperatura del vanado, puede ser:
- Termómetro con sensor bimetálico
- Termómetro de montaje remoto

- Reveladores Mecánicos
- Indicadores de Presión / vacío, vacuometro
- Espinterómetros, para pruebas de rigidez dieléctrica del aceite mineral
- Medición de la Resistencia de los vanados, comprobación de conexiones
- Pruebas de aislamiento
- Medición de la Relación de Transformación, verificación de la polaridad y relación de fase
- Medición de las tensiones de corto circuito.
- Medición de las pérdidas con carga.
- Medición de las corrientes y pérdidas sin carga (vacío).
- Ensayos de tensión aplicada.
- Ensayo de sobre tensión inducida.
- Banco de Pruebas para los transformadores.

4 I RESULTADOS

Presentación y descripción de transformadores en Ica

Desarrollando el levantamiento de información se puede indicar que como resultado se tiene un cuadro detallado de transformadores, donde se describe su potencia nominal, relación de transformación, ubicación, tipo del local, la que se puede observar en el cuadro siguiente:

N°	Potencia Nominal (kVA)	Relacion de Transf.	Ubicacion	Local	TIPO S.E.
1	160	10/.23	CALLE LAMBAYEQUE, 2ª CUADRA	Cercado	CASETA
2	320	10/.23	CALLE LIMA, 3ª CUADRA	Cercado	CASETA
3	250	10/.23	PASAJE MOQUEGUA - PUNO (MONJAS)	Cercado	CASETA
6	200	10/.23	AV. GRAU N°105	Cercado	CASETA
7	100	10/.23	AV GRAU N°105	Cercado	CASETA
19	25	10/.23	CALLE FERMIN TANGUIS 2º CUADRA URB. SAN MIGUEL	Cercado	CASETA
20	160	10/ .38-.23	CALLE BENEDICTA LUCES 1ºCUADRA URB. SAN MIGUEL	Cercado	CASETA

23	125	10/.23	BELLSOUTH	Cercado	CASETA
6	160	10/.23	AV. GRAU N° 105	Cercado	CASETA
7	100	10/.22	AV. MUNICIPALIDAD N° 220-228	Cercado	CASETA
7	500	10/.23	CALLE TACNA, 1ª CUADRA	Cercado	CASETA
7	160	10/.22	AV. MUNICIPALIDAD N° 216	Cercado	CASETA
9	320	10/.23	CALLE LIBERTAD, 3ª CUADRA - URB. SAN FRANCISCO	Cercado	CASETA
10	100	10/.22	HUANUCO 242	Cercado	CASETA
11	500	10/.38-.22	AV SAN MARTIN 315	Cercado	CASETA
12	100	10/.23	CALLE PUNO, 2ª CUADRA (MERCADO MODELO)	Cercado	CASETA
13	160	10/.23	CALLE URUBAMBA, 3ª CUADRA	Cercado	CASETA
14	250	10/.23	CALLE PISCO, 4ª CUADRA	Cercado	CASETA
15	250	10/.23	CALLE PALPA, 1ª CUADRA	Cercado	CASETA
16	160	10/.23	CALLE BOLIVAR, 9ª CUADRA	Cercado	CASETA
1092	25	22.9/.23	OCUCAJE	OCUCAJE	SAM
18	320	10/.38-.23	AV. F. LEON DE ARECHUA, 1ª CUADRA - URB. SAN MIGUEL - C.E. "NUESTRA SRA. DE LAS MERCEDES"	Cercado	CASETA
19	200	10/.38-.23	CALLE FERMIN TANGUIS, 2ª CUADRA - URB. SAN MIGUEL	Cercado	CASETA
19	25	10/.22	CALLE FERMIN TANGUIS, 2ª CUADRA - URB. SAN MIGUEL	Cercado	CASETA
20	160	10/.38-.23	CALLE BENEDICTA LUCES, 1ª CUADRA - URB. SAN MIGUEL - ESTADIO PICCASO PERATA	Cercado	CASETA
22	160	10/.23	CALLE J.J. ELIAS, 2ª CUADRA - COLEGIO SAN LUIS GONZAGA	Cercado	CASETA
23	160	10/.38-.23	AGRUPAMIENTO SAN MARTIN	Cercado	CASETA
23	125	10/.23	BELLSOUTH	Cercado	CASETA
24	100	10/.23	URB. SANTA ANITA MZ. "J" - AV. - CUTERVO	Cercado	CASETA
25	2000	10/.22	BOLIVAR S/N	Cercado	CASETA
26	250	10/.22	PARQUE INDUSTRIAL MZ. B - LT. 6-11	Cercado	CASETA
28	160	10/.22	AV. LOS MAESTROS - OVALO SAN JOSE	Cercado	CASETA

29	50	10/.22	HACIENDA SAN JOSE	Cercado	CASETA
30	160	10/.22	INTERIOR HOSPITAL REGIONAL - COMATRANA S/N	Cercado	CASETA
31	160 y 25	10/.38-.23	CAMINO A HUACACHINA - HOSPITAL REGIONAL - FRENTE A P.J. LOS FICUS Y LOS PACHECOS	Cercado	CASETA
32	160	10/.23	AV. NICOLAS DE RIVERA EL VIEJO, 2ª CUADRA - URB. LUREN	Cercado	CASETA
32	100	10/.22	AV. NICOLAS DE RIVERA EL VIEJO 227 - URB. LUREN	Cercado	CASETA
33	250	10/.22	AV. MANUEL SANTANA CHIRI 903 - URB. LUREN	Cercado	CASETA
35	200	10/.22	AV. GRAU 198	Cercado	CASETA
35	250	10/.23	AV. GRAU 199	Cercado	CASETA
36	160	10/.22	URB. SAN ISIDRO S/N	Cercado	CASETA
36	160	10/.23	CALLE LAS MARGARITAS - PARQUE - URB. SAN ISIDRO	Cercado	CASETA
1040	37.5	10/.23	FUNDO LA GUERRERO.	LOS AQUIJES	SAM
38	250	10/.38-.23	CALLE LAS AMAPOLAS - PARQUE - URB. SAN ISIDRO	Cercado	CASETA
39	250	10/.38-.23	URB. SANTO DOMINGO DE MARCONA MZ. "F"	Cercado	CASETA
40	250	10/.23	UNIDAD VECINAL	Cercado	CASETA
41	160	10/.38-.23	URB. STA. MARIA MZ. "A"	Cercado	CASETA
42	250	10/.38-.23	URB. STA. MARIA MZ. "K"	Cercado	CASETA
43	200	10/.22	URB. SAN JOAQUIN F-500	Cercado	CASETA
1086	80	10/.398-230	PONGO CHICO	PUEBLO NUEVO	SAM
44	250	10/.38-.23	URB. LAS DUNAS MZ. "K" - SAN JOAQUIN	Cercado	CASETA
45	250	10/.38-.23	URB. S. JOAQUIN II ETAPA MZ "X"	Cercado	CASETA
46	250	10/.38-.23	URB. S. JOAQUIN II ETAPA MZ "T"	Cercado	CASETA
47	100	10/.38-.23	AV. ARENALES, ALTURA DE LA DIROVE - URB. SAN JOAQUIN	Cercado	CASETA
49	200	10/.22	HDA. VISTA ALEGRE - HORNO VIEJO	Parcona	CASETA
50	160	10/.22	HACIENDA LOS POBRES - VITIVINICOLA POZO (Pb-59)	Salas Guadalupe	CASETA
51	160	10/.38-.23	CALLE EL PARQUE - URB. LA ANGOSTURA	Cercado	CASETA

52	250	10/.38-.23	EXT. HOTEL AUSTRIA - URB. LA ANGOSTURA	Cercado	CASETA
53	250	10/.38-.23	LOS EUCALIPTOS MZ. "Q" - URB. LA ANGOSTURA-	Cercado	CASETA
54	250	10/.38-.23	LAS FONCIANAS MZ. "R" - URB. LA ANGOSTURA	Cercado	CASETA
1042	60	10.38-/.23	C.P.VIRGEN DE FATIMA	SAN JUAN BAUTISTA	SAM
1087	100	10/.38-.23	AGRICOLA DON LUIS S.A.	SAN JUAN BAUTISTA	SAB
140	100	10/.38-.23	CALLE 18 FEBRERO, 8ª CUADRA	Parcona	SAB
141	50	10/.38-.23	INTERSECCIÓN AV. ARMANDO REVOREDO Y 3 DE OCTUBRE	Tinguiña	SAM
142	100	10/.38-.23	INTERSECCIÓN AV. PACHACUTEC - CESAR VALLEJO - PARCONA	Parcona	SAB

Contaminación e impacto ecológico producido en la ciudad de Ica.



Foto 1: Se aprecia la contaminación del aceite mineral en el transformador

En la subestación en caseta No. 04 ubicada en la ciudad universitaria de la Universidad San Luis Gonzaga de Ica, están instalados dos transformadores de distribución de 250 Kva., de 10 000 / 230 voltios refrigerados con aceite mineral los cuales al ser evaluados, se encuentran trabajando a un 70% de su capacidad instalada.

También se tiene como resultado que la subestación en caseta con los dos transformadores de distribución atiende a las Facultades de Enfermería, a la Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, Laboratorio de Ingeniería Electrónica, la Facultad de Farmacia y Bioquímica y otros edificios que se encuentran en el radio de distribución de las indicadas subestaciones. Los cuales deben ser evaluados en forma permanente un mantenimiento oportuno los que tendrían una vida útil de 30 años.

Cambio de fluido de silicona líquida a los transformadores instalados en subestaciones aéreas



Foto 2: Se aprecia cambio de silicona líquida a los transformadores



Foto 3: Pruebas con pinza amperimétrica

Interpretación de resultados.

Al efectuar el cambio de uno de los transformadores de 250 Kva., el de fluido de silicona líquida la vida útil del transformador será de sesenta años, con una evaluación permanente no requiere mantenimiento y se reducirá el impacto ecológico el fluido de silicona no contamina el suelo, el aire, el tiempo de vida útil es el doble.

Pruebas a los transformadores con líquido de silicona

Se tiene como resultado que disminuyó la contaminación ambiental, por lo cual actualmente se viene utilizando con éxito los aisladores de silicona en redes eléctricas los cuales no requieren mantenimiento, la misma que tiene un uso en estos momentos a nivel mundial

5 | CONCLUSIONES

- El total de transformadores ubicados en la ciudad de Ica. Las subestaciones con que cuenta la provincia de Ica son 1,500 transformadores de distribución instalados de la siguiente manera: 132 subestaciones en caseta, 419 subestaciones monoposte y 949 subestaciones aéreas biposte.
- El cambio por fluido de silicona líquida a los transformadores instalados en subestaciones aéreas monoposte, subestaciones aéreas biposte, subestaciones en caseta y subestaciones en bóveda en un módulo demostrativo, resulto positiva su remplazo.
- El impacto ambiental que origina el uso de fluido de silicona líquida como refrigerante en los transformadores de distribución y su comparación con el aceite mineral dieléctrico en un módulo demostrativo, ambientalmente tiene un impacto bastante positivo.

REFERENCIAS

Alarcón, P. Pruebas Eléctricas de Rutina a Transformadores

Avelino, P. Transformadores de Distribución. Teoría y Cálculo

Corrales, J. Teoría, Cálculo y Construcción de Transformadores. 5ta. Edición. Editorial Labor.

Dobson, S.; van Esch, G.J. (1993) Environmental Health Criteria 140: Polychlorinated Biphenyls and Terphenyls. Segunda Edición; Organización Mundial de la Salud, Programa Internacional de Seguridad de las Sustancias Químicas (IPCS): Ginebra, Suiza.

López M. (1994), "El líquido de silicona en transformadores eléctricos: Características, uso y mantenimiento.

Hernandez R, et. al. (2006) "Metodología de la Investigación, 4ta edición Editorial MC-Graw – Hill"

Sierra R. (2002) Tesis Doctorales y Trabajos de INVESTIGACIÓN. Quinta Edición. Editorial Thomson.

SOBRE A ORGANIZADORA

LILIAN COELHO DE FREITAS - Professora do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará (IFPA). Possui graduação em Engenharia da Computação pela Universidade Federal do Pará (2007) e mestrado em Computação Aplicada pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica (PPGEE) da UFPA, obtido em 2009. Em 2008, realizou estágio de mestrado no Instituto de Engenharia de Sistemas e Computadores (INESC/Porto - Portugal). Atuou como pesquisadora membro do Laboratório de Eletromagnetismo Aplicado (LEA/UFPA) de 2004 a 2014 e do Laboratório de Sensores e Sistemas Embarcados (LASSE/UFPA) de 2008 a 2012. Atuou como Pesquisadora Visitante no Georgia Institute of Technology (Atlanta, Georgia, Estados Unidos), no período de Março/2012 a Fev/2013. Tem mais de 50 trabalhos publicados, envolvendo publicações em livros, revistas e eventos científicos. Seus interesses de pesquisa são: telecomunicações (comunicações sem fio, rádio cognitivo) e machine learning.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Agronegócio 11, 45, 86, 87, 112

AMPL 10, 47, 48, 49, 52, 53, 55, 58, 59, 61

Arduino Uno 116, 117, 118

B

Biocombustíveis Sólidos 62

Biomassa 24, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 72, 88, 89, 90, 91, 95, 100, 101, 103, 107, 108, 113, 135, 136, 137, 141, 142

C

Canteiro de Obras 143, 144, 145, 150, 151, 152, 154, 156

Carbonização 62, 64, 68, 69, 71

Construção Civil 143, 144, 145, 147, 148, 149, 150, 151, 154, 156

Consumo 11, 24, 63, 78, 83, 96, 98, 100, 101, 103, 108, 109, 112, 116, 117, 118

Controladores Fuzzy 10, 39, 44, 45

Cooperativa 143, 145, 148, 149, 151, 153, 156

Coproduto 135, 141

Corrente 1, 5, 12, 75, 80, 91, 97, 98, 99, 102, 104, 106, 107, 108, 116, 117, 146

D

Dielectric Fluid 159

E

Energia 9, 11, 2, 5, 8, 16, 23, 24, 25, 26, 27, 29, 31, 32, 33, 34, 35, 37, 38, 48, 61, 62, 63, 64, 65, 69, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 80, 81, 82, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 113, 114, 116, 117, 118, 119, 122, 123, 135, 136, 138, 141, 142, 150, 151

Energia Elétrica 11, 2, 24, 25, 31, 33, 34, 35, 37, 61, 73, 74, 76, 80, 84, 85, 86, 87, 89, 90, 91, 94, 95, 96, 98, 100, 102, 104, 108, 109, 111, 112, 113, 114, 116, 118, 141, 150

Environmental Management System 159

Excentricidade 120, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 132

F

Filtros Planares 120, 122, 124

Fluxo de Carga 9, 10, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 57, 58, 61

Fontes Renováveis 24, 63, 87, 89, 114

Fuzzy 10, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 23, 24, 25, 26, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 36, 37, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46

G

Geometria Elíptica 120, 124, 125, 131

I

Identificação de falhas em rolamentos 1

Inteligência Artificial 10, 1, 3, 12, 13, 15, 16

L

Lógica Fuzzy 10, 15, 16, 17, 20, 23, 36, 37, 39, 40, 44, 45

M

Mamdani 18, 19, 20, 39, 40, 44

Medidor 11, 116, 117, 118, 119

Motor de indução trifásico 1

O

Otimização Matemática 47, 48, 49, 53, 61

P

Pirólise 10, 62, 68, 135, 136

R

Reconfiguração Automática 87, 89, 94, 114

Redes Inteligentes 86, 87, 88, 91

Resíduos Agroindustriais 62, 63

S

SIF 15, 16, 17, 19, 20, 21, 23, 24, 28, 31, 32, 33, 34, 35

Sistemas Elétricos de Potência 9, 10, 47

Sistemas Fotovoltaicos 9, 23, 73, 77

Solver Knitro 47

Sombreamento 73, 74, 75, 76, 77, 79, 80, 81, 82, 84, 85

Sustentabilidade 27, 63, 73, 84, 86

T

Tensão 51, 74, 87, 91, 92, 94, 95, 97, 98, 99, 102, 104, 106, 107, 108, 113, 116, 117, 150

Terceirizados 143, 144, 145, 146, 151, 156, 157

Torrefação 62, 64, 68, 69, 70, 71, 135, 136, 137, 138, 141

Transformadas no domínio tempo-frequência 1

Transformer 159

V

Viabilidade 66, 73, 74, 77, 82, 84, 85, 86, 88, 93, 108, 110, 114

COLEÇÃO **DESAFIOS** DAS **ENGENHARIAS:**

ENGENHARIA ELÉTRICA



www.atenaeditora.com.br



contato@atenaeditora.com.br



[@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora)



[facebook.com/atenaeditora.com.br](https://www.facebook.com/atenaeditora.com.br)

COLEÇÃO **DESAFIOS** DAS **ENGENHARIAS:**

ENGENHARIA ELÉTRICA



www.atenaeditora.com.br



contato@atenaeditora.com.br



[@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora)



[facebook.com/atenaeditora.com.br](https://www.facebook.com/atenaeditora.com.br)