

ENGENHARIAS:

Metodologias e Práticas de
Caráter Multidisciplinar

Henrique Ajuz Holzmann
João Dallamuta
(Organizadores)

ENGENHARIAS:

Metodologias e Práticas de
Caráter Multidisciplinar

Henrique Ajuz Holzmann
João Dallamuta
(Organizadores)

Editora Chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Assistentes Editoriais

Natalia Oliveira

Bruno Oliveira

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto Gráfico e Diagramação

Natália Sandrini de Azevedo

Camila Alves de Cremo

Luiza Alves Batista

Maria Alice Pinheiro

Imagens da Capa

Shutterstock

Edição de Arte

Luiza Alves Batista

Revisão

Os Autores

2020 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2020 Os autores

Copyright da Edição © 2020 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.



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.

A Atena Editora não se responsabiliza por eventuais mudanças ocorridas nos endereços convencionais ou eletrônicos citados nesta obra.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação.

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

Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior – Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais

Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília

Prof. Dr. Carlos Antonio de Souza Moraes – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Daniel Richard Sant’Ana – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Profª Drª 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
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Jadson Correia de Oliveira – Universidade Católica do Salvador
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Prof. Dr. Luis Ricardo Fernandes da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Pontifícia Universidade Católica de Campinas
Profª Drª Maria Luzia da Silva Santana – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa
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
Profª Drª Carla Cristina Bauermann Brasil – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Jael Soares Batista – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
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
Prof^ª Dr^ª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Prof^ª Dr^ª 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
Prof^ª Dr^ª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília
Prof^ª Dr^ª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Prof^ª Dr^ª Eysler Gonçalves Maia Brasil – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof^ª Dr^ª 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
Prof^ª Dr^ª 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
Prof^ª Dr^ª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof^ª Dr^ª Maria Tatiane Gonçalves Sá – Universidade do Estado do Pará
Prof^ª Dr^ª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma
Prof^ª Dr^ª Natiéli Piovesan – Instituto Federaci 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
Prof^ª Dr^ª Regiane Luz Carvalho – Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino
Prof^ª Dr^ª Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora
Prof^ª Dr^ª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof^ª Dr^ª 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. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás
Prof^ª Dr^ª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof^ª Dr^ª Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Prof^ª Dr. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
Prof^ª Dr^ª Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte

Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá
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. 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
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

Conselho Técnico Científico

Prof. Me. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo
Prof. Me. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza
Prof. Me. Adalto Moreira Braz – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba
Prof. Dr. Adilson Tadeu Basquerote Silva – Universidade para o Desenvolvimento do Alto Vale do Itajaí
Prof. Me. Alexsandro Teixeira Ribeiro – Centro Universitário Internacional
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Profª Ma. Andréa Cristina Marques de Araújo – Universidade Fernando Pessoa
Profª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Profª Drª Andrezza Miguel da Silva – Faculdade da Amazônia
Profª Ma. Anelisa Mota Gregoleti – Universidade Estadual de Maringá
Profª Ma. Anne Karynne da Silva Barbosa – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Antonio Hot Pereira de Faria – Polícia Militar de Minas Gerais
Prof. Me. Armando Dias Duarte – Universidade Federal de Pernambuco
Profª Ma. Bianca Camargo Martins – UniCesumar
Profª Ma. Carolina Shimomura Nanya – Universidade Federal de São Carlos
Prof. Me. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Ma. Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo
Profª Drª Cláudia Taís Siqueira Cagliari – Centro Universitário Dinâmica das Cataratas
Prof. Me. Clécio Danilo Dias da Silva – Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Me. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará
Profª Ma. Daniela da Silva Rodrigues – Universidade de Brasília
Profª Ma. Daniela Remião de Macedo – Universidade de Lisboa
Profª Ma. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Me. Douglas Santos Mezacas – Universidade Estadual de Goiás
Prof. Me. Edevaldo de Castro Monteiro – Embrapa Agrobiologia
Prof. Me. Eduardo Gomes de Oliveira – Faculdades Unificadas Doctum de Cataguases
Prof. Me. Eduardo Henrique Ferreira – Faculdade Pitágoras de Londrina
Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil
Prof. Me. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita
Prof. Me. Ernane Rosa Martins – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás
Prof. Me. Euvaldo de Sousa Costa Junior – Prefeitura Municipal de São João do Piauí
Profª Ma. Fabiana Coelho Couto Rocha Corrêa – Centro Universitário Estácio Juiz de Fora
Prof. Dr. Fabiano Lemos Pereira – Prefeitura Municipal de Macaé
Prof. Me. Felipe da Costa Negrão – Universidade Federal do Amazonas
Profª Drª Germana Ponce de Leon Ramírez – Centro Universitário Adventista de São Paulo
Prof. Me. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária
Prof. Me. Givanildo de Oliveira Santos – Secretaria da Educação de Goiás
Prof. Dr. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná
Prof. Me. Gustavo Krahl – Universidade do Oeste de Santa Catarina
Prof. Me. Helton Rangel Coutinho Junior – Tribunal de Justiça do Estado do Rio de Janeiro
Profª Ma. Isabelle Cerqueira Sousa – Universidade de Fortaleza
Profª Ma. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
Prof. Me. Javier Antonio Alborno – University of Miami and Miami Dade College
Prof. Me. Jhonatan da Silva Lima – Universidade Federal do Pará
Prof. Dr. José Carlos da Silva Mendes – Instituto de Psicologia Cognitiva, Desenvolvimento Humano e Social
Prof. Me. Jose Elyton Batista dos Santos – Universidade Federal de Sergipe
Prof. Me. José Luiz Leonardo de Araujo Pimenta – Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria Uruguay
Prof. Me. José Messias Ribeiro Júnior – Instituto Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco
Profª Drª Juliana Santana de Curcio – Universidade Federal de Goiás
Profª Ma. Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Kamilly Souza do Vale – Núcleo de Pesquisas Fenomenológicas/UFPA
Prof. Dr. Kárpio Márcio de Siqueira – Universidade do Estado da Bahia
Profª Drª Karina de Araújo Dias – Prefeitura Municipal de Florianópolis
Prof. Dr. Lázaro Castro Silva Nascimento – Laboratório de Fenomenologia & Subjetividade/UFPR
Prof. Me. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Ma. Lillian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará
Profª Ma. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ
Profª Drª Lívia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Lucio Marques Vieira Souza – Secretaria de Estado da Educação, do Esporte e da Cultura de Sergipe
Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados
Prof. Dr. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual do Paraná
Prof. Dr. Michel da Costa – Universidade Metropolitana de Santos
Prof. Dr. Marcelo Máximo Purificação – Fundação Integrada Municipal de Ensino Superior

Prof. Me. Marcos Aurelio Alves e Silva – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo

Profª Ma. Maria Elanny Damasceno Silva – Universidade Federal do Ceará

Profª Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri

Prof. Me. Ricardo Sérgio da Silva – Universidade Federal de Pernambuco

Profª Ma. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal

Prof. Me. Robson Lucas Soares da Silva – Universidade Federal da Paraíba

Prof. Me. Sebastião André Barbosa Junior – Universidade Federal Rural de Pernambuco

Profª Ma. Silene Ribeiro Miranda Barbosa – Consultoria Brasileira de Ensino, Pesquisa e Extensão

Profª Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo

Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Faculdade Regional Jaguaribana

Profª Ma. Thatianny Jasmine Castro Martins de Carvalho – Universidade Federal do Piauí

Prof. Me. Tiago Silvio Dedoné – Colégio ECEL Positivo

Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

Engenharias: metodologias e práticas de caráter multidisciplinar

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira
Bibliotecária: Janaina Ramos
Diagramação: Luiza Alves Batista
Correção: Emely Guarez
Edição de Arte: Luiza Alves Batista
Revisão: Os Autores
Organizadores: Henrique Ajuz Holzmann
João Dallamuta

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

E57 Engenharia: metodologias e práticas de caráter multidisciplinar / Organizadores Henrique Ajuz Holzmann, João Dallamuta. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2020.

Formato: PDF
Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader
Modo de acesso: World Wide Web
Inclui bibliografia
ISBN 978-65-5706-560-0
DOI 10.22533/at.ed.600200511

1. Engenharia. 2. Metodologias e Práticas. I. Holzmann, Henrique Ajuz (Organizador). II. Dallamuta, João (Organizador). III. Título.

CDD 620

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

APRESENTAÇÃO

Um dos grandes desafios enfrentados atualmente pelos engenheiros nos mais diversos ramos do conhecimento, é de saber ser multidisciplinar, aliando conceitos de diversas áreas. Hoje exige-se que os profissionais saibam transitar entres os conceitos e práticas, tendo um viés humano e técnico.

Neste sentido este livro traz capítulos ligados a teoria e prática em um caráter multidisciplinar, apresentando de maneira clara e lógica conceitos pertinentes aos profissionais das mais diversas áreas do saber.

Para isso o mesmo foi dividido em dois volumes, sendo que o volume 1 apresenta temas relacionados a área de engenharia mecânica, química e materiais, dando um viés onde se faz necessária a melhoria continua em processos, projetos e na gestão geral no setor fabril.

Já o volume 2 traz, temas correlacionados a engenharia civil e de minas, apresentando estudos sobre os solos e obtenção de minérios brutos, bem como o estudo de construções civis e suas patologias, estando diretamente ligadas ao impacto ambiental causado e ao reaproveitamento dos resíduos da construção.

De abordagem objetiva, a obra se mostra de grande relevância para graduandos, alunos de pós-graduação, docentes e profissionais, apresentando temáticas e metodologias diversificadas, em situações reais.

Aos autores, agradecemos pela confiança e espírito de parceria.

Boa leitura!

Henrique Ajuz Holzmann

João Dallamuta

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

DESENVOLVIMENTO DE UMA FERRAMENTA DE DOBRA DE UM VERGALHÃO PARA A MELHORIA DE UM PROCESSO DE CONFORMAÇÃO MECÂNICA

Efraim Ribas Linhares Bruno
Thiago Monteiro Maquiné
Perla Alves de Oliveira
Marcia Cristina Gomes de Araújo Lima
Suelem de Jesus Pessoa

DOI 10.22533/at.ed.6002005111

CAPÍTULO 2..... 13

ANÁLISE DO COMPORTAMENTO SUPERFICIAL NA MANUFATURA CNC DE MATERIAL LAMINADO EM PLACAS DE RENSHAPE 440

Walkiria Kohmoto Nishimurota
Marco Stipkovic Filho

DOI 10.22533/at.ed.6002005112

CAPÍTULO 3..... 23

A INFLUÊNCIA DA RUGOSIDADE SUPERFICIAL NA ANÁLISE DE DUREZA E MICRODUREZA EM AÇO AO CARBONO FUNDIDO

Ronan Geraldo Moreira

DOI 10.22533/at.ed.6002005113

CAPÍTULO 4..... 29

CONCEITOS BÁSICOS DE MICROUSINAGEM: UMA REVISÃO

Ainá Winnie Carlos Riomar
Esther Samila Santana Barbosa
Lucas Winterfeld Benini

DOI 10.22533/at.ed.6002005114

CAPÍTULO 5..... 46

ANÁLISE DE FALHA POR CORROSÃO EM REVESTIMENTO DE PRODUÇÃO DE UM CAMPO MADURO DO ESTADO DE SERGIPE

André Vieira da Silva
Wilson Linhares dos Santos
Cochiran Pereira dos Santos
Soraia Simões Sandes

DOI 10.22533/at.ed.6002005115

CAPÍTULO 6..... 59

MICRODUREZA NO PROCESSO DE SOLDAGEM POR FRICÇÃO LINEAR DA LIGA DE LATÃO BINÁRIO C260

Lucas Freitas de Medeiros Pimentel
Monique Valentim da Silva Frees
Ariane Rebelato Silva dos Santos

DOI 10.22533/at.ed.6002005116

CAPÍTULO 7..... 67

AVALIAÇÃO DO PROCESSO DE ALÍVIO DE TENSÃO EM COMPONENTES DE AÇO AAR M201 GRAU E RECUPERADOS POR SOLDAGEM

Natanael Pinho da Silva Alves

Ronan Geraldo Moreira

DOI 10.22533/at.ed.6002005117

CAPÍTULO 8..... 79

ESTUDO DA GERAÇÃO DE NOVOS MATERIAIS COMPÓSITOS A PARTIR DO GESSO E DO RESÍDUO DE GESSO COM ADITIVOS DESINCORPORADORES DE AR E SUPERPLASTIFICANTES

Tássila Saionara Gomes Galdino

Pâmela Bento Cipriano

Andréa de Vasconcelos Ferraz

DOI 10.22533/at.ed.6002005118

CAPÍTULO 9..... 93

DESENVOLVIMENTO DE PLACAS DE CELERON

Karla Hikari Akutagawa

Caroline da Silva Neves

Celia Kimie Matsuda

Nabi Assad Filho

DOI 10.22533/at.ed.6002005119

CAPÍTULO 10..... 99

PREPARAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE CATALISADORES METÁLICOS SUPORTADOS EM ALUMINA PARA OBTENÇÃO DE BIODIESEL

Normanda Lino de Freitas

Talita Kênya Oliveira Costa

Joelda Dantas

Elvia Leal

Julyanne Rodrigues de Medeiros Pontes

Pollyana Caetano Ribeiro Fernandes

DOI 10.22533/at.ed.60020051110

CAPÍTULO 11 113

SIMULAÇÃO DE ESPECTROMETRIA DE MASSA DE ÍONS SECUNDÁRIOS

Gabriel dos Santos Onzi

Igor Alencar Vellame

DOI 10.22533/at.ed.60020051111

CAPÍTULO 12..... 117

ANÁLISE DE UM MOTOR 3 CILINDROS SOBREALIMENTADO

Bruno Barreto Irmão

Alexsander Velasco Cardoso

Gustavo Simão Rodrigues

DOI 10.22533/at.ed.60020051112

CAPÍTULO 13..... 131

PROTÓTIPO DE UMA ESTEIRA AUTOMATIZADA PARA ÂMBITO INDUSTRIAL

Mateus dos Santos Correia
Déborah da Costa Sousa Carvalho
Luiz Eduardo Borges de Lima
Elton Santos Dias Sales

DOI 10.22533/at.ed.60020051113

CAPÍTULO 14..... 134

DETERMINAÇÃO DE RITMO CARDÍACO A PARTIR DE SINAIS DE FOTOPLETISMOGRAFIA

Lucas Fernandes Alves dos Anjos
Sergio Okida

DOI 10.22533/at.ed.60020051114

CAPÍTULO 15..... 140

MODELAGEM E SIMULAÇÃO ELETROMAGNÉTICA DE LTNLG (COAXIAL E DE FITA) PARA GERAÇÃO DE RF UTILIZANDO O CST STUDIO

André Ferreira Teixeira
Ana Flávia Guedes Greco
José Osvaldo Rossi
Joaquim José Barroso
Fernanda Sayuri Yamasaki
Elizete Gonçalves Lopes Rangel

DOI 10.22533/at.ed.60020051115

CAPÍTULO 16..... 150

SIMULAÇÃO DE LINHAS DE TRANSMISSÃO NÃO LINEARES GIROMAGNÉTICAS UTILIZANDO MODELAGEM NUMÉRICA UNIDIMENSIONAL

Ana Flávia Guedes Greco
André Ferreira Teixeira
José Osvaldo Rossi
Joaquim José Barroso

DOI 10.22533/at.ed.60020051116

CAPÍTULO 17..... 160

DESENVOLVIMENTO DE OBJETOS EDUCACIONAIS: ATIVIDADE PRÁTICA DE VAZÕES EM ORIFÍCIOS

Thais Esmério Pimentel
Henrique da Silva Pizzo

DOI 10.22533/at.ed.60020051117

CAPÍTULO 18..... 172

APLICAÇÃO TÉCNICAS E FERRAMENTAS DE PLANEJAMENTO, GESTÃO E CONTROLE, BASEADOS NO CONCEITO DA CONSTRUÇÃO ENXUTA

Elaine Garrido Vazquez

Renata Gonçalves Faisca

Joyce Dias da Costa

DOI 10.22533/at.ed.60020051118

CAPÍTULO 19..... 183

INFLUÊNCIA DA TEMPERATURA E VOLUME DE ÁCIDOS NA LIXIVIAÇÃO DE CU E PB PRESENTES EM PLACAS DE CIRCUITO IMPRESSO

Alexandre Candido Soares

Yara Daniel Ribeiro

Sara Daniel Ribeiro

DOI 10.22533/at.ed.60020051119

CAPÍTULO 20..... 189

ANÁLISE DA SINTERIZAÇÃO E DENSIFICAÇÃO DE LIGA Nb-Ni-Fe-Si VIA SINTERIZAÇÃO POR PLASMA PULSADO (SPS)

Yara Daniel Ribeiro

Alexandre Candido Soares

Sara Daniel Ribeiro

DOI 10.22533/at.ed.60020051120

CAPÍTULO 21..... 198

ESTUDO CINÉTICO DA LIXIVIAÇÃO DE COBRE UTILIZANDO ÁCIDO NITRÍCO

Alexandre Candido Soares

Yara Daniel Ribeiro

Sara Daniel Ribeiro

DOI 10.22533/at.ed.60020051121

SOBRE OS ORGANIZADORES 209

ÍNDICE REMISSIVO..... 210

MODELAGEM E SIMULAÇÃO ELETROMAGNÉTICA DE LTNLG (COAXIAL E DE FITA) PARA GERAÇÃO DE RF UTILIZANDO O CST STUDIO

Data de aceite: 01/11/2020

Data de submissão: 26/08/2020

André Ferreira Teixeira

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
São José dos Campos – São Paulo
<http://lattes.cnpq.br/4117184145281894>

Ana Flávia Guedes Greco

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
São José dos Campos – São Paulo
<http://lattes.cnpq.br/7131855554096423>

José Osvaldo Rossi

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
São José dos Campos – São Paulo
<http://lattes.cnpq.br/6776235915192672>

Joaquim José Barroso

Instituto Tecnológico de Aeronáutica
São José dos Campos – São Paulo
<http://lattes.cnpq.br/5240243263075069>

Fernanda Sayuri Yamasaki

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
São José dos Campos – São Paulo
<http://lattes.cnpq.br/0096441655292018>

Elizete Gonçalves Lopes Rangel

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
São José dos Campos – São Paulo
<http://lattes.cnpq.br/2061452556577317>

RESUMO: Linhas de Transmissão Não Lineares Giromagnéticas (LTNLG) representam atualmente uma nova forma de gerar radiofrequência (RF), em que se utiliza o fenômeno da precessão dos momentos magnéticos da ferrita, por meio da interação entre o campo magnético axial externo e o azimutal. Por ser um dispositivo complexo, é necessário a utilização de artifícios computacionais para a modelagem e simulação desta tecnologia ainda em fase de projeto, como por exemplo, simulações numéricas e simulações eletromagnéticas. Este trabalho apresenta a modelagem e simulação de dois tipos de LTNLG, coaxial e de fita, a fim de evidenciar oscilações no sinal de saída das linhas. Para isso, é utilizado o programa de simulação eletromagnética CST Studio, inserindo os materiais necessários e ajustando os parâmetros de cada linha. Oscilações RF foram observadas em ambos os sinais de saída das linhas, sendo interpretados nos domínios do tempo e da frequência e análise dos modos de propagação.

PALAVRAS-CHAVE: Linha de transmissão não linear giromagnética (LTNLG), geração de radiofrequência (RF), simulações eletromagnéticas.

ELECTROMAGNETIC MODELING AND SIMULATION OF GNLTL (COAXIAL AND STRIPLINE) FOR RF GENERATION USING CST STUDIO

ABSTRACT: Gyromagnetic Nonlinear Transmission Lines (GNLTL) currently represents a new way of generating radiofrequency (RF), in which the phenomenon of the precession of the ferrite magnetic moments is used, through the

interaction between the external axial magnetic field and the azimuth. As it is a complex device, it is necessary to use computational devices for the modeling and simulation of this technology still in the design phase, such as, for example, numerical simulations and electromagnetic simulations. This work presents the modeling and simulation of two types of GNLT, coaxial, and stripline, to show oscillations in the signal output of the lines. For this, the electromagnetic simulation program CST Studio is used, inserting the necessary materials and adjusting the parameters of each line. RF oscillations were observed in both lines' output signals, being interpreted in the time and frequency domains and analysis of propagation modes.

KEYWORDS: Gyromagnetic Nonlinear Transmission Line (GLTNL), generation of radio frequency (RF), electromagnetic simulations.

1 | INTRODUÇÃO

Por se tratar de uma nova alternativa para gerar RF, as LTNLs giromagnéticas despertam grande interesse por parte da comunidade científica, devido a possibilidade de sua aplicação em sistemas de transmissão de RF que exigem alta potência e operação em frequências elevadas (banda S e C) [Yamasaki, et al. 2016]. Esta tecnologia por si só já apresenta uma configuração mais compacta quando comparada à dos geradores de RF convencionais como dispositivos TWT (*Travelling Waves Tube*) [Rossi, et al. 2017a], pois não necessitam de circuitos amplificadores, oscilador local e tubo eletrônico a vácuo. Entretanto, ainda é um dispositivo relativamente grande e pesado para aplicações espaciais, tendo em vista que o peso de um artefato espacial está diretamente relacionado ao seu custo de lançamento. Com isto, a aplicação das LTNLs giromagnéticas em satélites exige neste momento, mais um esforço de compactação deste dispositivo, como por exemplo, eliminar uma fonte de corrente contínua com a substituição do solenoide por ímãs permanentes, diminuindo seu custo e volume total, o que possibilita a aplicação em sistemas pulsados de satélites radares (SAR) e em subsistemas de telecomunicações de satélites em geral. As vantagens de estudar estes dispositivos utilizando simulações eletromagnéticas é refletida na otimização de seus desempenhos, pois permitem o uso de prototipagem virtual [CST STUDIO®], o que possibilita identificar e mitigar problemas de conformação ainda no início do projeto.

Como uma tecnologia promissora para gerar RF, as linha giromagnéticas possuem seu meio magnético de propagação formado por núcleos magnéticos de ferrita imersos em um campo magnético axial externo constante. A Figura 1 ilustra o processo de geração de RF em uma LTNL giromagnética coaxial a partir da aplicação de um pulso de corrente, em que as oscilações de RF são geradas a partir da precessão dos momentos magnéticos da ferrita, quando excitados pelo campo azimutal gerado pela corrente do pulso de entrada, o qual interage com o campo magnético axial externo, gerado pelo solenoide.

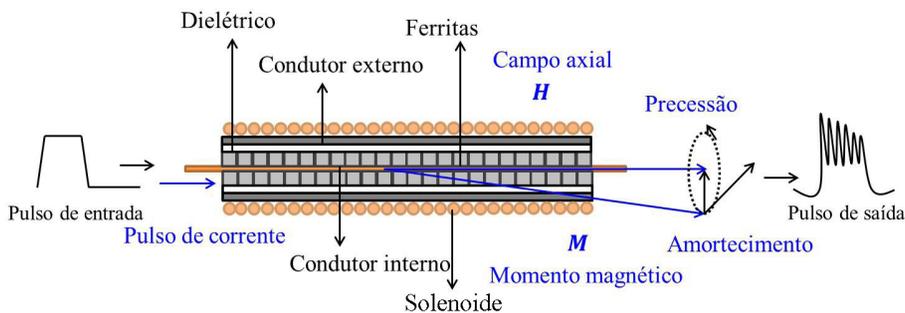


Figura 1 – Linha exibindo o efeito de precessão magnética, gerando oscilações a partir de um pulso retangular de entrada. [Rossi, et al. 2017b]

O efeito de precessão giromagnética amortecida é descrito pela equação de Landau-Lifshitz-Gilbert (LLG) [Gilbert 2004]:

$$\frac{\partial \vec{M}}{\partial t} = \gamma \mu_0 \vec{M} \times \vec{H} - \frac{\alpha}{M_s} \vec{M} \times \frac{\partial \vec{M}}{\partial t} \quad (1)$$

Esta equação descreve a dinâmica de magnetização que ocorre na ferrita [Bragg, et al. 2013a], onde \vec{M} é o vetor de magnetização, \vec{H} é o vetor do campo magnético axial, M_s é a magnetização na saturação, γ é a relação giromagnética dos elétrons ($1,760 \times 10^{11}$ rad/s/T), α é a constante de amortecimento da precessão, que depende do material e possui valores típicos de 0,001–0,1 e μ_0 é a permeabilidade magnética no vácuo. A polarização externa (\vec{H}) tradicionalmente é provida por solenoide posicionado na região externa da LTNL [Bragg, et al. 2010], como pode ser visto no arranjo experimental de uma linha de aproximadamente 60 cm de comprimento na Figura 2.



Figura 2 – Arranjo para teste de uma linha giromagnética coaxial usando solenoide como fonte do campo axial externo. [Yamasaki, et al. 2019]

Existem diferentes abordagens ao se investigar a geração de RF a partir de linhas giromagnéticas, onde umas delas é utilizando as chamadas simulações numéricas, que por meio de rotinas e códigos auxiliam a resolução das principais equações que regem

o fenômeno de precessão giromagnética no interior da linha, assim como os processos não lineares dos materiais. Algumas contribuições neste sentido são encontradas em [Karelin, et al. 2019], [Ahn, et al. 2015] e [Karelin, et al. 2016]. Outra abordagem utilizada é através de simulações eletromagnéticas (utilizadas neste trabalho), por meio de programas próprios para análise de campos eletromagnéticos e dispositivos de RF, como em [Reale, et al. 2016]. Uma vez que o estudo de linhas giromagnéticas envolvem diferentes tipos de problemas e inúmeros fatores, como por exemplo o campo magnético axial externo [Bragg, et al. 2013b], se faz necessário a utilização de vários métodos de resolução, por englobarem diferentes espécies de problemas, como altas frequências e campos eletrostáticos, o que é mais facilmente resolvido com programas específicos de simulações eletromagnéticas que solucionam vários tipos de problemas com seus diferentes métodos de resolução.

Programas de simulações eletromagnéticas têm sido usados com grande sucesso no projeto e simulação de sistemas de RF que empregam dispositivos como guia de ondas, linhas de fita, linhas coaxiais, estruturas de fios, estruturas de filtros, antenas, metamateriais etc. Representando uma poderosa ferramenta para projetos em eletromagnetismo, o programa de simulação *CST Studio Suite* oferece ao usuário um ambiente de simulação completo e amigável em um cenário totalmente 3D, facilitando ciclos de desenvolvimento mais curtos e custos reduzidos. O programa possui vários pacotes para a análise de uma vasta gama de problemas complexos, desde altas e baixas frequências, até motores, transformadores e sensores. A ferramenta utiliza algoritmos precisos para a resolução das equações de Maxwell de diferentes maneiras, realizando simulações tanto no domínio do tempo, utilizando o método de resolução Técnica de Integração Finita (FIT) e Matriz de Linha de Transmissão (TLM) quanto no domínio da frequência, por meio da técnica de resolução do Método de Elementos Finitos (FEM) [CST STUDIO®]. De maneira geral, o CST simplifica a estrutura dos projetos através da geração de malhas (pontos de resolução das equações de Maxwell), de acordo com a frequência utilizada, proporcionando de maneira automática, uma modelagem completa da estrutura simulada.

Comparando os métodos de simulação, vale ressaltar que no caso das simulações numéricas (Matlab, Mathematica, Maple, Octave etc), a equação de Landau-Lifshitz [Gilbert 2004] e [Vaselaar 2011], que descreve o fenômeno de precessão magnética na linha giromagnética, deve ser acoplada as equações de Maxwell, sendo escritas na forma de códigos numéricos para a modelagem do problema [Ahn, et al. 2015], o que pode aumentar sua complexidade e demandar mais tempo. Nas simulações eletromagnéticas (CST, HFSS, COMSOL etc) [Reale 2013], estas equações já são levadas em conta automaticamente na simulação do fenômeno, cabendo ao usuário entender, definir e ajustar corretamente os parâmetros do dispositivo, o que facilita bastante o projeto de uma LTNL.

Por meio das simulações eletromagnéticas, o objetivo deste trabalho é modelar e simular dois protótipos de LTNL giromagnética (coaxial e linha de fita) como um arranjo completo, a fim de verificar a geração de oscilações RF em seu sinal de saída. Sabe-se

que a amplitude do pulso de entrada [Rossi, et al. 2017a], o campo magnético axial, os tipos de materiais utilizados e a geometria da linha [Bragg, et al. 2012] podem influenciar nas oscilações e conseqüentemente na geração de RF. Espera-se com este trabalho obter um *setup* de simulação, auxiliando trabalhos futuros com o programa *CST Studio*, onde podem ser realizadas análises modificando os vários parâmetros citados anteriormente, a fim de entender o comportamento da linha e o impacto de tais parâmetros na formação das oscilações no sinal de saída.

2 | METODOLOGIA

Utilizando-se a ferramenta computacional (*CST Studio Suite*), foram montados dois arranjos com dois tipos de LTNL giromagnéticas: (a) o primeiro tipo, uma linha coaxial de 60cm de comprimento e diâmetro de 0.5cm utilizando o Kapton como dielétrico, apresentada na Figura 3; e (b) uma linha de fita, de 30cm de comprimento, 3,94cm de largura e 2,84cm de altura, como mostra a Figura 4. Ambos os arranjos utilizaram a ferrita FB-43-201 (AMIDON, com $\varnothing_{int}=1,09$ mm, $\varnothing_{ext}=1,93$ mm e espessura= 3,80 mm) e o cobre como condutor central e condutor externo, além disso, foram injetados pulsos retangulares de 25 kV na entrada das linhas e um campo externo aplicado para polarização axial de 30 kA/m.

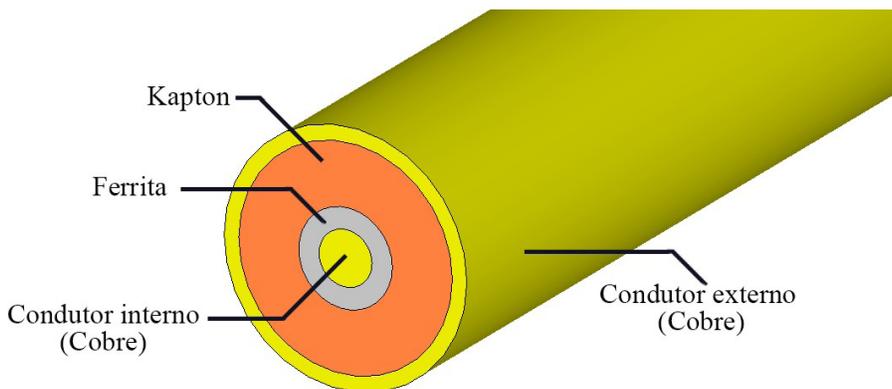


Figura 3 – Linha coaxial modelada no programa CST, exibindo suas diferentes camadas.

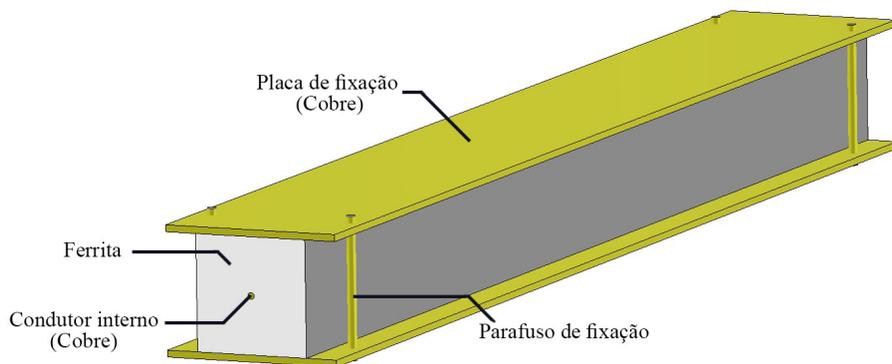


Figura 4 – Linha de fita modelada no programa CST, exibindo parafusos e placas de fixação.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

É possível observar oscilações no sinal de saída gerado em ambas as linhas, como mostram as Figuras 5 e 6.

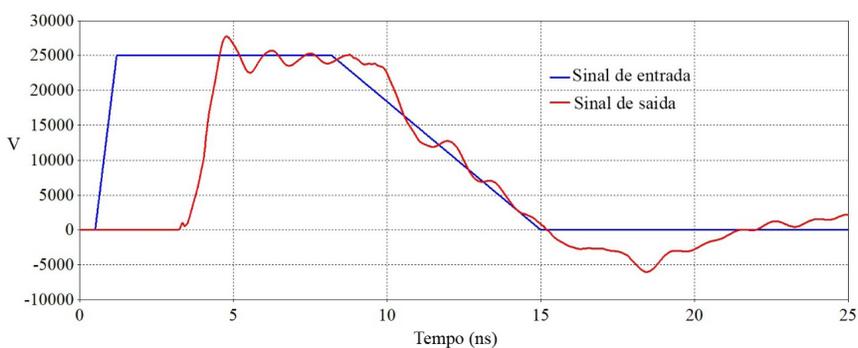


Figura 5 – Oscilações no sinal de saída da linha da linha coaxial.

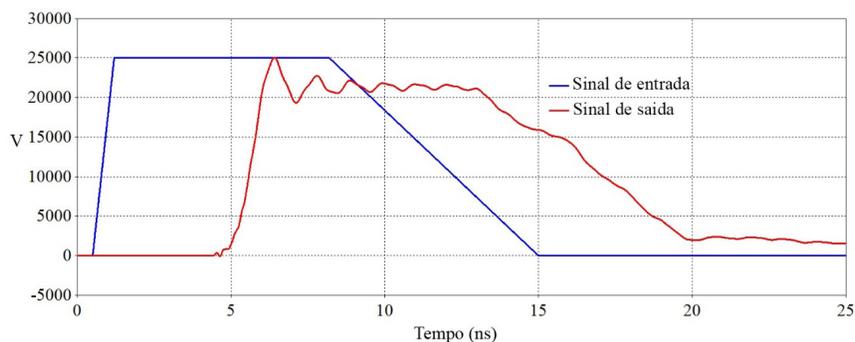


Figura 6 – Oscilações no sinal de saída da linha de fita.

Os sinais obtidos no domínio do tempo (Figuras 5 e 6) são importantes para compreender como o sinal se comporta ao se propagar pela linha. Pode ser observado uma diferença na amplitude no sinal de saída entre as linhas, ou seja, a linha de fita obteve uma maior atenuação das oscilações. A geometria, o material, o campo magnético axial externo e a amplitude do sinal influenciam nas oscilações na saída da linha, o que pode ser observado nas duas configurações distintas de linhas simuladas neste trabalho.

As Figuras 7 e 8 apresentam os espectros de frequência dos sinais de saída, onde é possível ver os picos em algumas frequências (basicamente na faixa de 200 a 400MHz), consequência das oscilações geradas, que permitem concentrar parte da energia do sinal em determinadas frequências, a fim de obter um sistema de transmissão de RF. Os gráficos no domínio da frequência são importantes para caracterizar uma região do espectro de frequência onde a linha pode ser operacional, ou seja, uma região de frequência de transmissão.

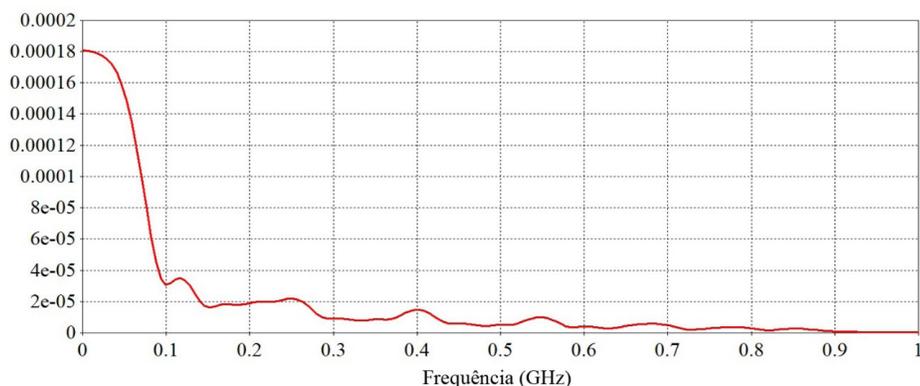


Figura 7 – Espectro de frequências do sinal de saída da linha coaxial.

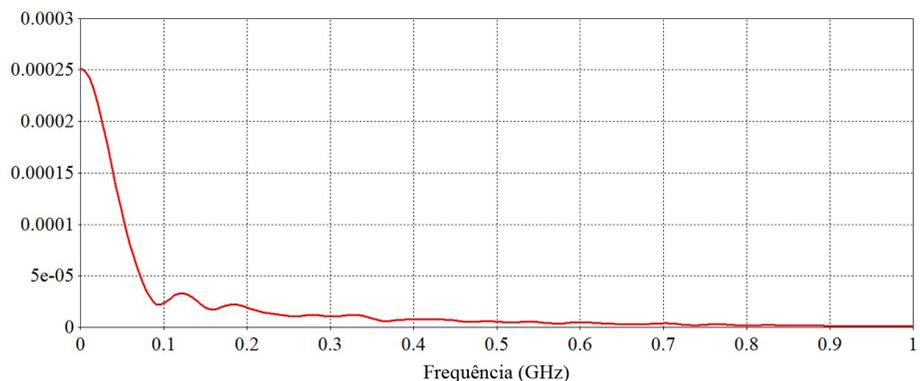


Figura 8 – Espectro de frequências do sinal de saída da linha de fita.

A seguir, nas Figuras 9 e 10 são apresentadas as linhas de campo dos modos de propagação em ambas as linhas. Sendo um aspecto importante em guias de ondas, os modos de propagação definem o tamanho físico do dispositivo, dada uma frequência de operação, e possibilitam o entendimento de como se comportam estes campos no interior da linha, facilitando a otimização do projeto da linha. Nota-se na Figura 10, que os vetores de campo para a linha de fita mostram-se consistentes com as simulações realizadas por [Reale, et al. 2016], evidenciando o modo de propagação TEM do campo elétrico e magnético no interior da linha de fita.

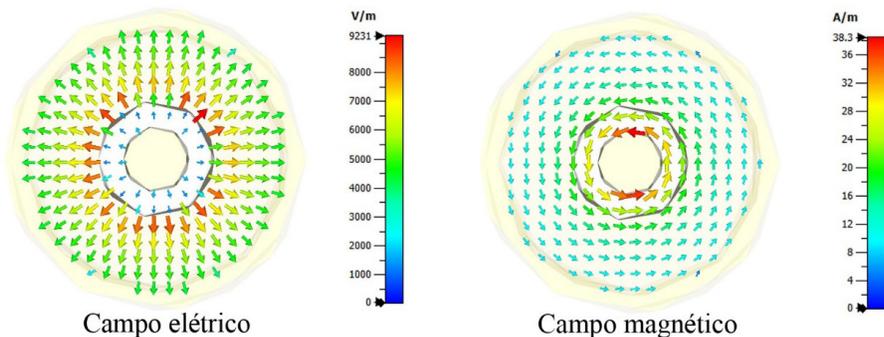


Figura 9 – Modo de propagação TEM observado na secção transversal no interior da linha coaxial.

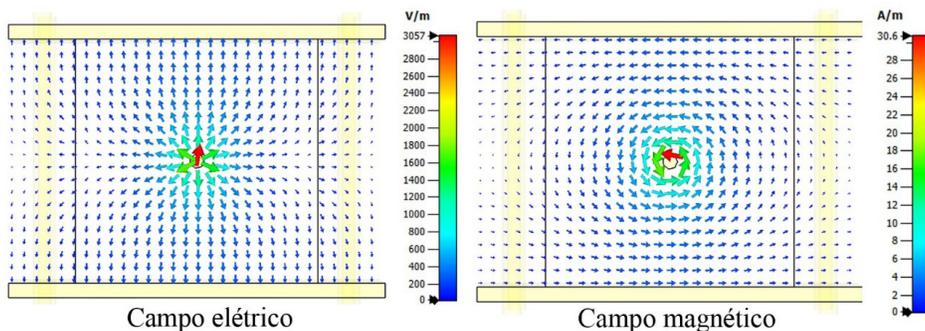


Figura 10 – Modo de propagação TEM observado na secção transversal no interior da linha de fita.

4 | CONCLUSÃO

São apresentados neste trabalho a modelagem e a simulação eletromagnética de dois tipos principais de linhas giromagnéticas, a linha coaxial e a de fita. Ficaram evidenciados suas potencialidades em gerar oscilações no pulso de saída. A simulação utilizando o *CST Studio* possibilitou o estudo destes dispositivos com mais detalhes, permitindo modificar

parâmetros, tipo de materiais e dimensões. Como resposta, o programa exibe inúmeras maneiras de visualizar os resultados, seja pela análise dos espectros de frequências dos pulsos ou das linhas de campo dos modos de propagação, facilitando o entendimento de seus fenômenos e contribuindo para a otimização do projeto das LTNLs.

O estudo da influência de parâmetros como campo magnético axial, amplitude do pulso de entrada, tipo de materiais, e a compactação destas linhas, serão investigados em trabalhos futuros.

AGRADECIMENTOS

Os autores gostariam de agradecer ao Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE e ao Laboratório Associado de Plasma – LABAP pelos recursos utilizados. Este trabalho foi financiado em parte pela CAPES (88887.492309/2020-00), CNPq (305338/2016-1), FAPESP (2018/260862) e pelo escritório de pesquisa da Força Aérea Americana SOARD – USAF (FA9550-18-1-0111).

REFERÊNCIAS

- Ahn, J.-W.; Karelin, S. Y.; Kwon, H.-O.; Magda, I. I. and Sinitsin, V. G. (2015). “**Exciting high frequency oscillations in a coaxial transmission line with a magnetized ferrite: 2D approach**”. In *Journal of Magnetism*, v.100, n. 6, p. 68-72.
- Bragg, J.-W. B.; Dickens, J. C. and Neuber, A. A. (2013a). “**Material selection considerations for coaxial, ferrimagnetic-based nonlinear transmission lines**,” In *J. Appl. Phys.* 113, 064904.
- Bragg, J.; Dickens, J. C. and Neuber, A. A. (2010). “**Magnetic biasing of ferrite filled nonlinear transmission lines**”, In *IEEE International Power Modulator and High Voltage Conference*.
- Bragg, J.; Dickens, J. C. and Neuber, A. A. (2012). “**Investigation into the temperature dependence of ferrimagnetic nonlinear transmission lines**”, In *IEEE Transactions on Plasma Science*, vol. 40, no. 10.
- Bragg, J.; Dickens, J. C. and Neuber, A. A. (2013b). “**Ferrimagnetic nonlinear transmission lines as high-power microwave sources**”, In *IEEE Transactions on Plasma Science*, Vol. 41, No. 1.
- CST STUDIO SUITE®, CST – Computer Simulation Technology AG, www.cst.com.
- Gilbert, T. L. (2004). “**A phenomenological theory of damping in ferromagnetic materials**,” *IEEE Transaction on Magnetism*, Vol. 40, No. 6, p. 3443-3449.
- Karelin, S. Y.; Krasovitsky, V. B.; Magda, I. I.; Mukhin, V. S. and Sinitsin, V. G. (2019). “**Radio frequency oscillations in gyrotropic nonlinear transmission lines**”, In *Plasma*, 2, 258-271.
- Karelin, S. Y.; Krasovitsky, V. B.; Magda, I. I.; Mukhin, V. S. and Sinitsin, V. G. (2016). “**RF Oscillations in a coaxial transmission line with a saturated ferrite: 2-D simulation and experiment**”, In *8th International Conference on Ultrawideband and Ultrashort Impulse Signals*, 5-11 September, Odessa, Ukraine.

Reale, D. V. (2013). "**Coaxial ferrimagnetic based gyromagnetic nonlinear transmission lines as compact high-power microwave sources**", Ph.D. dissertation, Texas Tech University, TX, USA.

Reale, D. V.; Parson, J. M.; Neuber, A. A.; Dickens, J. C. and Mankowski, J. J. (2016). "**Investigation of a stripline transmission line structure for gyromagnetic nonlinear transmission line high power microwave sources**", In *Review of Scientific Instruments* 87, 034706.

Rossi, J. O.; Yamasaki, F. S.; Schamiloglu, E. and Barroso, J. J. (2017a). "**Analysis of nonlinear gyromagnetic line operation using LLG equation**", In *IEEE 21st International Conference on Pulsed Power (PPC)*, Brighton, pp. 1-3.

Rossi, J. O.; Yamasaki, F. S.; Barroso, J. J.; Schamiloglu, E and Hasar, U. C. (2017b). "**Operation analysis of a novel concept of RF source known as gyromagnetic line**". In *Proc. SBMO/IEEE MTT-S Int. Microw. Optoelectron. Conf. (IMOC)*, Águas de Lindoia, SP, Brasil, pp. 1-4.

Vaselaar, A. (2011). "**Experimentation and modeling of pulse sharpening and gyromagnetic precession with a nonlinear transmission line**," M.S. thesis, Electrical Eng. Dept., Texas Tech Univ., Lubbock, TX.

Yamasaki, F. S.; Schamiloglu, E.; Rossi, J. O. and Barroso, J. J. (2016). "**Simulation studies of distributed nonlinear gyromagnetic lines based on LC lumped model**". In *IEEE Trans. Plasma Sci.* 44 (10), pp. 2232-2239.

Yamasaki, F. S.; Rossi, J. O.; Silva, L. C.; Rangel E. G. L. and Schamiloglu, E. (2019) "**Operation of a gyromagnetic line with magnetic axial Bias**," In *IEEE Pulsed Power & Plasma Science (PPPS)*, Orlando, FL, USA, pp. 1-4.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Aços 23, 24, 51

Alumina 24, 81, 99, 100, 101, 102, 103, 104, 106, 108, 109, 110, 111, 112

Aquecimento 40, 62, 67, 68, 69, 70, 71, 75, 77, 81, 100, 103

B

Biodiesel 99, 100, 101, 102, 105, 109, 110, 111, 112

C

C260 59, 60, 61, 62, 65, 66

CAD 1, 2, 3, 15, 126

Catálise 99, 103

Celeron 93, 94, 95, 96, 97, 98

Chapas 2, 11, 61, 66, 78, 93, 96, 97, 98

CNC 13, 14, 15, 16, 17, 20, 22, 31, 40, 45, 62

Combustão Interna 101, 117, 118, 119, 130

Comportamento Superficial 13, 14, 20, 22

Compósito 13, 196

Controle 4, 5, 9, 40, 41, 48, 49, 58, 66, 118, 131, 133, 135, 136, 137, 172, 173, 174, 175, 176, 177, 178, 179, 181, 182

Corrosão 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 55, 56, 57, 68, 94, 101, 209

D

Desincorporador 79, 80, 82, 86

Dureza 7, 8, 23, 24, 25, 26, 27, 59, 61, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 70, 71, 73, 75, 76, 77, 78, 79, 82, 85, 90, 91, 190

Duto 46

E

Enxuta 172, 173, 174, 176, 178, 181, 182

Estampagem 1, 2, 12, 62

F

Fluidodinâmica 117, 120, 130

Fotopletismografia 134, 135

Fricção 59, 60, 66

FSW 59, 60, 61, 62, 63, 66

G

Gesso 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92

Gestão 11, 50, 172, 174, 177, 182, 209

I

Impregnação de Metal 99

Ishikawa 1, 2, 3, 6

L

Linha de Transmissão 140, 143

M

Manufatura 13, 20, 35, 41, 45, 174

Medição 19, 22, 23, 24, 43, 47, 70, 72, 116, 135, 137, 164, 193

Microusinagem 29, 30, 31, 34, 37, 38, 40, 41, 42, 43, 44, 45

Modelagem 22, 130, 140, 143, 147, 150, 151

Motor 101, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 126, 127, 129, 130, 131, 132, 133, 174

O

Orifício 36, 160, 161, 162, 163, 164, 165, 166, 168, 169

P

Parâmetros de Corte 13, 14, 16, 17, 19, 22, 30, 31, 34

PDCA 172, 174, 175, 176, 177, 178, 179, 180, 181

Petróleo 46, 47, 48, 49, 51, 52, 55, 57, 58, 95, 100, 101, 110

Planejamento 3, 58, 172, 173, 174, 175, 176, 177, 178, 179, 181, 182, 183, 185, 186, 187, 188, 209

Prática 50, 66, 160, 161, 164, 165, 170, 172, 179

Processamento de Sinais 134, 135

Propriedades 13, 14, 22, 29, 30, 37, 40, 43, 59, 61, 63, 65, 67, 68, 72, 73, 77, 87, 91, 92, 93, 95, 96, 97, 103, 104, 111, 119, 190, 191

R

Radiofrequência 140

Renshape 13, 14, 15, 22

Reservatório 160, 162, 164, 165, 166, 168

Resíduo 46, 79, 80, 81, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 184, 199

Resina Fenólica 93, 94, 96

Resistencia 191

Revestimento 46, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 56, 57

Ritmo Cardíaco 134, 135, 136, 137, 138

Rugosidade 13, 14, 16, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 32, 33, 34, 36, 37, 38

S

Simulações 38, 114, 140, 141, 142, 143, 147, 151

Soldagem 59, 60, 62, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 75, 76, 77, 78, 197, 209

T

Termofixo 93, 94

Transesterificação 99, 101, 102, 103, 105, 109, 111

Tratamento Térmico 67, 68, 71, 74, 75, 77

Turbocompressor 117, 118, 120, 121, 129, 130

V

Vazão 160, 163, 164, 168, 169, 171

Vergalhão 1, 2, 3, 8

Vibração 84, 94, 117, 119, 126, 127, 128

ENGENHARIAS:

Metodologias e Práticas de Caráter Multidisciplinar

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

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

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 

ENGENHARIAS:

Metodologias e Práticas de Caráter Multidisciplinar

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

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

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 