

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

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

Data de aceite: 01/11/2020

Data de submissão: 26/08/2020

Ana Flávia Guedes Greco

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

André Ferreira Teixeira

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

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>

RESUMO: Pesquisas recentes têm demonstrado que linhas de transmissão não lineares (LTNLs) giromagnéticas podem ser utilizadas para a geração de rádio frequência de alta potência para diversas aplicações, como por exemplo, em sistemas embarcados no espaço usando dispositivos compactos sem empregar tubos eletrônicos a vácuo. Com base em trabalhos desenvolvidos no Brasil e no exterior, o presente artigo apresenta dois modelos numéricos unidimensionais (1D) para analisar os processos não lineares gerados por essas linhas baseado

na solução combinada das equações de Maxwell, para tensão e corrente, com a equação giromagnética Landau–Lifshitz–Gilbert (LLG).

PALAVRAS-CHAVE: Linhas de transmissão não lineares giromagnéticas, modelagem unidimensional, simulação numérica.

SIMULATION OF GYROMAGNETIC NON-LINEAR TRANSMISSION LINES USING UNIDIMENSIONAL NUMERICAL MODELING

ABSTRACT: Recent research has shown that non-linear gyromagnetic transmission lines (NLTLs) can be used for the generation of high-power radio frequencies for various applications, such as in space-based systems using compact devices without employing vacuum electronic tubes. Based on the works developed in Brazil and abroad, this article presents two one-dimensional numerical models (1D) to analyze the non-linear processes generated by these lines based on a combined solution of Maxwell's equations, for voltage and current, with the Landau–Lifshitz–Gilbert (LLG) gyromagnetic equation.

KEYWORDS: Gyromagnetic non-linear transmission lines, one-dimensional modeling, numerical simulation.

1 | INTRODUÇÃO

Linhas de transmissão não lineares (LTNLs) contínuas, também conhecidas como linhas giromagnéticas, são formadas por núcleos magnéticos à base de ferrita imersos num campo magnético axial externo constante, conforme ilustra a Figura 1.

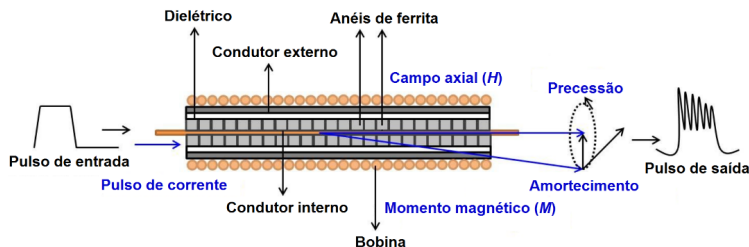


Figura 1 – Esquema básico de uma linha giromagnética. [Rossi, et al. 2017]

Nas últimas décadas, muitos estudos feitos no Brasil e exterior, através de simulações numéricas computacionais e de experimentos práticos têm demonstrado sua aplicabilidade em satélites radar SAR (*Synthetic Aperture Radar*) para sensoriamento remoto, plataforma móvel de defesa, na interrupção da comunicação em campos de batalhas e veículos espaciais, utilizando um sistema compacto com tamanho e peso reduzido [Moreira 2013] e [Noujeim, et al. 2014].

Contudo, apresentamos neste artigo dois modelos numéricos unidimensionais (1D) para analisar os efeitos produzidos pelas linhas giromagnéticas, cujos estudos vem demonstrando novas possibilidades para a realização de conversão direta de pulsos em oscilações de rádio frequência (RF) nas bandas L (1–2 GHz) e S (2–4 GHz) [Darling e Smith 2008] e [Rangel, et al. 2019].

2 | MODELAGEM NUMÉRICA

2.1 Conceitos gerais

Vários modelos que descrevem o comportamento de LTNLs giromagnéticas foram publicados nas últimas décadas por outros pesquisadores [Belyantsev e Klimin 1993] e [Ahn, et al. 2015].

Porém, todos estes trabalhos procedem do conjunto de duas equações de Maxwell (leis de Faraday e de Ampère) para a tensão e corrente, que representam uma aproximação unidimensional de um modelo físico.

Logo, tomando o caso particular para a propagação de ondas eletromagnéticas em uma linha contínua, no modo TEM (*Transverse Eletromagnetic*), onde os campos magnéticos e elétricos gerados não possuem componentes longitudinais, as variações espaço-temporais da tensão e corrente podem ser escritas como [Dolan 1999a]

$$\begin{aligned}\frac{dV}{dz} &= L_0 \frac{dI}{dt} = \frac{d\phi}{dt} \\ \frac{dI}{dz} &= C_0 \frac{dV}{dt}\end{aligned}\quad (1)$$

Da equação 1, temos que L_0 e C_0 , representam a indutância e capacitância por unidade de comprimento, respectivamente e Φ o fluxo magnético total, que pode ser expresso na linha [Dolan 1999a] pela equação abaixo quando se consideram também os efeitos da magnetização da ferrita:

$$\phi = L_0 I + \frac{\mu_0}{2} (d_m - d_i) \cdot \frac{dM}{dt} \quad (2)$$

onde I representa a corrente, μ_0 a permeabilidade do vácuo ($4\pi \times 10^{-7}$ H/m), d_m e d_i os diâmetros externo e interno do cilindro coaxial de ferrita e $\frac{dM}{dt}$ a taxa de variação da magnetização, obtida diretamente da equação giromagnética unidimensional de Landau–Lifshitz–Gilbert (LLG), que descreve o movimento de precessão amortecido dos momentos de dipolo magnético da ferrita ao longo da linha, conforme o pulso de corrente se propaga, induzindo oscilações de alta frequência [Dolan 1993b]

$$\frac{dM}{dt} = \alpha \cdot \frac{\gamma}{1 + \alpha^2} \cdot \mu_0 \cdot M_s \cdot H \cdot \left(1 - \frac{M^2}{M_s^2} \right) \quad (3)$$

onde α representa a constante de amortecimento da precessão (0,1 – 1,0), γ a razão giromagnética do elétron ($1,76 \times 10^{11}$ rad/s/T), M_s a magnetização na saturação e H o campo magnético definido em termos do diâmetro efetivo do anel de ferrita e corrente I como [Dolan 1993b]

$$H = \frac{I}{\pi \cdot d_{ef}} \rightarrow d_{ef} = \frac{d_m - d_i}{\ln(d_m / d_i)} \quad (4)$$

2.2 Descrições dos modelos propostos

2.2.1 Primeiro Modelo

Este modelo foi baseado em dois trabalhos propostos por [Dolan 1999a] e [Dolan 1993b], onde a linha contínua é modelada como uma linha discreta LC (Indutor–Capacitor) em série com fontes de tensão, determinadas pela mudança no fluxo de magnetização da ferrita, cada um dos quais é acoplado em uma seção da LTNL, conforme ilustra a Figura 2.

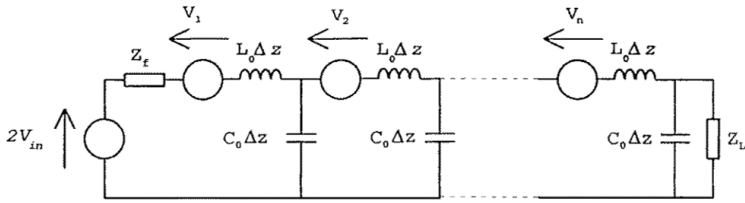


Figura 2 – Circuito equivalente de uma LTNL. [Dolan 1999a]

Logo, considerando que as fontes de tensão (elementos não lineares) em série com o indutor linear foram representadas pela equação do fluxo, chegamos a um modelo unidimensional (1D), acoplado o conjunto de equações de Maxwell (Equação 1) à equação giromagnética LLG (Equação 3).

Esse conjunto de equações foi espacialmente discretizado em elementos (células LC) de comprimento Δx , através o método de diferenças finitas no domínio do tempo (FDTD), sendo representado pela Figura 3 (onde V_s representa a tensão do gerador, R_s a resistência do gerador e R_L a resistência da carga), bem como pela equação 5.

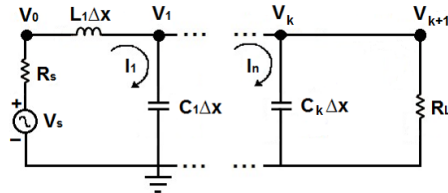


Figura 3 – Circuito equivalente de uma LTNL discretizada.

$$V_k^n = V_k^{n-1} - \frac{\Delta t}{C_0 \Delta x} [I_k^n - I_{k-1}^n]$$

$$I_k^n = I_k^{n-1} - \frac{\Delta t}{L_0 \Delta x} [V_{k+1}^n - V_k^n] - \mu_0 \cdot \left(\frac{d_m - d_i}{2} \right) \cdot \frac{\Delta t}{L_0} \cdot \frac{dM_k^n}{dt} \quad (5)$$

onde n representa o índice temporal, k representa as seções, Δt o incremento temporal e Δx o incremento espacial.

Da equação 5, o valor de $\frac{dM_k^n}{dt}$ será obtido diretamente pela componente circunferencial de $\frac{dM}{dt}$, que será avaliado para cada seção, usando-se o modelo giromagnético LLG, descrito na seção 2.1.

2.2.2 Segundo Modelo

Este modelo foi baseado em um trabalho proposto por [Coleman, et al. 2014], onde a linha contínua é modelada como uma linha discreta LC, onde os indutores são carregados com ferrita, conforme ilustra a Figura 4.

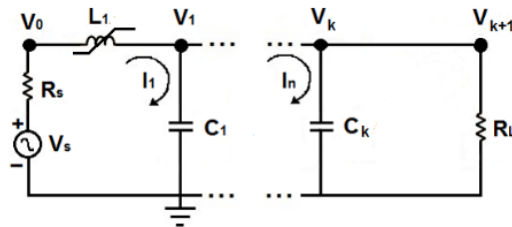


Figura 4 – Circuito equivalente de uma linha LC com indutores carregados com ferrita.

Logo, considerando que os indutores carregados com ferrita (elemento não linear) foram representados pela equação do fluxo, chegamos a um modelo unidimensional (1D) com três equações e três incógnitas, para as seções inicial, intermediária e final, acoplando o conjunto de equações de Maxwell (Equação 1) à equação giromagnética LLG (Equação 3).

Seção inicial:

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{dV_k}{dt} = \frac{I_k}{C_0'} - \frac{I_{k+1}}{C_0'} \\ \frac{dI_k}{dt} = \frac{V_s}{L_0'} - \frac{V_k}{L_0'} - R_s \cdot \frac{I_k}{L_0'} - \frac{1}{L_0'} \cdot \frac{\mu_0}{2} \cdot (d_m - d_i) \cdot \frac{dM_k}{dt} \\ \frac{dM_k}{dt} = \alpha \cdot \frac{\gamma}{1 + \alpha^2} \cdot \mu_0 \cdot M_s \cdot \frac{I_k}{\pi \cdot d_{ef}} \cdot \left(1 - \frac{M_k^2}{M_s^2} \right) \\ k = 1 \end{array} \right. \quad (6)$$

Seção intermediária:

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{dV_k}{dt} = \frac{I_k}{C_0'} - \frac{I_{k+1}}{C_0'} \\ \frac{dI_k}{dt} = \frac{V_{k-1}}{L_0'} - \frac{V_k}{L_0'} - \frac{1}{L_0'} \cdot \frac{\mu_0}{2} \cdot (d_m - d_i) \cdot \frac{dM_k}{dt} \\ \frac{dM_k}{dt} = \alpha \cdot \frac{\gamma}{1 + \alpha^2} \cdot \mu_0 \cdot M_s \cdot \frac{I_k}{\pi \cdot d_{ef}} \cdot \left(1 - \frac{M_k^2}{M_s^2} \right) \\ k = 2, 3, \dots, N-1 \end{array} \right. \quad (7)$$

Seção final:

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{dV_k}{dt} = \frac{I_k}{C'_0} \\ \frac{dI_k}{dt} = \frac{V_{k-1}}{L'_0} - \frac{V_k}{L'_0} - R_l \cdot \frac{I_k}{L'_0} - \frac{1}{L_0} \cdot \frac{\mu_0}{2} \cdot (d_m - d_i) \cdot \frac{dM_k}{dt} \\ \frac{dM_k}{dt} = \alpha \cdot \frac{\gamma}{1 + \alpha^2} \cdot \mu_0 \cdot M_s \cdot \frac{I_k}{\pi \cdot d_{ef}} \cdot \left(1 - \frac{M_k^2}{M_s^2} \right) \\ k = N \end{array} \right. \quad (8)$$

onde, N representa o número de seções da linha, k uma seção genérica, V_k a tensão no k -ésimo nó, V_s a tensão da fonte podendo ser um sinal senoidal, ou uma forma arbitrária de pulso (trapezoidal, triangular, etc.), I_k a corrente no k -ésimo ramo série, M_k a magnetização do k -ésimo elemento, R_s e R_l a resistência no gerador e na carga, respectivamente, L_0 a indutância por unidade de comprimento, L'_0 a indutância por seção, expressa por: $L'_0 = L_0 \cdot \frac{l}{N}$ e C'_0 a capacitância por seção, expressa por: $C'_0 = C_0 \cdot \frac{l}{N}$, onde l representa o comprimento da linha.

3 I RESULTADOS DA SIMULAÇÃO NUMÉRICA

3.1 Configurações Iniciais

Para validar o desempenho dos modelos propostos, utilizamos como referência uma linha contínua formada por núcleos magnéticos à base de ferrita, com os seguintes parâmetros:

Parâmetro	Símbolo	Valor
Comprimento	l	90 cm
Diâmetro interno da ferrita	d_i	0,003 m
Diâmetro externo da ferrita	d_m	0,006 m
Diâmetro externo do isolante dielétrico	d_o	0,009 m
Permeabilidade da ferrita	μ_f	25
Permissividade da ferrita	ϵ_f	16
Permeabilidade do isolante dielétrico	μ_d	1
Permissividade do isolante dielétrico	ϵ_d	2,1
Magnetização de saturação	$B_{sat} = \mu_0 M_s$	0,25 T

Tabela 1 – Parâmetros utilizados para a simulação numérica.

Além disso, a linha foi ajustada para 250 seções, polarizada com uma tensão de 5 kV e conectada na saída à uma carga ($\sim 123 \Omega$), casada com a impedância característica da linha, definida por [Dolan 1993b]:

$$Z_0 = \sqrt{L_0 / C_0} \quad (9)$$

onde $L_0 = 3545,03 \text{ nH/m}$ e $C_0 = 235,22 \text{ pF/m}$.

Esses valores são calculados por uma formulação que depende dos parâmetros da linha e do cilindro de ferrita [Reale 2013]:

$$L_0 = \frac{\mu_0}{2 \cdot \pi} \cdot \left(\mu_f \cdot \ln\left(\frac{b}{a}\right) + \mu_d \cdot \ln\left(\frac{c}{b}\right) \right)$$

$$C_0 = \frac{2 \cdot \pi \cdot \epsilon_0}{\left(\frac{1}{\epsilon_f} \cdot \ln\left(\frac{b}{a}\right) + \frac{1}{\epsilon_d} \cdot \ln\left(\frac{c}{a}\right) \right)} \quad (10)$$

onde a e b representam o raio interno e externo do cilindro coaxial de ferrita, respectivamente e c o diâmetro externo do condutor coaxial.

Para o primeiro modelo, o conjunto de equações foi resolvido numericamente no software livre Octave [Eaton 2020] e para o segundo modelo no software Mathematica [Wolfram Research, 2020], ambos com as seguintes condições iniciais:

$$I_k(t=0) = 0, V_k(t=0) \text{ e } M_k(t=0) = M_s$$

3.2 Resultados e Discussões

Conforme mencionado na seção 2, em uma linha giromagnética, as oscilações de RF são geradas pela precessão dos momentos de dipolos magnéticos da ferrita quando excitados pelo campo azimutal criado pelo pulso de corrente, cujo campo interage com campo axial magnético externo e são reforçadas pela não linearidade do material magnético.

Esta precessão induz uma oscilação de alta frequência no pulso à medida que ele se propaga através da linha e como resultado o pulso resultante na saída da linha tem um formato semelhante a uma onda de choque com oscilações de RF sobrepostas, conforme é possível observar na Figuras 5.

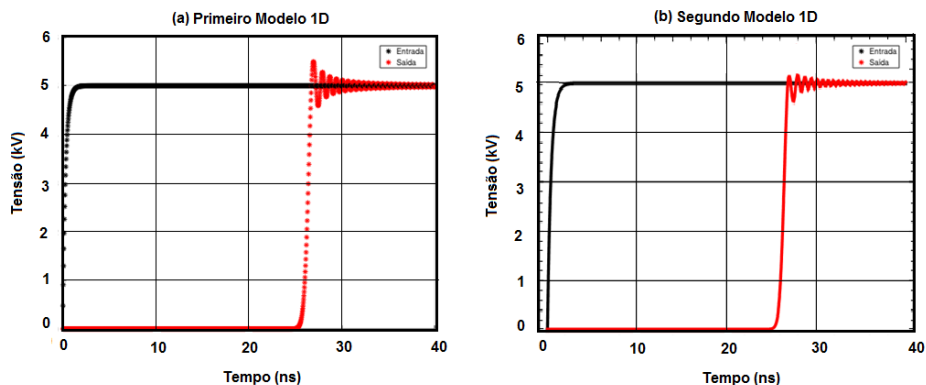


Figura 5 – Resultados para simulação numérica de uma linha giromagnética com 250 seções, utilizando: (a) Primeiro modelo 1D e (b) Segundo modelo 1D.

Essas oscilações de RF, na saída do pulso, podem ser expressas através da análise do domínio da frequência (FFT), conforme é possível observar na Figura 6.

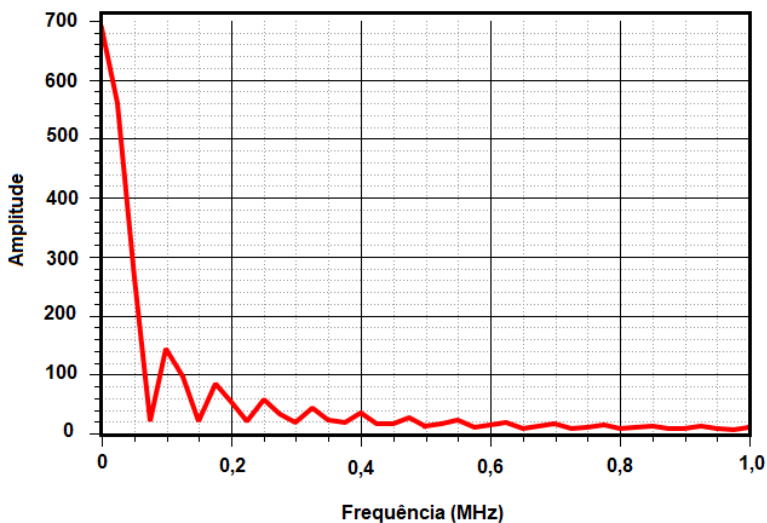


Figura 6 – FFT para o pulso de saída, de uma linha giromagnética com 250 seções.

Observa-se que para os modelos propostos é possível alcançar frequências de oscilações em torno de 200 MHz à 300 MHz, mostrando-se um resultado bastante promissor para aplicações relacionadas à conversão direta de pulsos em oscilações de RF.

Além disso, como esperado, o pulso de saída (curva vermelha) apresenta um tempo de subida reduzido quando comparado ao do pulso de entrada (curva preta), por causa

da queda da permeabilidade da ferrita. Desta forma, considerando que o pulso de entrada (curva preta) tem um tempo de subida em torno de 2,2 ns, é possível observar que em ambos os modelos, o pulso de saída (curva vermelha) tem um tempo de subida menor, ficando em torno de 1,5 ns e com um atraso de aproximadamente 25 ns causado pelo tempo de propagação do pulso através da linha e determinado por [Dolan 1993b]:

$$t = N \cdot \sqrt{L_0 \cdot C_0} \quad (11)$$

4 | CONCLUSÃO

Neste artigo, apresentamos dois métodos numéricos unidimensionais para análise dos processos não lineares produzidos por linhas giromagnéticas, baseando-se na solução combinada das equações de Maxwell, para tensão e corrente com a equação giromagnética LLG, que descreve a dinâmica de precessão dos momentos magnéticos do material que preenche a estrutura coaxial da linha.

Baseado nos resultados apresentados é possível constatar que ambos os métodos apresentam resultados muito próximos, corroborando com os resultados obtidos por [Laity, et al. 2015] e atestando a validade de ambos os métodos para a análise do desempenho de tais dispositivos.

Além disso, os códigos para a simulação numérica sendo escrito a partir do modelamento físico do fenômeno propicia uma melhor análise e entendimento dos fenômenos envolvidos e auxilia bastante o estudo e o projeto de linhas giromagnéticas para operação em alta frequência (banda S).

AGRADECIMENTOS

Autora Ana Flávia Guedes Greco agradece à CAPES e ao Escritório de Pesquisa da Força Aérea Americana (SOARD/AFOSR- contrato no. FA 9550-18-1-0111) pelo financiamento e apoio a este trabalho. Coautor José Osvaldo Rossi também agradece o suporte do CNPq através da Bolsa PQ-2 sob contrato 305.338/2016-1 e da FAPESP sob o contrato 2018-26086-2.

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”**. *Journal of Magnetism*, v. 20, n. 4, p. 460-465.

Belyantsev, A. M and Klirmin, S. L. (1993). **“High-frequency generation by electromagnetic shock wave in transmission line with nonlinear capacitance”**. *Radiophys. Quantum Electron.*, vol. 36, no. 11, pp. 769-778.

Coleman, P.D.; Dudley, M. and Primm, P. (2014). **“Ferrite Solutions for Electromagnetic Shock Lines”**. No. SAND2014-18182R, Sandia National Lab.(SNL-NM), Albuquerque, NM (United States).

Darling, J.D.C. and Smith, P.W. (2008). **“High-power pulsed RF extraction from nonlinear lumped element transmission lines”**. *IEEE Trans. Plasma Sci.*, v. 36, n. 5, p. 2598–2603.

Dolan, J. E. (1999a). **“Shock front development in ferrite-loaded coaxial lines with axial bias”**. *J. Phys. D: Appl. Phys.*, vol. 32, no 15, pp. 1826-1831.

Dolan, J.E. (1993b). **“Simulation of ferrite-loaded coaxial lines”**. *Electron. Lett.*, v. 29, p. 762–763.

J. W. Eaton. (2020). GNU Octave, v. 5.2.0, USA.

Laity, G.; Coleman, D. and Struve, K. (2015). **“Characteristics of a 1D FDTD simulation of shockwave formation in ferrite loaded non-linear transmission lines”**. Sandia National Lab. (SNL-NM), ABQ, NM (USA).

Moreira, A. (2013). **“Synthetic aperture radar (SAR): Principles and applications”**. *The 4th Advance Training Course in Land Remote Sensing*, p. 1-5.

Noujeim, K.; Malysa, G.; Babveyh, A. and Arbabian, A. (2014). **“A compact nonlinear-transmission-line-based mm-wave SFCW imaging radar”**. In *Proc. 44th Eur. Microw. Conf.*, Rome, Italy. Proceedings..., p. 1766–1769.

Rangel, E.G.L.; Rossi, J.O.; Barroso, J.J.; Yamasaki, F.S. and Schamiloglu, E. (2019). **“Practical constraints on nonlinear transmission lines for RF generation”**. *IEEE Trans. Plasma Sci.*, v. 47, n. 1, p. 1000-1016.

Reale, D. V. (2013). **“Coaxial ferrimagnetic based gyromagnetic nonlinear transmission lines as compact highpower microwave sources”**. Ph.D. dissertation, Texas Tech University, TX, USA

Rossi, J.O.; Yamasaki, F.S.; Barroso, J.J.; Schamiloglu, E. and Hasar, U.C. (2017). **“Operation analysis of a novel concept of RF source as gyromagnetic line”**. *Proc. SBMO/IEEE MTT-S Int. Microw. Optoelectron. Conf. (IMOC)*, p. 1-4.

Wolfram Research Inc. (2020). Mathematica, v. 12.1, Champaign, IL.

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 