

HENRIQUE AJUZ HOLZMANN
JOÃO DALLAMUTA
(Organizadores)

ENGENHARIAS:

Criação e repasse de tecnologias



Atena
Editora
Ano 2022

HENRIQUE AJUZ HOLZMANN
JOÃO DALLAMUTA
(Organizadores)

ENGENHARIAS:

Criação e repasse de tecnologias



Editora chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Editora executiva

Natalia Oliveira

Assistente editorial

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto gráfico

Camila Alves de Cremo

Daphynny Pamplona

Gabriel Motomu Teshima

Luiza Alves Batista

Natália Sandrini de Azevedo

Imagens da capa

iStock

Edição de arte

Luiza Alves Batista

2022 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do texto © 2022 Os autores

Copyright da edição © 2022 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-Não-Derivativos 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 Exatas e da Terra e Engenharias**

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto

Profª Drª Alana Maria Cerqueira de Oliveira – Instituto Federal do Acre

Profª Drª Ana Grasielle Dionísio Corrêa – Universidade Presbiteriana Mackenzie

Profª Drª Ana Paula Florêncio Aires – Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro

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 Bitencourt Campos – Universidade do Extremo Sul Catarinense
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
Prof. Dr. Miguel Adriano Inácio – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
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 Gonçalo de Lima – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista



Engenharias: criação e repasse de tecnologias

Diagramação: Camila Alves de Cremo
Correção: Mariane Aparecida Freitas
Indexação: Amanda Kelly da Costa Veiga
Revisão: Os autores
Organizadores: Henrique Ajuz Holzmann
João Dallamuta

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

E57 Engenharias: criação e repasse de tecnologias /
Organizadores Henrique Ajuz Holzmann, João
Dallamuta. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2022.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-258-0039-4

DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.394222803>

1. Engenharia. 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



Atena
Editora
Ano 2022

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

Na sociedade atual, onde cada vez mais se necessita de informações rápidas e eficientes, o repasse de tecnologias é uma das formas mais eficazes de se obter novas tendências mundiais. Neste cenário destaca-se as engenharias, as quais são um dos principais pilares para o setor empresarial. Analisar os campos de atuação, bem como pontos de inserção e melhoria dessa área é de grande importância, buscando desenvolver novos métodos e ferramentas para melhoria contínua de processos.

Estudar temas relacionados a engenharia é de grande importância, pois desta maneira pode-se aprimorar os conceitos e aplicar os mesmos de maneira mais eficaz. O aumento no interesse se dá principalmente pela escassez de matérias primas, a necessidade de novos materiais que possuam melhores características físicas e químicas e a necessidade de reaproveitamento dos resíduos em geral. Além disso a busca pela otimização no desenvolvimento de projetos, leva cada vez mais a simulação de processos, buscando uma redução de custos e de tempo.

Neste livro são apresentados trabalho teóricos e práticos, relacionados a área de engenharia, dando um panorama dos assuntos em pesquisa atualmente. 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. Sendo hoje que utilizar dos conhecimentos científicos de uma maneira eficaz e eficiente é um dos desafios dos novos engenheiros.

Boa leitura.

Henrique Ajuz Holzmann
João Dallamuta

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

ESTUDO DE NOVAS TÉCNICAS CONSTRUTIVAS PARA AS HABITAÇÕES RIBEIRINHAS NO MUNICÍPIO DE AQUIDAUANA – MS

Vitória Barros de Souza

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3942228031>

CAPÍTULO 2..... 7

ANÁLISE DA IMPLANTAÇÃO DE TÉCNICAS COMPENSATÓRIAS DE INFILTRAÇÃO ASSOCIADAS AO SISTEMA CONVENCIONAL DE DRENAGEM DE ÁGUA PLUVIAL EM UM LOTEAMENTO DA CIDADE DE CATALÃO-GO

Eliane Aparecida Justino

Everton Vieira de Carvalho

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3942228032>

CAPÍTULO 3..... 22

ANÁLISE ESTRUTURAL EM FUNDAÇÕES SUPERFICIAIS CONSIDERANDO A INTERAÇÃO SOLO-ESTRUTURA PELO MÉTODO DOS ELEMENTOS FINITOS

Davidson de Oliveira França Júnior

Michele Martins Arruda

Jéssica Ferreira Borges

Paola Mundim de Souza

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3942228033>

CAPÍTULO 4..... 41

ONDE O EDIFÍCIO E A CIDADE SE ENCONTRAM: CONEXÕES NA ORLA DE MACEIÓ-AL

Morgana Maria Pitta Duarte Cavalcante

Matheus Santana Correia

Luanne de Andrade Brandão

Sarah Pace


 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3942228034>

CAPÍTULO 5..... 55

GESTÃO DE OBRAS RESIDENCIAIS EM CONDOMÍNIO DE CASAS: ESTUDO DE CASO

Maria Aridenise Macena Fontenelle

Érica Karine Filgueira Costa

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3942228035>

CAPÍTULO 6..... 63

AVALIAÇÃO DA PERCEPÇÃO DA SENSACÃO DE CONFORTO TÉRMICO EM AMBIENTE EXTERNO UNIVERSITÁRIO

Betty Clara Barraza de La Cruz

Lilian dos Santos Fontes Pereira Bracarense

Fernanda Martins Milhomem


Isabela Maciel Macedo
Laís Carolina dos Santos Mota
Eduardo Castro Pereira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3942228036>

CAPÍTULO 7..... 76

AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS DO CICLO DE VIDA DOS MATERIAIS DE UM PAINEL PRÉ-MOLDADO


Aline Islia Almeida de Sousa
Adeildo Cabral da Silva
João Paulo Sousa Costa de Miranda Guedes

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3942228037>

CAPÍTULO 8..... 92

ESTUDO COMPARATIVO DE METODOLOGIAS PARA A DETERMINAÇÃO DE ²²⁶Ra E ²²⁸Ra EM AMOSTRAS SÓLIDAS AMBIENTAIS


Aluísio de Souza Reis Júnior
Geraldo Frederico Kastner
Renata Dias Abreu Chaves
Roberto Pellacani Guedes Monteiro

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3942228038>

CAPÍTULO 9..... 99

ANÁLISE POR ATIVAÇÃO NEUTRÔNICA, MÉTODO K₀ NA DETERMINAÇÃO DE ELEMENTOS QUÍMICOS EM GRÃOS DE MILHO

Wellington Ferrari da Silva
Renata Priscila de Oliveira Paula
Dayse Menezes Dayrell

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3942228039>

CAPÍTULO 10..... 108

DATA SCIENCE PARA MULTI-PREVISÃO: APLICADO A PROTEÇÃO DE FURTO DO TRANSPORTE DUTOVIÁRIO DE PETRÓLEO E DERIVADOS

Renivan Costa da Silva


 <https://doi.org/10.22533/at.ed.39422280310>

CAPÍTULO 11 126

DYNAMIC FUZZY COGNITIVE MAPS DEVELOPMENT TECHNIQUE INSPIRED IN ANT COLONY OPTIMIZATIONS, SWARM ROBOTICS, AND SUBSUNCTION ARCHITECTURE

Márcio Mendonça
Marta Rúbia Pereira dos Santos
Fábio Rodrigo Milanez
Wagner Fontes Godoy
Marco Antônio Ferreira Finocchio
Carlos Renato Alves de Oliveira
Mario Suzuki Junior
Ricardo Breganon


Francisco de Assis Scannavino Junior
Lucas Botoni de Souza
Michele Eliza Casagrande Rocha
Vicente de Lima Góngora

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.39422280311>

CAPÍTULO 12..... 140

PROPOSTA DE AUTOMAÇÃO DISTRIBUÍDA DE UM BANCO DE TRANSFORMADORES REGULADORES USANDO A NORMA IEC 61499


Marcos Fonseca Mendes
Bruna Pletikoszits Andrade Parcianello

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.39422280312>

CAPÍTULO 13..... 155

ANTENA DE MICROFITA COM *PATCH* EM ESPIRAL DE ARQUIMEDES *DUAL-BAND* EM 2,45 GHZ E 5,8 GHZ

Rafael Alex Vieira do Vale
Idalmir de Souza Queiroz Júnior
Humberto Dionísio de Andrade

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.39422280313>

CAPÍTULO 14..... 167

REDUÇÃO DE CAPEX E OPEX COM A GESTÃO INTEGRADA DO INVENTÁRIO DE TELECOMUNICAÇÕES

Eduardo Camargo Langrafe
Cristiano Henrique Ferraz
Eduardo Vasconcelos Lopes Ferreira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.39422280314>

CAPÍTULO 15..... 179

APLICAÇÃO DE ÁRVORES DE DECISÃO EM UM BANDO DE DADOS PARA LOCALIZAÇÃO DE FALTAS EM SISTEMAS DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA COM MEDIDORES INTELIGENTES

Marcel Ayres de Araújo

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.39422280315>

CAPÍTULO 16..... 195

AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NO USO DE LÂMPADAS UV-C EM SERPENTINAS DE RESFRIAMENTO

Andressa Paes Pereira
Alexandre Fernandes Santos
Ariel Dov Ber Gandelman
Eliandro Barbosa de Aguiar
Heraldo José Lopes de Souza

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.39422280316>

CAPÍTULO 17.....203

KILOMETRAJE RECORRIDO, DESGASTE DE RUEDAS Y FRENOS EN BOGÍES DE TRANSMISIÓN Y REMOLQUE EN TRENES ELÉCTRICOS

Gustavo David Valera Mendoza

Gianni Michael Zelada García

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.39422280317>

CAPÍTULO 18.....219

NOVAS METODOLOGIAS PARA AVALIAÇÕES ACÚSTICAS – INFRASSONS E RUÍDO DE BAIXA FREQUÊNCIA


Huub H.C. Bakker

Mariana Alves-Pereira

Richard Mann

Rachel Summers

Philip Dickinson

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.39422280318>


CAPÍTULO 19.....234

PROPAGAÇÃO DE ONDAS EM UM CRISTAL FONÔNICO COM DEFEITOS

Hélio Vitor Cantanhede da Silva

Hudson Douglas Silva Morais

Edson Jansen Pedrosa de Miranda Júnior

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.39422280319>

CAPÍTULO 20.....242

OBTENÇÃO DE VARIÁVEIS TÉRMICAS DE SOLIDIFICAÇÃO E ANÁLISE DE MICROESTRUTURA DA LIGA DE ALPACA 2 C/ Pb

Márcio Valério Rodrigues de Mattos

Rogério Teram


Maurício Silva Nascimento

Vinicius Torres dos Santos

Marcio Rodrigues da Silva

Antonio Augusto Couto

Givanildo Alves dos Santos

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.39422280320>

CAPÍTULO 21.....256


SÍNTESE DE FILMES DE ÓXIDO DE ZINCO DOPADOS COM NANOPARTÍCULAS DE PRATA APLICADOS EM SENSORES DE GÁS

Luana Martins de Carvalho

César Renato Foschini

Kléper Rocha

Carlos Eduardo Cava

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.39422280321>

CAPÍTULO 22.....	270
THERMAL ANNEALING EFFECTS ON SOL-GEL SYNTHESIZED Cu_2O NANOPARTICLES	
Angela Alidia Bernal Cárdenas	
José Pedro Mansueto Serbena	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.39422280322	
CAPÍTULO 23.....	276
GESTÃO ESTRATÉGICA DAS TECNOLOGIAS COGNITIVAS: UMA PESQUISA EXPLORATÓRIA NA ÁREA DA SAÚDE	
Gerson Tolentino Galvão Leite Andrade	
Getúlio Kazue Akabane	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.39422280323	
CAPÍTULO 24.....	301
CARACTERIZAÇÃO DO DESIGN COMO FACILITADOR DA INOVAÇÃO RADICAL	
Ruth Matovelle Villamar	
Manuel Lecuona Lopez	
Adriana Gonzalez Hernández	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.39422280324	
CAPÍTULO 25.....	314
BANDEIRA TÊXTIL DA TECIDOTECA: ANÁLISE POR DETERMINAÇÃO DA RESISTÊNCIA À TRAÇÃO E ALONGAMENTO DO TECIDO JEANSWEAR	
Ronaldo Salvador Vasques	
Fabrício de Souza Fortunato	
Márcia Regina Paiva de Brito	
Natani Aparecida do Bem	
Elaine Regina Brito Maia	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.39422280325	
SOBRE OS ORGANIZADORES	326
ÍNDICE REMISSIVO.....	327

ANTENA DE MICROFITA COM *PATCH* EM ESPIRAL DE ARQUIMEDES *DUAL-BAND* EM 2,45 GHZ E 5,8 GHZ

Data de aceite: 01/03/2022

Data de submissão: 06/01/2022

Rafael Alex Vieira do Vale

Universidade Federal Rural do Semiárido
Mossoró – Rio Grande do Norte
<http://lattes.cnpq.br/3662471548329369>

Idalmir de Souza Queiroz Júnior

Universidade Federal Rural do Semiárido
Mossoró – Rio Grande do Norte
<http://lattes.cnpq.br/8047604543096116>

Humberto Dionísio de Andrade

Universidade Federal Rural do Semiárido
Mossoró – Rio Grande do Norte
<http://lattes.cnpq.br/1253785596446469>

RESUMO: Este trabalho apresenta o projeto de uma antena planar com *patch* em forma de espiral de Arquimedes retangular, para possíveis aplicações *dual-band*, em 2,45 GHz e 5,8 GHz. É mostrado o projeto da antena espiral e seus resultados adquiridos em simulação, por meio do software ANSYS HFSS 18.0®, bem como o resultado da perda de retorno medida, da antena proposta e construída, com a utilização de um analisador de redes vetoriais. O texto também denota uma análise dos diagramas de radiação, em cada frequência de ressonância próximas às frequências desejadas, dos planos E e H em formas 2D e a distribuição especial destes campos por diagramas 3D e a relação da razão axial em função da frequência, também obtidos com o software de simulação. Os

diagramas, obtidos em simulação, informam o comportamento dos campos eletromagnéticos, a diretividade e o ganho da antena na região de campo distante, de forma gráfica, permitindo a análise mais precisa das aplicações da antena projetada.

PALAVRAS-CHAVE: Antena Espiral; Antena de Microfita; Polarização.

ABSTRACT: This paper presents the designs of a planar antenna with a spiral patch of Archimedes spiral for 2.45 GHz and 5.8 GHz applications. The paper shows the design of the simulated antenna using ANSYS HFSS 18.0® presenting the comparison of the results between the simulated antenna and the same antenna built with the results obtained by a vector network analyzer. Another parameter analyzed in the spiral antenna is the axial ratio, simulated with the software, which will present the microstrip antenna polarization type about to the implantation of the spiral radiator. The text is also performed the simulated analysis of the shapes of the radiation diagrams for each resonance frequency range obtained in the software, showing the behavior of the E and H fields according to 2D radiation diagrams and the spatial distribution of these fields by 3D diagrams and axial ratio. These diagrams graphically show the antenna directivity of each resonant frequency.

KEYWORDS: Spiral Antenna, Microstrip Antenna, Polarization.

1 | INTRODUÇÃO

As antenas espirais são consideradas

antenas independentes ou quase independentes de frequência podendo operar em varias faixas de frequências [2]. Alguns tipos de antenas utilizam-se de formas geométricas, dentre as formas geométricas espirais são comumente estudadas as antenas com forma de espiral de Arquimedes, antenas com espirais equiangulares e antenas com espirais logarítmicas.

A antena espiral de Arquimedes foi criada por E. M. Turner [11] e tornou-se uma das topologias espirais mais populares pela sua simplicidade com relação ao projeto e por apresentar equações bem definidas e mais simples que as outras topologias estudadas mantendo praticamente as mesmas características eletromagnéticas.

Esta topologia apresenta característica multibanda operando vem diferentes frequências de ressonância, o que possibilita diversas aplicações em diferentes regiões do espectro eletromagnético, podendo ser implantados para diferentes serviços, como em trânsito de informações sem fio em 2,45 e 5,8 GHz. Antenas espirais podem ser usadas para aumentar ganho com dimensões reduzidas [2]. As antenas espirais são boas alternativas a serem utilizadas por apresentarem também alta eficiência, polarização circular impedância característica estável e largura de banda ampla [11].

Aliando as características das antenas de microfita [3] a forma de um *patch* espiral possibilita melhorias nos parâmetros das antenas de microfita mais simples, como as de *patch* retangular e circular, possibilitando o aumento da largura de banda aumentando a capacidade no envio e recepção de dados, polarização favorável para aplicações que requerem polarização específica como polarização circular ou elíptica, bem como a versatilidade na operação das frequências de ressonância.

2 | PROJETO DA ANTENA

Para determinação dos parâmetros de projeto a topologia usada para antena em espiral de Arquimedes de braço simples como mostrado na figura 1. A espiral de Arquimedes com braço simples pode ser visualizada como uma espiral com voltas equidistantes, apresentando somente uma espiral do centro para fora.



Fig. 1: Representação da estrutura da espiral de Arquimedes com braço simples.

A espiral de Arquimedes aumenta o raio de uniformemente em função do ângulo de rotação de acordo com (1) [8]:

$$r = r_0 + a\phi \quad (1)$$

Onde r é o raio da estrutura, r_0 o raio inicial de giração da espiral a é a taxa de crescimento da espiral e ϕ é o ângulo de rotação da espiral.

Para estas antenas espirais as frequências de ressonância podem ser determinadas de acordo com os raios maior (r_2) e menor da espiral (r_1), em relação à velocidade da luz c , de acordo com equações (2) e (3) [2], sendo possível determinar as distâncias requeridas do centro para as frequências de operação.

$$f_H = \frac{c}{2\pi r_1} \quad (2)$$

$$f_L = \frac{c}{2\pi r_2} \quad (3)$$

A antena espiral apresenta uma determinada largura w relativa ao braço da espiral e s como a separação entre as voltas da espiral. Considerando que w tenha a mesma dimensão de s esta dimensão pode ser calculada por (4) [9]:

$$w = s = \frac{(r_2 - r_1)}{4N} \quad (4)$$

Onde N é o numero de voltas da espiral. Desta forma pode-se projetar facilmente uma antena com *patch* em espiral de Arquimedes para as faixas de frequências escolhidas.

3 | PROPOSTA DE ANTENA DE MICROFITA EM ESPIRAL

A antena proposta neste artigo apresenta um *patch* em espiral de Arquimedes retangular, como mostrado na figura 2, com raio interno r_1 e raio externo r_2 calculados de acordo com (2) e (3) para as frequências de 2,45 GHz e 5,8 GHz bem como as larguras w e s de acordo com (4). A permissividade relativa do dielétrico foi de $\epsilon_r = 4,4$ para o material FR4 com espessura $h = 1,4$ mm.

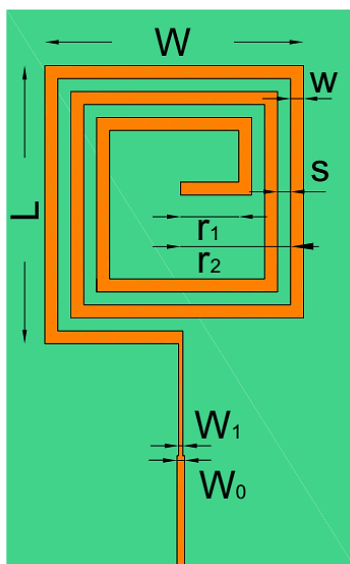


Fig. 2: Representação da estrutura da antena da antena espiral proposta.

Como visto na figura 2, a técnica de casamento de impedância utilizado para o arranjo foi a técnica de um transformador de impedância com um quarto de comprimento de onda [10][12].

4 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

De acordo com as equações de (1) a (4) as dimensões do *patch* foram 8,23 mm para o raio interno (r_1), raio externo (r_2) de 17,62 mm e as larguras (s e w) de aproximadamente 1,86 mm. Desta forma a largura e comprimento totais para o irradiador foram $W = 37,098$ mm e $L = 39,885$ mm referidos a largura e o comprimento lateral da ultima volta da espiral retangular como visto na figura 2.

A linha de microfita com transformador em um quarto de comprimento de onda apresentou o comprimento da linha para um quarto de comprimento de onda foi de 15,142 mm a largura $W_0 = 1,093$ mm para 50 Ω , acordo com [4], na entrada de alimentação da

antena representando a largura maior da linha de transmissão e $W_1 = 0,619$ mm para o transformador de impedância com $45,73 \Omega$ para transformar a impedância do *patch* de $41,825 \Omega$.

A antena foi simulada com o ANSYS HFSS 18.0® obtendo-se a perda de retorno, os diagramas de radiação 2D e 3D para 2,45 GHz e 5,8 GHz e a densidade de corrente elétrica no irradiador.

Foi realizada a medição da antena com o analisador de redes vetoriais da *Agilent Technologies*® na faixa de frequência analisada com a simulação entre 1 a 6 GHz como mostrado na figura 3.

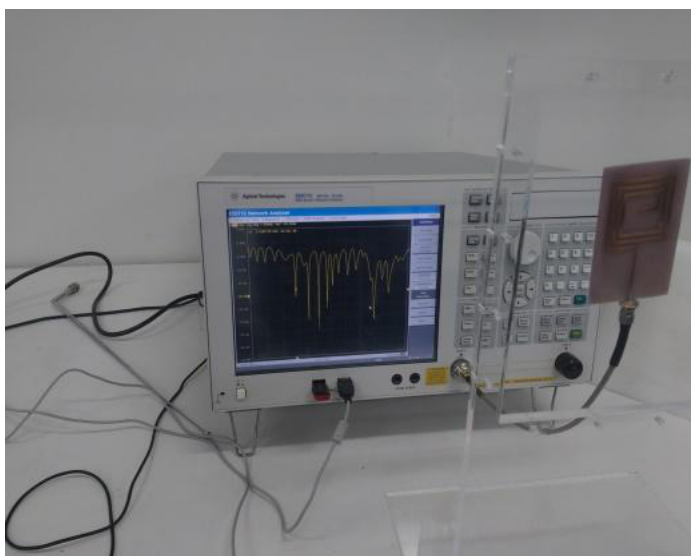


Fig. 3: Medição da antena espiral com o analisador de redes vetoriais.

O comparativo das perdas de retorno medido e simulado é mostrado na figura 4. Analisando o comparativo das perdas de retorno a antena simulada conseguiu atingir as frequências de ressonância projetadas em 2,45 e 5,8 GHz, respectivamente, além de diversas outras frequências abaixo de -10 dB denotando a característica multibanda.

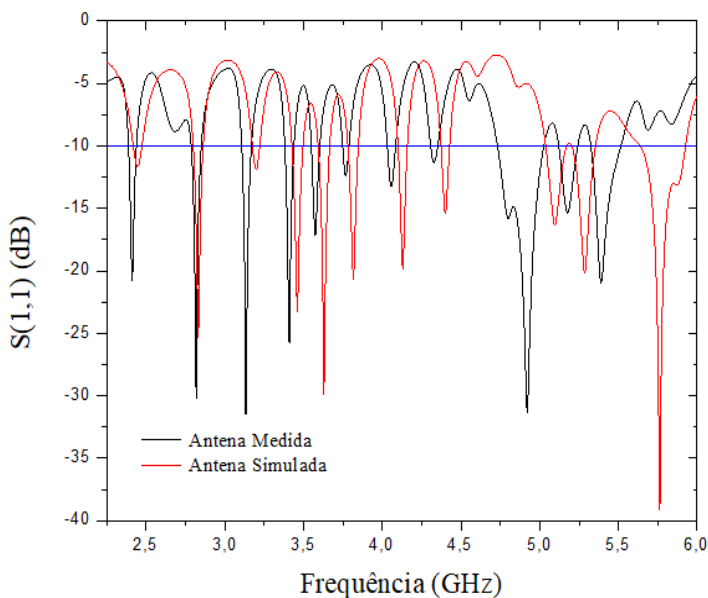


Fig. 4: Comparativo das perdas de retorno obtidas.

Com a figura 4 é possível observar que as perdas de retorno medida e simulada são próximas com relação às frequências de ressonância mesmo que mostrando os deslocamentos destas frequências.

Os dados obtidos de perdas de retorno, largura de banda e largura de banda percentual simulado e medido são mostrados segundo a tabela 1.

Frequência de Ressonância (GHz)	S(1,1) (dB)	BW (MHz)	BW (%)
2,45 (Simulado)	-11,6219	50	2,0408
2,41 (Medido)	-20,7872	45	1,8672
5,764 (simulado)	-39,1211	285	4,9528
5,39 (Medido)	-20,9969	185	3,4322

Tabela I - Comparativo Entre Antena Simulada e Medida.

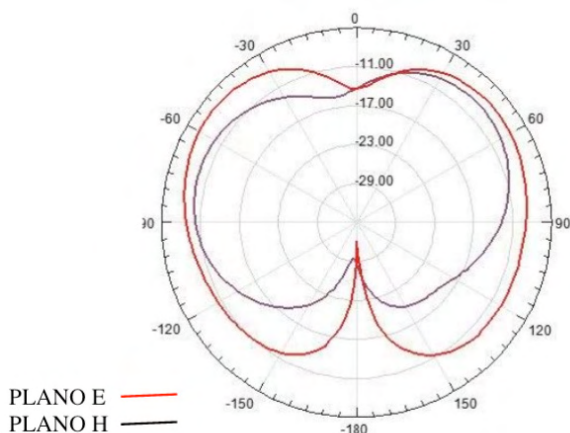
As larguras de banda tanto para a antena simulada quanto para a antena medida obtiveram valores percentuais, calculado de acordo com [6], inferiores a 5% com valores de larguras de bandas próximas. Esse nível de largura de banda é uma característica recorrente em antenas de microfita a largura de banda estreita com valores inferiores a 5% [1].

As frequências de ressonâncias obtidas podem ser utilizadas em sistemas *Wifi* em (2400 MHz – 2483 MHz) e faixas de sistemas *WLAN* em (5150 MHz – 5350 MHz) ou (5725

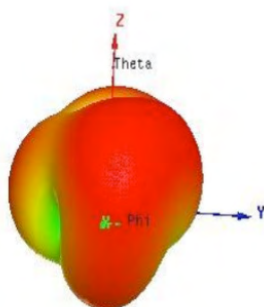
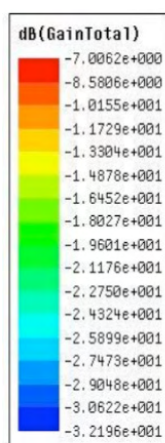
MHz – 5825 MHz) [5], estes serviços são relativos a sistema de comunicação sem fio.

Com os diagramas de radiação foi observado o comportamento eletromagnético com os planos E e H em diagrama 2D e o comportamento espacial com o diagrama 3D com ANSYS HFSS® 18.0 para as frequências de ressonâncias projetadas. Os diagramas 2D e 3D mostram o comportamento da diretividade da antena de forma gráfica, realizando um uma análise mais precisa deste parâmetro.

As figuras 5 (a) e 5 (b) denotam os diagramas 2D e 3D da antena espiral para 2,45 GHz. Já nas figuras 6 (a) e 6 (b) mostram o comportamento eletromagnético do diagrama de radiação em 2D e 3D para a segunda frequência de ressonância em 5,764 GHz.



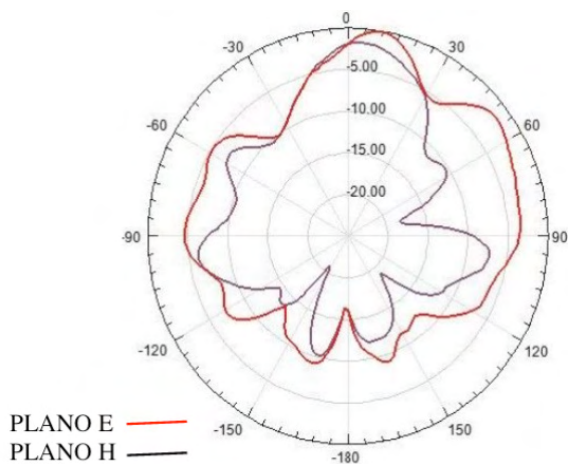
(a)



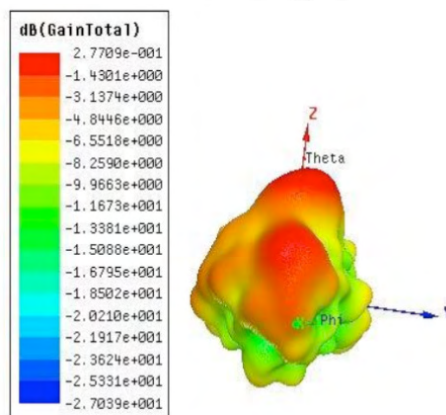
(b)

Fig. 5 (a) Diagrama de radiação 2D da antena espiral em 2,45 GHz. (b) Diagrama de radiação 3D da antena espiral em 2,45 GHz.

Para a frequência de 2,45 GHz, como mostrado nos diagrama de radiação 5(a) e 5(b), a antena apresentou uma característica próxima a uma antena omnidirecional mostrando que a radiação se propaga em quase todos os pontos, mas, com diferentes ganhos em diferentes pontos do espaço.



(a)



(b)

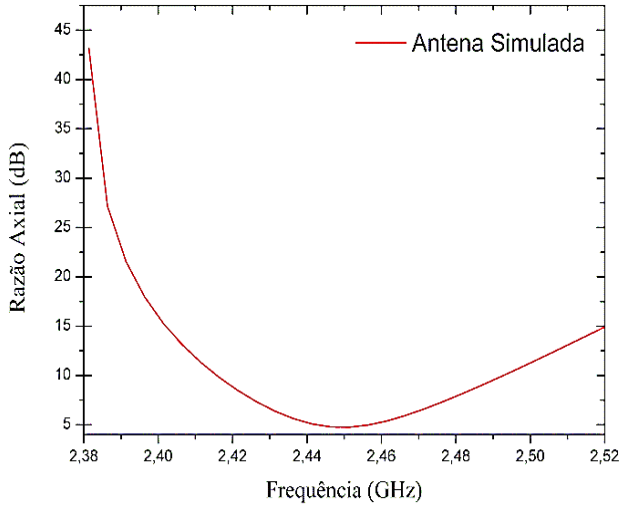
Fig. 6 (a) Diagrama de radiação 2D da antena espiral em 5,764 GHz. (b) Diagrama de radiação 3D da antena espiral em 5,764 GHz.

Para a segunda frequência projetada, os diagramas de radiação para 5,764 GHz mostram que o ganho total foi maior que em relação a frequência de 2,45 GHz, porém, o diagrama de radiação em 5,764 GHz apresentou degradação com relação ao padrão de radiação da frequência de 2,45 GHz. Outra característica observada foi o aumento da

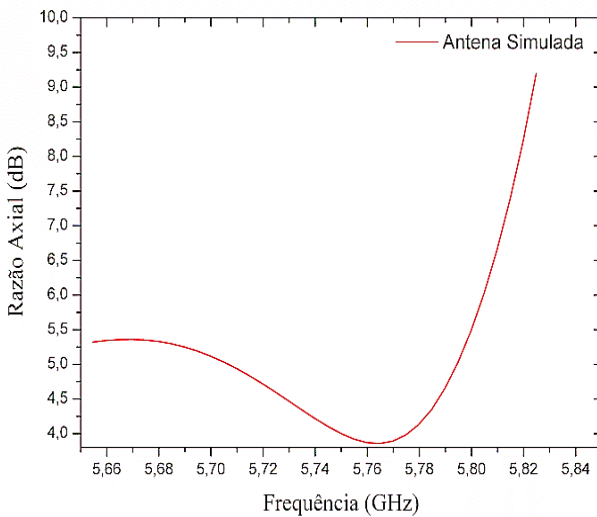
diretividade com relação aos diagramas anteriores.

Observando as figuras 5 (b) e 6.b o diagrama de radiação em 5,764 GHz se apresenta mais degradado, menor ganho e maior diretividade.

As razões axiais da antena para as faixas de frequências que se encontram as frequências desejadas são representadas nas figuras 7 (a) e 7 (b) para determinar o tipo de polarização da antena.



(a)



(b)

Fig. 7 (a) Razão axial em função da frequência para a faixa de frequência de 2,45 GHz. (b): Razão axial em função da frequência para a faixa de frequência de 5,764 GHz.

A polarização é dita elíptica quando a razão axial é maior que 1 e ganhos acima de 3 dB e menor que 6 dB [7]. A tabela 2 mostra os valores dos ganhos da razão axial para as frequências de ressonâncias encontradas na perda de retorno simulada.

Frequência de Ressonância (GHz)	Razão Axial (dB)
2,45 (Simulado)	4.681
5,764 (Simulado)	3.858

Tabela 2 - Razões Axiais Para cada Frequência de Ressonância.

De acordo com a tabela 2, pode-se observar que os ganhos relativos as razões axiais para as frequências de ressonâncias encontradas superaram o valor de 3 dB, permanecendo entre 3 e 6 dB, característico da polarização elíptica.

As antenas espirais podem ser empregadas em diversas aplicações devido, principalmente, a sua característica multibanda podendo ser interessante a sua utilização operar em diversas faixas de frequências usando somente uma antena.

Como visto em 2,45 GHz esta antena pode ser utilizada em sistemas que requerem um padrão de radiação omnidirecional apresentando radiação principal tanto no hemisfério direito como no hemisfério esquerdo como é apresentado na figura 5 (a). Já para a faixa de frequência em torno de 5,8 GHz o diagrama de radiação mostrou que esta mesma antena apresenta mudança na sua característica de radiação com a mudança da frequência, se mostrando mais diretiva em relação a frequência de ressonância de 2,45 GHz como é mostrado na figura 6 (a).

5 | CONCLUSÕES

Em aplicações que requerem a utilização de diversas faixas de frequências é possível a implementação de antenas espirais. Como denotado nos resultados estas antenas apresentam a característica de operar em diversas frequências de ressonâncias permitindo a possibilidade do uso em multibandas. As perdas de retorno mostram esta característica multibanda, principalmente, nas frequências próximas ao projetado em 2,45 e 5,8 GHz relativos as faixas de serviços *Wifi* e *WLAN*. Outra característica interessante é a polarização da antena a configuração da antena de Arquimedes projetada apresentou polarização elíptica de acordo com os dados das razões axiais em ambas as frequências de ressonância.

Para a faixa de frequência em torno de 2,45 GHz a antena espiral apresentou uma característica similar ao de um padrão de radiação omnidirecional propaganda, em praticamente, todo o plano polar, diferente da frequência em torno de 5,8 GHz no qual a

radiação é propagante no eixo z+ mostrando diretividade maior que para a frequência de ressonância anterior.

As antenas com a topologia em espiral de Arquimedes apresentam um projeto simples e de fácil implantação computacional e prática. A simplicidade do projeto, em antenas planares, aliada a boa característica multibanda pode ser alternativa para diversas aplicações em seleção e uso de várias faixas de frequências e em estruturas simples e compactas para transmissão de dados sem fio.

REFERÊNCIAS

- [1] ANDRADE, Humberto Dionísio de. **Desenvolvimento de um Ressorador Retangular de Fenda com Múltiplas Camadas de Substrato e com Utilização de Material PBG para Sistemas de Comunicação Sem Fio**” Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Centro de Tecnologia. Programa de Pós Graduação em Engenharia Elétrica e Computação, Natal, Setembro ,2013, pp. 25-26
- [2] ASAD, M.; GILANI, J.; KHALID, A.; and IQBAL, M. S. **Optimizing Q Factor of Square Spiral Antenna**. IEEE. Second Pacific-Asia Conference on Circuits, Communications and System (PACCS), 2010, pp. 227-230. DOI 10.1109/PACCS.2010.5626808
- [3] BALANIS, C. A. **Antenna Theory Analysis and Design**. Third Edition, Jonh Wiley & Sons, Inc. New Jersey, 2005, pp. 811-876.
- [4] BARTHIA, P.; GARG, R.; BAHL, I. and ITTIPIBOON, A. **Microstrip Antenna Design Handbook**. Boston, London, Artech House. Inc. 2001. p.25
- [5] BEIJI, P. and NOURINIA, J. **A Novel Printed Antenna with Square Spiral Structure for WIMAX and WLAN Applications**. ACES JOURNAL, Vol. 30, nº 12, December, 2015, pp. 1329-1333. CORPUS ID: 59451923
- [6] GHAVAMI, M. et al. **Ultra Wide Band Signals and Systems in Communication Engineering**. West Sussex: Jonh Wiley, 2004, p. 278. DOI 10.1002 / 9780470060490
- [7] KUMAR, G; RAY, K.P. **Broadband Microstrip Antennas**. Boston/London: Artech House, 2003, pp. 309 -311
- [8] MILLIGAN, T. A. **Modern Antenna Design**. Second Edition. Jonh Wiley & Sons, Inc, New Jersey, 2005, pp. 521-573
- [9] SEONG, Cheol Min; PARK, Dong Chul. **Design of Cavity-Backed Spiral Antennas**. IEEE. 5th Global Symposium on Millimeter Waves (GSMM), Maio. 2012, pp. 186-190. DOI 10.1109/GSMM.2012.6314032.
- [10] SINGH, M.; BASU, A.; and KOUL, S. K. **Circular Patch Antenna with Quarter Wave Transformer Feed for Wireless Communication**. IEEE. India Conference, 2006 Annual IEEE, New Delhi, 2006, pp. 1-5. DOI 10.1109 / INDCON.2006.302847

[11] VINAYAGAMOORTHY, K. **Design and Implementation of Wideband Baluns for Archimedean Spiral Antennas**. Science and Engineering Faculty, Queensland University of Technology, Brisbane - Australia, August, 2011, pp. 19-32

[12] WENTWORTH, S. M. **Eletromagnetismo Aplicado**. Bookman, Porto Alegre, 2009, pp. 442-557

ÍNDICE REMISSIVO

A

Aerogeradores 219
Agentes de navegação cooperativos 127
Alpaca 242, 243, 244, 248, 255
Análise por ativação neutrônica 99, 100, 105, 106
Antena de Microfita 155, 158
Antena Espiral 155, 156, 157, 158, 159, 161, 162, 164
Arquitetura de subsunção 127
Árvores de decisão 109, 111, 117, 125, 179, 180, 181, 182, 189
Assinatura acústica 219, 228, 229, 230
Automação distribuída 140, 142

B

Bandeiras têxteis 314, 324, 325

C

Capex 167, 168
Cidade 1, 2, 3, 5, 6, 7, 20, 21, 41, 42, 43, 45, 46, 47, 53, 54, 55, 56, 58, 63, 64, 65, 66, 73, 75, 80, 99, 315
Conexão 41, 42, 43, 48, 175, 176, 177, 183, 296
Conexões 41, 66, 142, 149, 167, 172, 174, 175, 176, 177
Conforto térmico 63, 64, 65, 66, 69, 70, 71, 73, 74, 75
Construção 1, 3, 26, 42, 44, 50, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 76, 77, 79, 80, 84, 88, 89, 90, 91, 150, 168, 169, 243, 294, 295, 324
Construção Civil 55, 56, 57, 58, 61, 62, 76, 77, 80, 88, 89, 90, 91
Controladores lógicos programáveis 140, 141
Controle 7, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 109, 138, 140, 141, 142, 143, 144, 145, 146, 147, 148, 150, 151, 152, 153, 154, 170, 180, 243, 244, 245, 260, 281, 287
Cristais fonônicos 234, 236
Custos 55, 62, 108, 167, 168, 169, 170, 171, 181

D

Defeitos 234, 235, 261, 262, 315

E

Edifício 3, 4, 41, 42, 43, 44, 45, 50, 51, 52

Eficiência 92, 95, 99, 104, 156, 195, 197, 200, 264, 292

Enchentes 1, 2, 3, 4, 5

Espaços abertos 49, 63, 66, 74, 75

Espectrometria gama 92, 94, 95, 96, 97, 104

F

Filmes finos de óxido de zinco 256, 268

G

Gerenciamento de risco 276, 277, 278, 285, 287

Gestão 5, 55, 56, 58, 59, 62, 73, 75, 78, 88, 113, 154, 167, 168, 169, 171, 178, 276, 283, 299, 326

I

Inteligência artificial 111, 276, 278

Interação solo-estrutura 22, 23, 26, 27, 29, 35, 36, 39, 40

Inventário 78, 79, 83, 85, 167, 168, 169, 170, 171, 177

J

Jeanswear 314, 315, 317, 318, 319, 320, 321, 322, 323, 324

L

Lâmpada UV-C 195, 196, 197, 198, 199, 200

Localização de faltas 179, 180, 182, 183, 191, 193

M

Mapas cognitivos dinâmicos 127

Medidores inteligentes 179, 180, 182, 183, 184, 185, 189, 191, 192

Método dos elementos finitos 22, 23, 27, 32, 39, 40, 234, 235

Microestrutura 242, 244, 245, 247, 252, 253, 254, 255

Milho 99, 100, 101, 102, 104, 105, 106, 107

N

Nanopartículas de prata 256, 257, 258, 261, 264, 265, 267, 268

Norma IEC 61499 140, 141, 142, 143, 144, 153, 154

Nutrientes 99, 100

O

Obras 42, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62

Opex 167, 168

P

Percepção térmica 63, 70, 72

Planejamento 21, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 64, 79, 168, 171, 172, 246

Polarização 155, 156, 163, 164

População Ribeirinha 1, 2, 4

Processo 7, 26, 27, 45, 57, 58, 76, 78, 79, 84, 86, 94, 109, 110, 112, 113, 114, 115, 124, 141, 144, 145, 153, 171, 172, 182, 184, 185, 186, 187, 189, 190, 191, 192, 193, 231, 243, 245, 247, 249, 252, 268, 276, 279, 280, 289, 290, 299, 316, 317

R

Recall 276, 277, 283, 284, 285, 286, 289, 290, 291, 292, 293, 294, 295, 299

Redes 7, 14, 17, 18, 19, 20, 109, 111, 138, 141, 142, 143, 155, 159, 167, 169, 170, 171, 172, 177, 179, 180

Redes elétricas inteligentes 169, 179, 180

Redução 7, 18, 20, 92, 94, 167, 168, 169, 197, 252, 268, 276, 278, 316

Rendimento 122, 195, 202

Robótica de enxame 127

Ruído 219, 220, 223, 225, 228, 229, 231, 234

S

Sapata 22, 24, 25, 28, 29, 31, 33, 34, 35, 38, 39

Saúde Pública 8, 219, 224, 231, 281

Sensores de gás 256, 258

Simulação estrutural 22, 23

Sistema Multiagentes 127

Sistemas de distribuição 179, 180

Sonogramas 219, 226, 228

T

Tecidoteca 314, 315, 324, 325

Técnicas construtivas 1, 5

Tecnologias cognitivas 276, 278

Telecomunicações 167, 168, 169, 170, 177, 326

Transformadores reguladores de tensão 140, 141

Turbinas eólicas 219, 230

V

Variáveis térmicas de solidificação 242, 244, 248, 249, 255

🌐 www.atenaeditora.com.br

✉ contato@atenaeditora.com.br


📷 @atenaeditora

📘 www.facebook.com/atenaeditora.com.br

ENGENHARIAS:

Criação e repasse de tecnologias



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

ENGENHARIAS:

Criação e repasse de tecnologias

