



ENGENHARIA NA PRÁTICA:

IMPORTÂNCIA TEÓRICA E TECNOLÓGICA

FRANCIELE BRAGA MACHADO TULLIO
(ORGANIZADORA)

**Atena**
Editora
Ano 2020



ENGENHARIA NA PRÁTICA:

IMPORTÂNCIA TEÓRICA E TECNOLÓGICA

FRANCIELE BRAGA MACHADO TULLIO
(ORGANIZADORA)

**Atena**
Editora
Ano 2020

Editora Chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Assistentes Editoriais

Natalia Oliveira

Bruno Oliveira

Flávia Roberta Barão

Bibliotecário

Maurício Amormino Júnior

Projeto Gráfico e Diagramação

Natália Sandrini de Azevedo

Camila Alves de Cremo

Karine de Lima Wisniewski

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 4.0 Internacional (CC BY 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, 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. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas

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 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. Alexandre Leite dos Santos Silva – Universidade Federal do Piauí
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. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Prof^ª Dra. 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
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. Anne Karynne da Silva Barbosa – Universidade Federal do Maranhão
Profª Drª Andrezza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Profª Drª Andrezza Miguel da Silva – Faculdade da Amazônia
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. 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 Albornoz – 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

Engenharia na prática: importância teórica e tecnológica

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira
Bibliotecário Maurício Amormino Júnior
Diagramação: Luiza Alves Batista
Edição de Arte: Luiza Alves Batista
Revisão: Os Autores
Organizadora: Franciele Braga Machado Tullio

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)

E57 Engenharia na prática [recurso eletrônico] : importância
teórica e tecnológica / Organizadora Franciele Braga
Machado Tullio. – Ponta Grossa, PR: Atena, 2020.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5706-308-8

DOI 10.22533/at.ed.088202408

1. Engenharia – Estudo e ensino. 2. Engenharia –
Pesquisa – Brasil. 3. Prática de ensino. I. Tullio, Franciele
Braga Machado.

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

Atena Editora

Ponta Grossa – Paraná – Brasil

Telefone: +55 (42) 3323-5493

www.atenaeditora.com.br

contato@atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

A obra “Engenharia na Prática: Importância Teórica e Tecnológica” contempla vinte e oito capítulos com pesquisas relacionadas a diversos temas da engenharia.

Os estudos refletem a teoria obtida em livros, normas, artigos na prática, verificando sua aplicabilidade.

O desenvolvimento de novos materiais e a utilização de novas tecnologias partem de estudos já realizados, o que garante desenvolvimento nas diversas áreas da engenharia, gerando novas alternativas.

O estudo sobre o comportamento de materiais permite o aperfeiçoamento de materiais já existentes e proporciona uma otimização na execução de novos projetos.

O uso de energia limpa também é um tema muito abordado, tendo em vista a necessidade de otimização de recursos naturais.

Esperamos que esta obra proporcione uma leitura agradável e contribua para a geração de novos estudos, contribuindo para o desenvolvimento tecnológico.

Franciele Braga Machado Tullio

SUMÁRIO

| | |
|--|-----------|
| CAPÍTULO 1..... | 1 |
| A CONTRIBUIÇÃO FÍSICA E MATEMÁTICA PARA O APERFEIÇOAMENTO DO TIRO COM ARCO | |
| Eduardo Franzoi Andrei Buse Mateus Filipi Moresco Jorge | |
| DOI 10.22533/at.ed.0882024081 | |
| CAPÍTULO 2..... | 14 |
| A INFLUÊNCIA DO NIÓBIO NA MICROESTRUTURA E PROPRIEDADES MECÂNICAS DO ALUMÍNIO: UMA REVISÃO | |
| Márcio Valério Rodrigues de Mattos Gustavo Takehara Silva Vinicius Torres dos Santos Marcio Rodrigues da Silva Antonio Augusto Couto Givanildo Alves dos Santos | |
| DOI 10.22533/at.ed.0882024082 | |
| CAPÍTULO 3..... | 21 |
| ANÁLISE CRÍTICA COMPARATIVA ENTRE A NORMA ISO 29110 E O MODELO MPS.BR NÍVEL G | |
| Nilson Salvetti André Rivas Ivanir Costa | |
| DOI 10.22533/at.ed.0882024083 | |
| CAPÍTULO 4..... | 33 |
| ANÁLISE DA ADERÊNCIA AO PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO INSTITUCIONAL: ABORDAGEM BASEADA EM REDES BAYESIANAS | |
| Danilo de Souza Novaes Roseno Nunes de Almeida Neto Silvana Rossy de Brito Aleksandra do Socorro da Silva | |
| DOI 10.22533/at.ed.0882024084 | |
| CAPÍTULO 5..... | 46 |
| ANÁLISE PARAMÉTRICA DA INJEÇÃO DE POLÍMEROS EM UM CAMPO DE PETRÓLEO DA BACIA POTIGUAR | |
| Beatriz Ferraz Martins Jardel Dantas da Cunha Andréa Francisca Fernandes Barbosa Ricardo Henrique Rocha de Carvalho Antonio Robson Gurgel | |
| DOI 10.22533/at.ed.0882024085 | |

| | |
|--|-----------|
| CAPÍTULO 6..... | 55 |
| BIOSORPTION OF OXYTETRACYCLINE FROM WATER USING MORINGA OLEÍFERA SHELLS | |
| Agustina De Olivera | |
| Ramiro Martins | |
| DOI 10.22533/at.ed.0882024086 | |
| CAPÍTULO 7..... | 64 |
| COLETA SELETIVA NO UNIFOA – IMPLANTAÇÃO DE PROCESSO PILOTO NO PRÉDIO 18: SENSIBILIZAÇÃO DA COMUNIDADE INTERNA SOBRE RESÍDUOS SÓLIDOS | |
| Pedro Saturno Braga | |
| Camila Duarte Silva | |
| Lucas Marques Correa Ignácio | |
| Sabrina de Jesus Oliveira Cozzolino | |
| Sabrina Pires Arantes | |
| Roberto Guião de Souza Lima Júnior | |
| Ana Carolina Callegario Pereira | |
| Denise Celeste Godoy de Andrade Rodrigues | |
| DOI 10.22533/at.ed.0882024087 | |
| CAPÍTULO 8..... | 74 |
| DESEMPENHO TÉRMICO DOS TELHADOS VERDES EM RELAÇÃO AOS TELHADOS CONVENCIONAIS | |
| Sergio Quezada García | |
| Marco Antonio Polo Labarrios | |
| Heriberto Sánchez Mora | |
| Manuela Azucena Escobedo Izquierdo | |
| Ricardo Isaac Cázares Ramírez | |
| DOI 10.22533/at.ed.0882024088 | |
| CAPÍTULO 9..... | 88 |
| DESENVOLVIMENTO DE UMA PRÓTESE AUTOMÁTICA POR COMANDO DE SINAL ELETROMIOGRAFICO | |
| Jefferson Rodrigo Moreira de Sousa | |
| Rafael Bastos Duarte | |
| André Luiz Patrício França | |
| Sara Carreiro Beloni | |
| José Wanderson Oliveira Silva | |
| DOI 10.22533/at.ed.0882024089 | |
| CAPÍTULO 10..... | 99 |
| EFEITOS DA RADIAÇÃO ELETROMAGNÉTICA IONIZANTE EM EQUIPAMENTOS ODONTOLÓGICOS | |
| Alessandro Márcio Hakme Da Silva | |
| Marcelo Caetano Oliveira Alves | |
| Thiago Augusto Neiva Spironelli | |
| Eduardo Souza Sims | |

Patrícia Garani Fernandes
Fernanda Florian
Fabiana Florian
Marcello Cláudio de Gouvea Duarte
DOI 10.22533/at.ed.08820240810

CAPÍTULO 11.....113

ESTIMAÇÃO DE PARÂMETROS DO SINAL ATRIAL FIBRILATÓRIO NO ELETROCARDIOGRAMA

Miriam Ferraz de Paulo
Eduardo Guy Perpétuo Bock
Dalmo Antonio Ribeiro Moreira

DOI 10.22533/at.ed.08820240811

CAPÍTULO 12.....117

ESTUDIO DEL IMPACTO DE LA ADICIÓN DE GLICERINA COMO CO-SUSTRATO EN LA PRODUCCIÓN DE BIOGÁS A PARTIR DE RESIDUOS ORGÁNICOS

María Isabel García Rodríguez
Marcos Vinícius Konopka
Matheus Vitor Diniz Gueri
Andreia Cristina Furtado

DOI 10.22533/at.ed.08820240812

CAPÍTULO 13..... 127

ESTUDO COMPARATIVO DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA E EXEGÉTICA DE UM PROCESSO SPRAY DRYER ALIMENTADO POR ENERGIA ELÉTRICA E GÁS NATURAL

Antonio Rimaci Miguel Junior
Valmir da Cruz de Souza
Alex Alisson Bandeira Santos

DOI 10.22533/at.ed.08820240813

CAPÍTULO 14..... 136

ESTUDO DE APLICAÇÃO DA TURBINA DE TESLA COMO MICROGERADOR

Eloi Rufato Junior
Alison Baena de Oliveira Monteiro
Ricardo Ribeiro dos Santos

DOI 10.22533/at.ed.08820240814

CAPÍTULO 15..... 158

ESTUDO DO POTENCIAL DE PRODUÇÃO DE BIOGÁS POR DEJETOS BOVINOS

Marcos Vinícius Konopka
María Isabel Garcia Rodriguez
Denis Porfirio Viveros Rodas
Andreia Cristina Furtado

DOI 10.22533/at.ed.08820240815

| | |
|--|------------|
| CAPÍTULO 16..... | 167 |
| ESTUDO PARA CONTROLE DE EMPENAMENTO EM PEÇAS INDUSTRIAIS TEMPERADAS | |
| João Alfredo Scheidemantel | |
| Christian Doré | |
| Lucile Cecília Peruzzo | |
| DOI 10.22533/at.ed.08820240816 | |
| CAPÍTULO 17..... | 179 |
| EXECUÇÃO DE FUNDAÇÕES DO TIPO TUBULÃO CONFORME ORIENTAÇÕES DA NOVA NR-18 DE 10 DE FEVEREIRO DE 2020 | |
| José Henrique Maciel de Queiroz | |
| Fabíola Luana Maia Rocha | |
| Francisco Kléber Dantas Duarte | |
| Caio Guilherme Ferreira Abrantes | |
| DOI 10.22533/at.ed.08820240817 | |
| CAPÍTULO 18..... | 187 |
| INFLUÊNCIA DE LEVEDURAS LISAS E RUGOSAS NA PRODUÇÃO DE BIOETANOL EM ESCALA INDUSTRIAL | |
| Teresa Cristina Vieira Viana | |
| Rafael Resende Maldonado | |
| Eliana Setsuko Kamimura | |
| DOI 10.22533/at.ed.08820240818 | |
| CAPÍTULO 19..... | 199 |
| INFLUÊNCIA DO ESPAÇAMENTO DENDRÍTICO SECUNDÁRIO NA DUREZA DA LIGA CU-14AL-5NI-5FE OBTIDA POR SOLIDIFICAÇÃO UNIDIRECIONAL | |
| Rogério Teram | |
| Givanildo Alves dos Santos | |
| Maurício Silva Nascimento | |
| Antonio Augusto Couto | |
| Vinícius Torres dos Santos | |
| Márcio Rodrigues da Silva | |
| DOI 10.22533/at.ed.08820240819 | |
| CAPÍTULO 20..... | 211 |
| INTERFAZ PARA LA OPERACIÓN REMOTA DE UN MANIPULADOR MITSUBISHI MOVEMASTER RV-M1 | |
| Luini Leonardo Hurtado Cortés | |
| John Alejandro Forero Casallas | |
| DOI 10.22533/at.ed.08820240820 | |
| CAPÍTULO 21..... | 221 |
| LA EVALUACIÓN DE LOS ESTUDIANTES DE LA CARRERA DE INGENIERÍA AMBIENTAL Y SU INCIDENCIA EN REPROBACIÓN Y DESERCIÓN | |
| M. en C. Marcial Reyes Cázarez | |

DOI 10.22533/at.ed.08820240821

CAPÍTULO 22..... 235

ANÁLISE DE DESEMPENHO DE ESTIMAÇÃO DE CARGA EM BATERIAS DE SÓDIO UTILIZANDO REDES NEURAS ARTIFICIAIS

Norah Nadia Sánchez Torres
Helton Fernando Scherer
Oswaldo Ando Hideo Junior
Jorge Javier Gimenez Ledesma

DOI 10.22533/at.ed.08820240822

CAPÍTULO 23..... 247

PROSPECÇÃO E ROTAS TECNOLÓGICAS PARA A ENERGIA DO HIDROGÊNIO NO BRASIL

Gustavo Sigal Macedo
Jorge Alberto Alcalá Vela

DOI 10.22533/at.ed.08820240823

CAPÍTULO 24..... 262

PROTOTIPO DE DINÂMICA DE SISTEMAS APLICADO A LA GESTIÓN DE PROYECTOS ACADÉMICOS DE PRÁCTICA PROFESIONAL SUPERVISADA EN CARRERAS DE INFORMÁTICA

Alice Raquel Rambo
Mariana Itatí Boari
Roberto Luis Sueldo
Ruben Urquijo
Hector Chripczuk
Ulises Ramirez

DOI 10.22533/at.ed.08820240824

CAPÍTULO 25..... 273

THE MAGNETIC PASSIVE AND SLIDING BEARING SYSTEM WITH AXIAL MAGNETIC REPULSION TO AVOID PIVOT WEAR

Carlos Frajuca

DOI 10.22533/at.ed.08820240825

CAPÍTULO 26..... 281

USO DA LAMA CIMENTICIA COMO SUBSTITUTO DE AGREGADO MIÚDO NA FABRICAÇÃO DE CONCRETO

Bruno Matos de Farias
Érika Teles dos Santos
Larissa Barbosa Iulianello
Sheila Maria Ferreira Campos

DOI 10.22533/at.ed.08820240826

| | |
|---|------------|
| CAPÍTULO 27..... | 301 |
| UTILIZAÇÃO DE NANOPARTÍCULAS MAGNÉTICAS NA RETIRADA DE PETRÓLEO DERRAMADO | |
| Ana Caroline Nasaro de Oliveira | |
| Júnia Ciriaco de Castro | |
| Rosana Aparecida Ferreira Nunes | |
| DOI 10.22533/at.ed.08820240827 | |
| CAPÍTULO 28..... | 315 |
| UTILIZAÇÃO E AVALIAÇÃO DA ESPINHEIRA SANTA (<i>Maytenusilicifolia Martiusex Reissek</i>) COMO INIBIDOR DE CORROSÃO ORGÂNICO PARA APLICAÇÃO EM FLUIDOS PARA COMPLETAÇÃO | |
| Jardel Hugo Gonçalves Paiva | |
| Jardel Dantas da Cunha | |
| Andréa Francisca Fernandes Barbosa | |
| Antonio Robson Gurgel | |
| Keila Regina Santana Fagundes | |
| Rodrigo Cesar Santiago | |
| DOI 10.22533/at.ed.08820240828 | |
| SOBRE A ORGANIZADORA..... | 328 |
| ÍNDICE REMISSIVO..... | 329 |

CAPÍTULO 20

INTERFAZ PARA LA OPERACIÓN REMOTA DE UN MANIPULADOR MITSUBISHI MOVEMASTER RV-M1

Data de aceite: 01/07/2020
Fecha de envío: 06/05/2020

Cinemática Inversa; Geometría cerrada; Interfaz y Manipulador.

Luini Leonardo Hurtado Cortés

Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Facultad Tecnológica
Bogotá – Colombia
ORCID: 0000-0002-1675-9471

John Alejandro Forero Casallas

Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Facultad Tecnológica
Bogotá – Colombia
ORCID: 0000-0002-5884-1350

RESUMEN: Este trabajo presenta el desarrollo de una interfaz para la operación remota de un manipulador Mitsubishi RV-M1. Inicialmente, se proponen los conceptos de la cinemática que se utilizarán para el control de movimientos de las articulaciones del manipulador. Posteriormente, se crea un modelo CAD en Solidworks®. El modelo CAD es transferido a Matlab® a través de la utilidad SimMechanics™, para simular los movimientos con los algoritmos de cinemática directa e inversa. Finalmente, se presenta el desarrollo de la interfaz mediante el entorno de desarrollo de interfaces gráficas GUIDE de Matlab® para la operación remota por parte de un operador. La interfaz envía las órdenes a los accionamientos para ejecutar los movimientos del manipulador. Se observó que, de acuerdo con la decisión del operador a través de la interfaz, los movimientos del simulador coinciden con los realizados por el manipulador físico.

PALABRAS CLAVE: Cinemática Directa;

INTERFACE FOR THE REMOTE OPERATION OF A MANIPULATOR MITSUBISHI MOVEMASTER RV-M1

ABSTRACT: This work presents the development of an interface for the remote operation of a Mitsubishi RV-M1 manipulator. Initially, the concepts of kinematics that will be used to control movement of the manipulator's joints are proposed. Subsequently, a CAD model is created in Solidworks®. The CAD model is transferred to Matlab® through the SimMechanics™ utility, to simulate the movements with the direct and inverse kinematics algorithms. Finally, the development of the interface through the GUIDE graphical interface development environment of Matlab® for remote operation by an operator is presented. The interface sends the commands to execute the movements to the manipulator's drives. It was observed that according to the decision of the operator through the interface, the movements of the simulator coincide with those made by the physical manipulator.

KEYWORDS: Direct Kinematics; Inverse Kinematics; Closed Geometry; Interface and Manipulator.

1 | INTRODUCCIÓN

Las aplicaciones de los manipuladores industriales están orientadas a la automatización de procesos para mejorar la calidad, la eficiencia, la seguridad y la productividad. Actualmente se ha incrementado su uso en la ejecución de tareas

de precisión, repetitivas o que representen un riesgo para los seres humanos.

Los manipuladores industriales tienen un gran potencial para su estudio en el ámbito académico, ofreciendo la posibilidad de desarrollar, aplicar y comprobar conocimientos que solo aparecen en los textos y que representan un reto para el estudiante en este campo.

Uno de esos aspectos está en la posibilidad de utilizar algoritmos de cinemática en la operación de manipuladores, ya que en la actualidad se utilizan dispositivos para la operación manual o “*teaching box*” in situ o programas que no son amigables con el operador.

Entre algunos trabajos realizados en este campo se pueden mencionar el de Poncelas (2014), que presenta el desarrollo de una interfaz para la operación de un manipulador Mitsubishi Movemaster EX RV-M1, usando el lenguaje de programación Python. Básicamente, la interfaz es una réplica del *teaching box*, pero ahora es en una pantalla de computador que utiliza comunicación serial para el envío de órdenes de control.

Por otro lado, Caraguay y Benavides (2016) presentan el desarrollo de una interfaz gráfica para la simulación de la cinemática directa y diferencial de manipuladores industriales de hasta seis grados de libertad. Se utilizó como caso de estudio un manipulador IRB 2400 de ABB. La utilidad práctica de la interfaz de simulación es conocer previamente el posicionamiento del accionamiento final y las limitaciones existentes en la estructura física de manipuladores industriales, antes de experimentar con uno real.

Barraza y otros (2016) muestran la utilización de modelos cinemáticos y dinámicos para el control de un manipulador Mitsubishi Movemaster RV-M1 a partir de un diseño CAD en SolidWorks®. El modelo matemático de la dinámica del robot fue desarrollado con base en el principio energético Lagrange-Euler y se utilizó para estimar el torque requerido en la acción de control. Las simulaciones se llevaron a cabo en Simulink®, permitiendo comparar el desempeño del manipulador.

Finalmente, Martínez y Roldán (2017) presentan el desarrollo de una interfaz para la simulación de las trayectorias y cálculo de velocidades y aceleraciones de la herramienta y articulaciones de un manipulador Mitsubishi Movemaster RV-M1. Un sistema de adquisición de datos se utilizó para medir las velocidades y aceleraciones y validar la información con los cálculos en la interfaz.

Como se puede evidenciar, existe un interés por la investigación en el desarrollo de interfaces gráficas para la simulación de movimientos de manipuladores utilizando ecuaciones de cinemática y dinámica, por un lado, y, por otro lado, para la operación de manipuladores utilizando lenguajes de bajo nivel y comunicación serial para el envío de órdenes a los accionamientos de estos equipos.

De acuerdo con lo anterior, en este trabajo se presenta el desarrollo de una interfaz amigable al usuario para la operación de un manipulador industrial Movemaster RV-M1, a partir de la solución de los algoritmos de la cinemática directa e inversa en un simulador de movimientos.

Esta herramienta es útil para actividades de entrenamiento de operadores en la industria y para el estudio académico de comprobación de las ecuaciones de la

cinemática en el espacio cartesiano.

2 | METODOLOGÍA

2.1 Manipulador Mitsubishi Movemaster RV-M1

El manipulador Mitsubishi Movemaster RV-M1, es un equipo articulado de cinco grados de libertad (5 GDL) con una pinza en su extremo. El manipulador, puede soportar una carga máxima de 0,5 kg (Mitsubishi Electric Corporation, 1985), tiene velocidad graduable máxima de hasta 1 m/s, con 629 posiciones (8kb) y utiliza 63 comandos de programación desde la *teaching box*, con 2048 líneas (16kb) (ver figura 1).



Figura 1. Manipulador Mitsubishi Movemaster RV-M1.

Fuente: elaboración propia

El manipulador Mitsubishi Movemaster RV-M1 tiene cinco eslabones cuyos desplazamientos angulares se muestran en la tabla 1.

| Eslabón | Barrido |
|--------------------|---|
| Base | $-150^\circ \leq \theta_1 \leq 150^\circ$ |
| Hombro - brazo | $-30^\circ \leq \theta_2 \leq 100^\circ$ |
| Codo | $-110^\circ \leq \theta_3 \leq 0^\circ$ |
| Antebrazo - muñeca | $-90^\circ \leq \theta_4 \leq 90^\circ$ |
| Muñeca | $-180^\circ \leq \theta_5 \leq 180^\circ$ |

Tabla 1. Desplazamiento angular de los eslabones.

Fuente: elaboración propia.

2.2 Cinemática Mitsubishi Movemaster RV-M1

La cinemática estudia el movimiento de los cuerpos sin tener en cuenta la causa que lo produce, es decir, se refiere a las propiedades del movimiento basado en la geometría y el tiempo, como la posición, la velocidad y la aceleración. En manipuladores, la cinemática se utiliza para determinar la posición del eslabón final. Para ello, existen dos opciones, la cinemática directa y la cinemática inversa, que se explican a continuación.

2.2.1 La Cinemática Directa

Se utiliza para describir la posición de un objeto en el espacio tridimensional por medio de una descomposición algebraica teniendo en cuenta una referencia fija. Un manipulador tiene una serie de eslabones unidos que toman su punto de referencia de la parte fija, la solución se reduce en tomar los ángulos θ de cada eslabón y obtener las coordenadas de los puntos en el espacio, x , y , y z .

Para resolver este problema se utiliza el método de Denavit-Hartenberg (Hurtado, 2018), que utiliza a_i como la distancia del eslabón, α_i como el ángulo del eslabón, d_i la distancia de la articulación y θ_i como el ángulo de la articulación (ver figura 2).

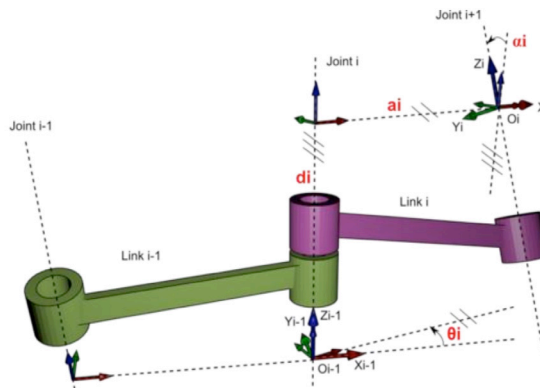


Figura 2. Parámetros Denavit-Hartenberg de un Manipulador.

Fuente: <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Classic-DHparameters.png>

La tabla 2, muestra los valores de Denavit-Hartenberg del manipulador Mitsubishi RV-M1.

| a_i | α_i | d_i | θ_i |
|-------|------------|-------|------------|
| 0 | 90 | 300 | θ_1 |
| 250 | 0 | 0 | θ_2 |

| | | | |
|-----|----|-----|---------------|
| 160 | 0 | 0 | θ_3 |
| 0 | 90 | 0 | θ_4+90 |
| 0 | 0 | 147 | θ_5 |

Tabla 2. Valores Denavit-Hatenberg del manipulador Mitsubishi RV-M1.

Fuente: elaboración propia.

Posteriormente, se emplean matrices de transformación homogénea para establecer la posición y orientación de un eslabón con respecto a otro. Esto se hace para los cinco eslabones, con la siguiente estructura:

$$A_i^{i-1} = \begin{bmatrix} \cos \theta_i & -\cos \alpha_i * \sin \theta_i & \sin \alpha_i * \sin \theta_i & a_i \cos \theta_i \\ \sin \theta_i & \cos \alpha_i * \cos \theta_i & -\sin \alpha_i * \cos \theta_i & a_i \sin \theta_i \\ 0 & \sin \alpha_i & \cos \alpha_i & d_i \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (1)$$

La multiplicación de cada matriz da como resultado la siguiente matriz de transformación homogénea, donde se tendrá la ubicación del extremo del manipulador con respecto a una ubicación fija en el origen.

$$T_i^0 = A_1^0 A_2^1 \dots A_i^{i-1} = \prod_{j=1}^i A_j^{j-1} = \begin{bmatrix} R_i^0 & P_i^0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (2)$$

Donde R_i^0 y P_i^0 relacionan respectivamente, la rotación y la posición del elemento final con respecto a un punto fijo.

2.2.2 La Cinemática Inversa

Se utiliza para dar solución a la mayoría de las aplicaciones donde se requiere determinar los ángulos entre eslabones necesarios para una posición específica del extremo del manipulador. Para obtener esta posición y orientación, se utiliza una referencia de la posición fija ubicada en la parte inferior de la base. Este planteamiento es de uso fundamental para la aplicación práctica de manipuladores. Sin embargo, encontrar la solución numérica por su naturaleza iterativa no es práctico en situaciones con exigencia de respuesta en tiempo real. Se recurre entonces a la solución por medio del método geométrico (Graig, 2006).

La solución por el método geométrico a la cinemática inversa es aplicada a manipuladores con pocos grados de libertad donde se busca encontrar el número suficiente de relaciones geométricas en las que intervendrán las coordenadas del extremo del manipulador, sus coordenadas articulares y las dimensiones físicas de sus elementos.

Se puede empezar encontrando solo los tres primeros grados por el teorema del coseno, debido a que estos son los dedicados a posicionar el extremo solo bastaría con manipular los últimos dos grados para el caso donde el manipulador sea de 5 GDL. Para el caso particular del RV-M1, se encontrarán los tres primeros

grados de libertad, las ecuaciones (3), (4) y (5) son las soluciones de los ángulos θ_1 , θ_3 y θ_2 , respectivamente, para los dos últimos eslabones se tendrá los ángulos de barrido (Barrientos, 2007).

$$\theta_1 = \tan^{-1} \left(\frac{P_y}{P_x} \right) \tag{3}$$

$$\theta_3 = \cos^{-1} \left(\frac{P_z^2 + P_y^2 + P_x^2 - a_3^2 - a_2^2}{2a_2a_3} \right) \tag{4}$$

$$\theta_2 = \tan^{-1} \left(\frac{P_z}{\sqrt{P_y^2 + P_x^2}} \right) - \tan^{-1} \left(\frac{a_3 \sin \theta_3}{a_2 + a_3 \cos \theta_3} \right) \tag{5}$$

Con este método se controlan las tres articulaciones, pero despreciando la distancia que corresponde a la base del manipulador, para no tener errores se hace el siguiente arreglo matemático

$$P_{z2} = P_z - 300$$

2.3 Diseño y Modelado del Manipulador

Para aplicar los algoritmos de cinemática directa o inversa al manipulador, inicialmente se realizó un diseño mecánico utilizando el software Solidworks®, como se muestra en la Figura 3.

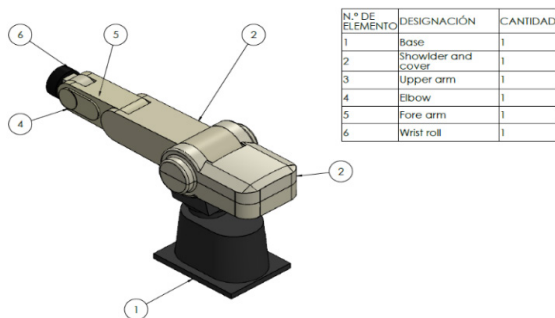


Figura 3. Diseño del Manipulador Mitsubishi Movemaster RV-M1 en Solidworks®.

Fuente: elaboración propia.

Posteriormente, se activó en la librería de Solidworks® el complemento “Simscape Multibody Link” del paquete Matlab®, para exportar el diseño del manipulador y generar el correspondiente diagrama de bloques. Allí se incorporaron las restricciones establecidas en la tabla 1. El diagrama de bloques permite realizar la simulación de movimientos del manipulador como lo haría en la realidad. A este modelo ya se le pueden incorporar los algoritmos de la cinemática directa e inversa (ver figura 4)

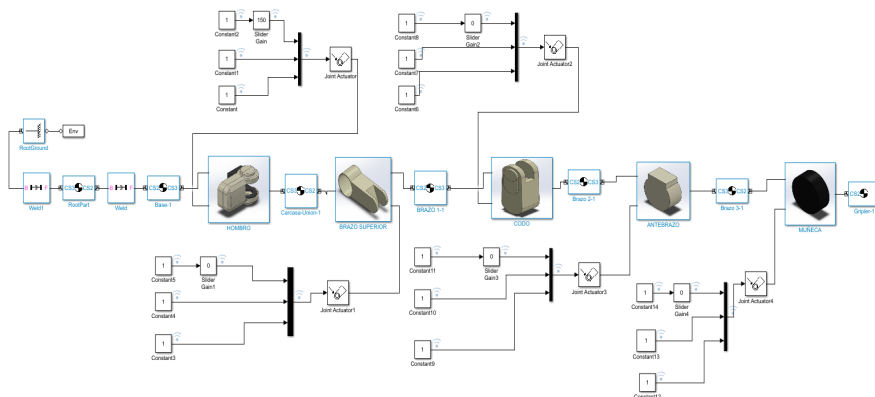
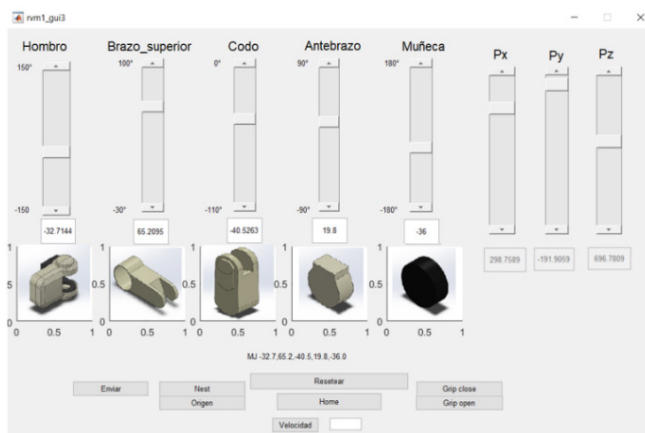


Figura 4. Diagrama de bloques del manipulador en Simscape®.

Fuente: elaboración propia.

2.4 Desarrollo de Interfaz de Operación del Manipulador

Para el desarrollo de la interfaz de operación remota del manipulador, se utilizó la herramienta de desarrollo de interfaces gráficas GUIDE de Matlab®. Se diseñaron ocho (8) botones deslizantes, cinco (5) que dan control utilizando la cinemática directa a través de la variación de sus ángulos y tres (3) que permiten establecer los valores de la cinemática inversa, dependiendo de las posiciones P_x , P_y y P_z del extremo del manipulador. En cada uno se estableció el rango correspondiente a los valores límite de los ángulos presentes en cada eslabón. También se implementaron ventanas de texto que arrojan los valores correspondientes a la cinemática directa e inversa a medida que se van operando los botones deslizantes (ver Figura 5).



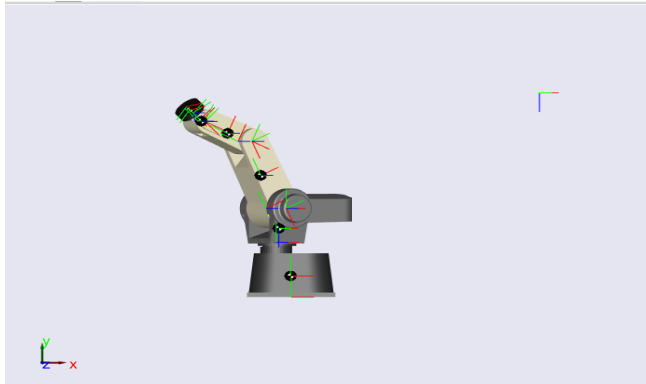


Figura 5. Interfaz de operación con botones deslizantes de cada articulación.

Fuente: elaboración propia.

Es importante tener en cuenta que la eficiencia del mando está fuertemente ligada al correcto desarrollo de las ecuaciones de la cinemática directa e inversa del manipulador, su correcta asociación con cada botón deslizante y el modelo en diagramas de bloque de Simulink®.

3 | RESULTADOS

El desarrollo de la interfaz permitió la operación del manipulador mediante la resolución de la cinemática directa e inversa. Las ordenes generadas por los algoritmos incorporados en la interfaz son enviadas a los accionamientos a través de un sistema de comunicación serial en lenguaje de máquina. Para el inicio de la comunicación serial se utilizó el siguiente código del protocolo

```
delete(instrfind)
SCom=serial('COM3');
SCom.StopBits = 1;
SCom.Parity = 'none';
SCom.DataBits = 8;
SCom.BaudRate = 9600;
fopen(SCom)
fprintf(SCom,'SP 2')
SCom
```

Para una correcta operación, igualmente, se realizó la configuración en código MJ del manipulador Movimaster de acciones como *abrir y cerrar pinza, home, nest, reset*, entre otras, que no son consideradas en la resolución de la cinemática.

Finalmente, se realizaron tareas completas de manipulación con el equipo (ver figura 6). Se pudo comprobar que la resolución de las ecuaciones cinemáticas obtenidas en Matlab®, se corresponde efectivamente con los movimientos realizados

por el manipulador.



Figura 6. Comprobación de movimientos de la operación con la interfaz y el simulador.

Fuente: elaboración propia.

4 | CONCLUSIONES

Este trabajo propuso el desarrollo de una interfaz para la operación de un manipulador Movimaster RV-M1, que hace uso de algoritmos de cinemática directa e inversa.

Se desarrollaron los algoritmos de la cinemática directa con el método Denavit-Hartenberg para encontrar la posición en el espacio de trabajo a partir de la asignación angular, y de la cinemática inversa con el método de geometría cerrada para encontrar la posición de los eslabones a partir de la localización espacial del extremo del manipulador.

El diseño del manipulador en el ambiente CAD de Solidworks® permitió tener en cuenta la configuración de cada uno de los elementos y dispositivos mediante el levantamiento de planos in situ, dado que no existía información detallada de componentes del manipulador.

El diseño en el ambiente CAD fue exportado al entorno de simulación de Simscape Multibody Link de Matlab®, donde se incorporaron los algoritmos de la cinemática directa e inversa de manera que permitió la simulación del manipulador recreando sus movimientos bajo condiciones reales.

El desarrollo de la interfaz en el entorno de desarrollo de interfaces gráficas GUIDE de Matlab® que incorpora los algoritmos de cinemática, permitió una operación amigable del usuario obviando el uso de teaching box.

Las coordenadas o los ángulos del entorno de simulación fueron convertidas a lenguaje de máquina para la ejecución de las ordenes en los accionamientos del manipulador físico. Mediante la operación remota del manipulador, se verificó el desempeño de esta herramienta.

REFERENCIAS

PONCELAS, R. *Desarrollo del software de control de un brazo robotizado mediante Python*. Trabajo de fin de grado, Universidad de Valladolid, Valladolid, 2014.

CARAGUAY, W. y BENAVIDES, L. Interfaz de simulación de la cinemática de robots manipuladores seriales. *Investigatio Research Review*, No. 7, 35-47. 2016.

BARRAZA, A.; RÚA, J.; SOSA, J.; DÍAZ, J.; YIME, E. y ROLDÁN, J. Modelado dinámico del manipulador serial Mitsubishi Movemaster RV-M1 usando Solidworks. Revista UIS Ingenierías, 15 (2), 49-62. 2016.

MARTÍNEZ, D. y ROLDÁN, J. **Cinemática de velocidad y aceleración del robot serial Mitsubishi Movemaster RV-M1. Revista entre ciencia e ingeniería, 11 (22), 84-94. 2017.**

MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION. **Industrial micro-robot system model RV-M1**, Japon, 1985.

HURTADO CORTÉS, L. **Introducción a la robótica industrial y análisis con Matlab**. Editorial Académica Española, 2018.

CRAIG, J. **Robotica**. México: Pearson Prentice Hall, 2006.

BARRIENTOS, A. **Fundamentos de robotica**. Madrid: McGraw-Hill, 2007.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Alumínio 29, 31, 32, 34, 35, 215, 216, 225
Arco 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 26, 28
Arduino 103, 104, 107, 108, 109, 110, 111, 112

C

Coleta Seletiva 79, 80, 81, 83, 86, 87, 88
Conhecimento Organizacional 48, 50, 52

D

Desempenho Térmico 89

E

Educação Ambiental 79, 80, 83, 86, 87, 88
Eletrônica 103, 112, 192, 314, 339
EMG 103, 104, 106, 107, 108, 111, 112, 113
Energia 16, 17, 18, 126, 141, 142, 149, 151, 172, 260, 262, 265, 270, 271, 272, 274, 276
Energia Cinética 16, 17, 18

F

Fator 61, 67, 68
Fator de Recuperação 61, 63, 65, 67, 68

G

Gestão do Conhecimento 36, 48, 49, 50, 51, 59, 60
Gestão do Conhecimento em IFES 48

I

Injeção de Polímeros 61, 62, 67
ISO/IEC 29110 36, 37, 40, 41

M

Mão Mecânica 103, 107, 110
MPS.Br 36, 37, 38, 39, 42, 43, 44, 46, 47

N

Nióbio 29, 30, 31, 32, 34, 35

P

Planejamento Desenvolvimento Institucional 48
Planejamento Estratégico 48, 49, 51, 59, 60, 267
Potencial 16, 17, 18, 37, 104, 111, 112, 135, 136, 151, 170, 172, 173, 174, 181, 227, 262, 263, 269, 284, 330, 332, 333, 336, 337, 338

Propriedades Mecânicas 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 188, 193, 215, 216, 217, 224, 296, 300

Prótese 103, 104, 107, 108, 110, 111, 112, 113

R

Reciclagem 80, 84, 87, 88, 298, 315

Refino de Grão 29

Resíduos Sólidos 79, 80, 81, 88, 298, 313, 314

Resistência Térmica Equivalente 89

S

Simulação Numérica 61

Solidificação Unidirecional 29, 32, 33, 214, 218

Sustentabilidade 80, 181, 260, 298, 316

T

Telhados Verdes 89

Tiro 16, 17, 22, 24, 26, 27, 28


V

Variáveis Térmicas 29, 32, 33, 35, 214, 215, 217, 224, 225

ENGENHARIA NA PRÁTICA:

IMPORTÂNCIA TEÓRICA E TECNOLÓGICA

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

[@atenaeditora](#) 

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 

 **Atena**
Editora
Ano 2020

ENGENHARIA NA PRÁTICA:

IMPORTÂNCIA TEÓRICA E TECNOLÓGICA

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

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

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 

 **Atena**
Editora
Ano 2020