

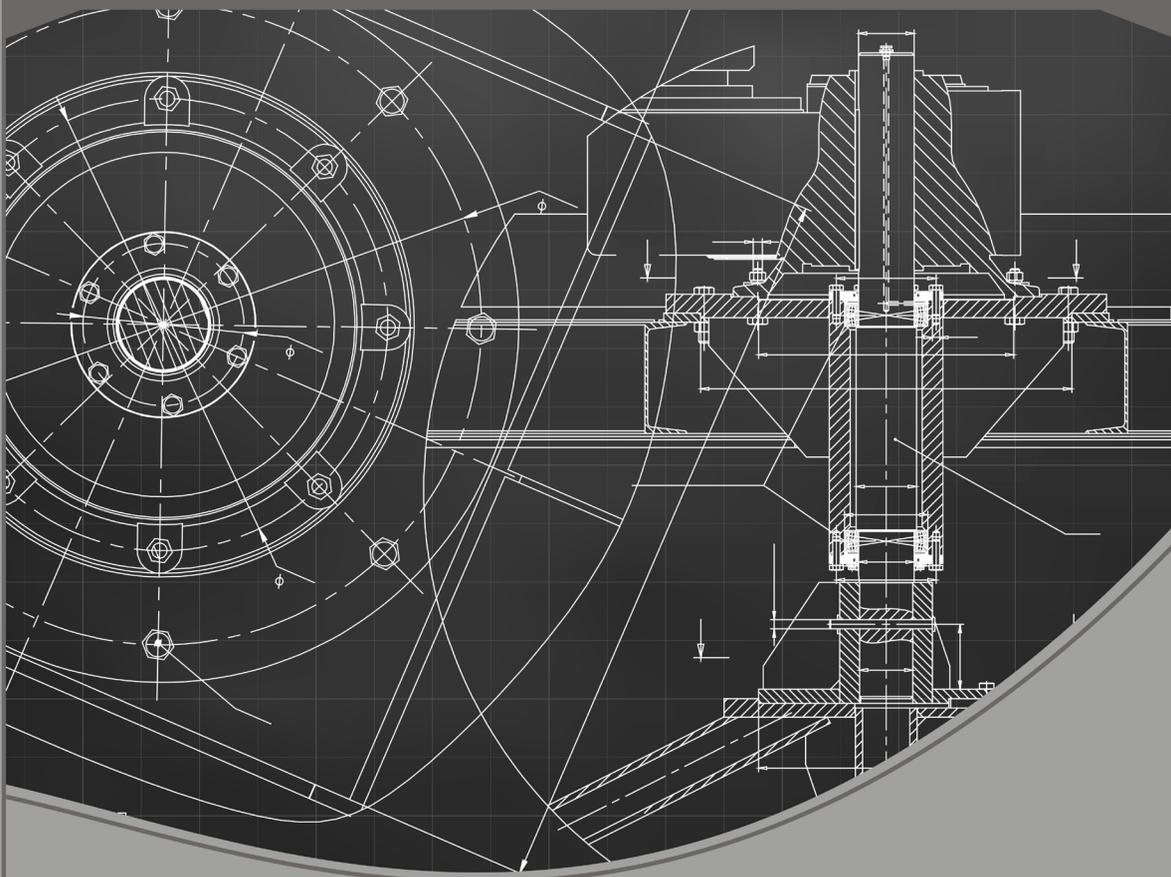
Engenharia Mecânica:

A Influência de Máquinas, Ferramentas
e Motores no Cotidiano do Homem

Henrique Ajuz Holzmann

João Dallamuta

(Organizadores)



Atena
Editora

Ano 2021

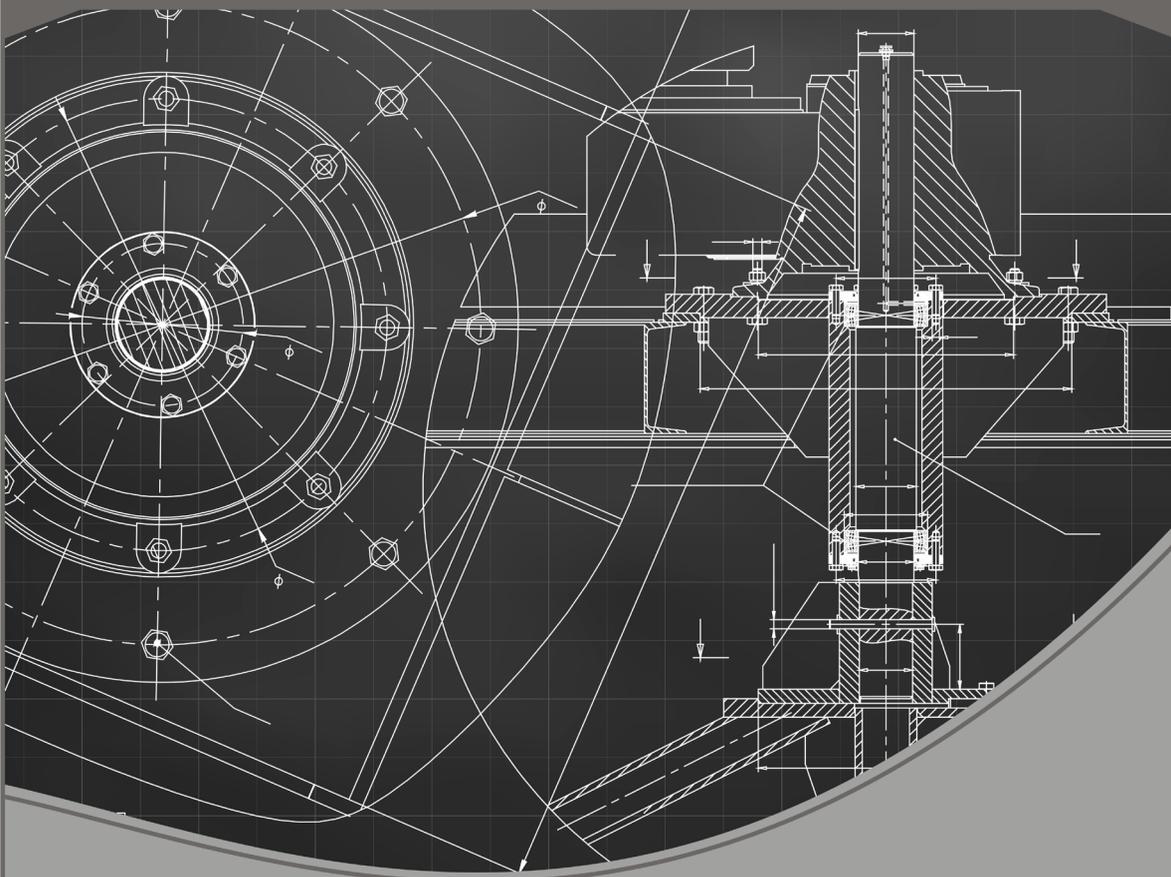
Engenharia Mecânica:

A Influência de Máquinas, Ferramentas
e Motores no Cotidiano do Homem

Henrique Ajuz Holzmann

João Dallamuta

(Organizadores)



Atena
Editora

Ano 2021

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

2021 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2021 Os autores

Copyright da Edição © 2021 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.



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

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

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

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

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

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

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

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
Prof. Dr. Crisóstomo Lima do Nascimento – Universidade Federal Fluminense
Prof^ª Dr^ª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Daniel Richard Sant’Ana – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Prof^ª Dr^ª Dilma Antunes Silva – Universidade Federal de São Paulo
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá
Prof. Dr. Elson Ferreira Costa – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima
Prof. Dr. Gustavo Henrique Cepolini Ferreira – Universidade Estadual de Montes Claros
Prof^ª Dr^ª Ivone Goulart Lopes – Instituto 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
Prof^ª Dr^ª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Prof. Dr. Luis Ricardo Fernandes da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros
Prof^ª Dr^ª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Pontifícia Universidade Católica de Campinas
Prof^ª Dr^ª Maria Luzia da Silva Santana – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof^ª Dr^ª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof^ª Dr^ª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof^ª Dr^ª 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
Prof^ª Dr^ª 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
Prof^ª Dr^ª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Prof^ª Dr^ª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará
Prof^ª Dr^ª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Jael Soares Batista – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof^ª Dr^ª Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa
Prof^ª Dr^ª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof^ª Dr^ª Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido

Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. André Ribeiro da Silva – Universidade de Brasília

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 Elizabeth Cordeiro Fernandes – Faculdade Integrada Medicina

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. Dr. Fernando Mendes – Instituto Politécnico de Coimbra – Escola Superior de Saúde de Coimbra

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. 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
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 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
Prof. Dr. Marco Aurélio Kistemann Junior – Universidade Federal de Juiz de Fora
Prof^ª Dr^ª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Prof^ª Dr^ª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof^ª Dr^ª Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Linguística, Letras e Artes

Prof^ª Dr^ª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins
Prof^ª Dr^ª Angeli Rose do Nascimento – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro
Prof^ª Dr^ª Carolina Fernandes da Silva Mandaji – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof^ª Dr^ª 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
Prof^ª Dr^ª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná
Prof^ª Dr^ª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará
Prof^ª Dr^ª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Prof^ª Dr^ª 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. 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. Dr. Alex Luis dos Santos – Universidade Federal de Minas Gerais
Prof. Me. Alexandro Teixeira Ribeiro – Centro Universitário Internacional
Prof^ª Ma. Aline Ferreira Antunes – Universidade Federal de Goiás
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Prof^ª Ma. Andréa Cristina Marques de Araújo – Universidade Fernando Pessoa
Prof^ª Dr^ª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Prof^ª Dr^ª Andrezza Miguel da Silva – Faculdade da Amazônia
Prof^ª Ma. Anelisa Mota Gregoleti – Universidade Estadual de Maringá
Prof^ª 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
Prof^ª 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. Me. Christopher Smith Bignardi Neves – Universidade Federal do Paraná
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
Prof. Dr. Everaldo dos Santos Mendes – Instituto Edith Theresa Hedwing Stein
Prof. Me. Ezequiel Martins Ferreira – Universidade Federal de Goiás
Profª Ma. Fabiana Coelho Couto Rocha Corrêa – Centro Universitário Estácio Juiz de Fora
Prof. Me. Fabiano Eloy Atilio Batista – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Me. Felipe da Costa Negrão – Universidade Federal do Amazonas
Prof. Me. Francisco Odécio Sales – Instituto Federal do Ceará
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 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
Prof^ª Ma. Lillian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará
Prof^ª Ma. Lilians Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ
Prof^ª Dr^ª 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. Dr. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual do Paraná
Prof^ª Ma. Luana Ferreira dos Santos – Universidade Estadual de Santa Cruz
Prof^ª Ma. Luana Vieira Toledo – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados
Prof^ª Ma. Luma Sarai de Oliveira – Universidade Estadual de Campinas
Prof. Dr. Michel da Costa – Universidade Metropolitana de Santos
Prof. Me. Marcelo da Fonseca Ferreira da Silva – Governo do Estado do Espírito Santo
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
Prof^ª Ma. Maria Elanny Damasceno Silva – Universidade Federal do Ceará
Prof^ª Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Prof. Me. Pedro Panhoca da Silva – Universidade Presbiteriana Mackenzie
Prof^ª Dr^ª Poliana Arruda Fajardo – Universidade Federal de São Carlos
Prof. Me. Ricardo Sérgio da Silva – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Me. Renato Faria da Gama – Instituto Gama – Medicina Personalizada e Integrativa
Prof^ª 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
Prof^ª Ma. Silene Ribeiro Miranda Barbosa – Consultoria Brasileira de Ensino, Pesquisa e Extensão
Prof^ª Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo
Prof^ª Ma. Taiane Aparecida Ribeiro Nepomoceno – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Faculdade Regional Jaguaribana
Prof^ª 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 mecânica: a influência de máquinas, ferramentas e motores no cotidiano do homem

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

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

E57 Engenharia mecânica: a influência de máquinas, ferramentas e motores no cotidiano do homem / Organizadores Henrique Ajuz Holzmann, João Dallamuta. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2021.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5706-882-3

DOI 10.22533/at.ed.823211703

1. Engenharia mecânica. I. Holzmann, Henrique Ajuz (Organizador). II. Dallamuta, João (Organizador). III. Título.
CDD 621

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

Atena Editora

Ponta Grossa – Paraná – Brasil

Telefone: +55 (42) 3323-5493

www.atenaeditora.com.br

contato@atenaeditora.com.br

DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa.

APRESENTAÇÃO

A Engenharia Mecânica pode ser definida como o ramo da engenharia que aplica os princípios de física e ciência dos materiais para a concepção, análise, fabricação e manutenção de sistemas mecânicos. O aumento no interesse por essa área 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.

Nos dias atuais a busca pela redução de custos, aliado a qualidade final dos produtos é um marco na sobrevivência das empresas, reduzindo o tempo de execução e a utilização de materiais.

Neste livro são apresentados trabalho teóricos e práticos, relacionados a área de mecânica e materiais, dando um panorama dos assuntos em pesquisa atualmente. A caracterização dos materiais é de extrema importância, visto que afeta diretamente aos projetos e sua execução dentro de premissas técnicas e econômicas.

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

PROPRIEDADES FÍSICAS E QUALIDADE DE COLAGEM DE PAINEL COMPENSADO
PRODUZIDO COM LÂMINAS TERMORRETIFICADAS E RESINA POLIURETANA

Danilo Soares Galdino

Cristiane Inácio de Campos

Ricardo Marques Barreiros

DOI 10.22533/at.ed.8232117031

CAPÍTULO 2..... 9

ESTUDO DA UTILIZAÇÃO DE LIGAS DE MEMÓRIA DE FORMA EM AERONAVES NÃO
TRIPULADAS

João Gabriel Benedito Duarte

Mayara Auxiliadora Castilho Benites

Victor Leone Rabito Chaves

Edson Godoy

Vanessa Motta Chad

Márcia Moreira Medeiros

DOI 10.22533/at.ed.8232117032

CAPÍTULO 3..... 22

APLICAÇÃO DE UM MECANISMO BALANCE BAR A UM SISTEMA DE FREIO DE UM
VEÍCULO *OFF ROAD* DO TIPO BAJA

Gustavo da Rosa Fanfa

Bruno Almeida Nunes

Antonio Domingues Brasil

DOI 10.22533/at.ed.8232117033

CAPÍTULO 4..... 34

DESARROLLO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA DE BOMBEO ALTERNATIVO PARA
APROVECHAR LA ENERGÍA POTENCIAL DEL AGUA

Diógenes Manuel de Jesús Bustan Jaramillo

José Leonardo Benavides Maldonado

Andrea del Pilar Narváez Ochoa

DOI 10.22533/at.ed.8232117034

CAPÍTULO 5..... 48

AVALIAÇÃO TÉRMICA DE VEICULOS COM E SEM PELICULA TÉRMICA

Weverson Carlos Fortes

Maribel Valverde Ramirez

DOI 10.22533/at.ed.8232117035

CAPÍTULO 6..... 57

COMPARISON OF EXPERIMENTAL DATA AND PREDICTION MODELS OF MINIMUM
FLUIDIZATION VELOCITY FOR A RICE HUSK AND SAND MIXTURE IN FLUIDIZED BED

Fernando Manente Perrella Balestieri

Carlos Manuel Romero Luna

Ivonete Ávila

DOI 10.22533/at.ed.8232117036

CAPÍTULO 7..... 65

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA PARA AVALIAÇÃO DOS ATUAIS PROCESSOS DE SECAGEM DE GRÃOS

José Roberto Rasi

Mario Mollo Neto

Roberto Bernardo

DOI 10.22533/at.ed.8232117037

CAPÍTULO 8..... 81

IMPLEMENTAÇÃO DE UMA INTERFACE HÁPTICA PARA TESTES DE CONTROLE MOTOR. DESIGN E VALIDAÇÃO DE UMA NOVA INTERFACE MECÂNICA

Adriano Augusto Antongiovanni

Arturo Forner Cordero

DOI 10.22533/at.ed.8232117038

CAPÍTULO 9..... 100

BRAÇO ROBÓTICO UTILIZANDO SENSOR DE COR PARA SEPARAÇÃO DE OBJETOS

Airam Toscano Lobato Almeida

Gefté Alcantara de Almeida

Eduardo Garcia Medeiros

Douglas Pires Pereira Junior

Samuel Vasconcelos de Oliveira

Carlos Henrique Cruz Salgado

DOI 10.22533/at.ed.8232117039

CAPÍTULO 10..... 106

LEVANTAMENTO DE DADOS DA LITERATURA SOBRE CÁLCULO DO FATOR DE EMISSÃO DE GASES DE EFEITO ESTUFA NA GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA

Kiala Muana Mfumu

Ivonete Ávila

Tatiane Tobias da Cruz

DOI 10.22533/at.ed.82321170310

CAPÍTULO 11..... 114

BENEFICIAMENTO DO MINÉRIO DE NIÓBIO ATRAVÉS DA CONCENTRAÇÃO POR PROCESSOS MECÂNICOS E SOLUÇÕES QUÍMICAS: ESTUDO TEÓRICO APROFUNDADO

Luiz Eduardo Ortigara

Mario Wolfart Júnior

Carlos Wolz

DOI 10.22533/at.ed.82321170311

CAPÍTULO 12..... 128

ESTUDO E DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA DE TRANSPOSIÇÃO DE ECLUSAS

PARA OS COMBOIOS PADRÃO TIETÊ

Antonio Eduardo Assis Amorim

DOI 10.22533/at.ed.82321170312

CAPÍTULO 13..... 139

DESENVOLVIMENTO DE UM CÓDIGO COMPUTACIONAL PARA ANÁLISE DE
VIBRAÇÃO POR CAPTURA DE IMAGEM

Giovanni Luiz Fredo

Paulo Rogério Novak

DOI 10.22533/at.ed.82321170313

SOBRE OS ORGANIZADORES 150

ÍNDICE REMISSIVO..... 151

DESARROLLO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA DE BOMBEO ALTERNATIVO PARA APROVECHAR LA ENERGÍA POTENCIAL DEL AGUA

Data de aceite: 01/03/2021

Diógenes Manuel de Jesús Bustan Jaramillo

Tecnología Superior en Mecánica Industrial
Instituto Superior Tecnológico Daniel Álvarez
Burneo
Loja – Loja – Ecuador

José Leonardo Benavides Maldonado

Facultad de Ingeniería Electromecánica
Universidad Nacional de Loja
Loja– Loja – Ecuador

Andrea del Pilar Narváez Ochoa

Tecnología Superior en Procesamientos
Alimentos-Instituto Superior Tecnológico Daniel
Álvarez Burneo
Loja – Loja – Ecuador

RESUMO: O aproveitamento da energia potencial da água, é a transformação energética que se realiza convertendo a mesma em energia mecânica rotacional e esta por sua vez, em diferentes tipos de energia. Podendo adaptar eixos e rodas hidráulicas e turbinas, e converter a energia mecânica de rotação em energia elétrica, ou converte-las em acionamentos mecânicos, usados para elevar a água a grandes alturas através de turbobombas, que serão aproveitadas em sistemas de irrigação e consumo humano.

PALAVRAS-CHAVE: Energia potencial, energia elétrica, energia mecânica, turbinas, bombas de engrenagens, bombas turbo.

DEVELOPMENT AND CONSTRUCTION OF AN ALTERNATIVE PUMPING SYSTEM TO HARNESS THE POTENTIAL ENERGY OF WATER

ABSTRACT: The use of the potential energy of water is the energy transformation that is made by converting this energy into rotational mechanical energy and this in turn into different types of energy. Being able to adapt shafts to hydraulic wheels, turbines and convert the mechanical energy of rotation into electrical energy, or convert these into mechanical drives, used to raise water at high altitude through turbo pumps, which will be used in irrigation and consumption systems human.

KEYWORDS: Potential energy, electrical energy, mechanical energy, turbines, gear pumps, turbo pumps.

1 | INTRODUÇÃO

Historicamente, o desenvolvimento da sociedade humana tem se baseado no aproveitamento de fontes de energia primárias de tipo fóssil. Produto de seu uso indiscriminado gerou-se uma deterioração ambiental global que pode chegar a níveis insuportáveis se não se tomarem corretivos oportunos Posso (2002). A contínua e crescente deterioração do ecossistema mundial e o esgotamento a médio prazo das reservas de combustíveis fósseis: carvão, petróleo e gás são as principais consequências do actual sistema energético mundial. Com excepção da geotermia, todas as

energias renováveis derivam directa ou indirectamente da energia solar. Directamente no caso da luz e do calor produzidos pela radiação solar, e indirectamente no caso das energias eólica, hidráulica, marés, ondas e biomassa entre outras Santamarta (2010).

Embora as fontes de energia possam ser classificadas de diversas formas segundo o critério utilizado, a sua mais ampla classificação é em fontes renováveis e não renováveis. As primeiras são aquelas que se consomem a uma maior velocidade do que a natureza pode substituí-las; tal que a quantidade total disponível é cada vez menor e sua possibilidade de reposição remota, nesta categoria se localizam as fontes fósseis. As segundas são fontes que podem ou podem ser repostas através de processos cíclicos de periodicidade variável (de horas a anos) ou são inesgotáveis Posso (2002).

Segundo os dados da Agência Internacional de Energia, as energias renováveis ascendem a quase 29% do fornecimento total de energia primária nos países da América Latina, cifra relativamente alta em comparação com a quota de 5,7% das energias renováveis dos países da Organização para a Cooperação e o Desenvolvimento Económico (OCDE) Canseco (2010).

A participação das energias renováveis na matriz energética do Equador considera os seguintes aspectos: a) Geração de eletricidade, através do aproveitamento de recursos naturais em projetos hidrelétricos, eólicos, biomassa (com geração) e solares (fotovoltaicos); b) obtenção de gás combustível (biogás), utiliza resíduos orgânicos produzidos pela agroindústria; c) utilização de biocombustíveis para o transporte, através da substituição parcial do consumo de gasolina extra com etanol (projecto-piloto na cidade de Guayaquil); d) aquecimento de água com energia solar, para substituir a utilização de eletricidade ou de gás de petróleo liquefeito, Diálogo Chino (2019).

No Equador a cobertura de eletrificação é de aproximadamente 91% a nível nacional, no setor rural é 85%. Nas zonas fronteiriças e orientais, o serviço elétrico é ainda muito precário, as metas do governo nacional do Equador são alcançar uma cobertura de eletrificação rural de 90% em toda as províncias do país, em um prazo de 10 anos, a partir de 2006, Maldonado (2014).

A Província de Loja, geograficamente está dividida em 16 cantões: Calvas, Catamayo, Célica, Chaguarpamba, Espíndola, Gonzanamá, Loja, Macará, Olmedo, Paltas, Pindal, Puyango, Quilanga, Saraguro, Sozoranga, Zapotillo, cada um destes cantões tem a sua cabeceira cantonal e está subdividido em paróquias e aldeias, algumas destas povoações carecem de electricidade, Maldonado (2014); conseqüentemente, carecem de sistemas de bombagem para as suas culturas já de ciclo curto como longo, é por isso que surge a necessidade de implementar sistemas alternativos de bombeamento.

O seguinte trabalho é realizado com base na geração de energia em pequena escala e construção de sistemas de irrigação alternativos em lugares onde não chegam as redes de distribuição elétrica, são as soluções económicas para a população destes lugares; pode-se derivar uma vertente de um rio ou quebrada para ser utilizada para fins agrícolas,

isto sem causar o mais mínimo dano ambiental.

Cada metro quadrado do território recebe diariamente, em média anual, 5 kWh de energia solar, equivalente à energia química acumulada em um litro de petróleo. “Com o aproveitamento tanto direto como indireto da energia solar se podem satisfazer todas nossas necessidades energéticas Hidalgo (2015). Desta forma, o objetivo principal deste trabalho é o de desenvolver e construir um sistema de bombeamento alternativo para populações onde não chega o fornecimento elétrico.

Este caudal que se apresenta em forma de grandes saltos ou de pequenas correntes, é a fonte da energia hidráulica que se pode transformar em energia mecânica através de moto bombeamento e moinhos, ou em energia elétrica mediante barragens hidrelétricas.

Os rendimentos dos moinhos de água variam entre 30 % e 80 % e aumentam com a utilização de paletes. As usinas hidrelétricas modernas alcançam retornos de 75% a 90%, são muito eficientes em comparação com as usinas térmicas de obtenção de energia elétrica a partir dos combustíveis fósseis ou reações nucleares Hidalgo (2015).

A transformação energética segue um ciclo, pois a energia potencial da água se transforma em energia cinética e depois está em energia de pressão, tudo isto sobre as pás ou palhetas de uma turbina ou roda hidráulica, permitindo-nos obter uma energia mecânica de rotação, que é aproveitada na obtenção de energia elétrica ou para sistemas de turbo bombeamento.

2 | REFERÊNCIAL TEÓRICO

2.1 Metodologias ativas

Esta parte descreverá a metodologia aplicada para a concepção, cálculo e construção de um sistema de bombagem alternativo, que neste caso será a construção da parte principal deste sistema que é a turbina de fluxo cruzado ou Michel Banky, dado que, tratando-se de uma máquina que responde a alturas de abastecimentos pequenos, os quais existem em grande quantidade no sector agrícola marginal; O tipo de bomba seja selecionado de acordo com a necessidade das práticas a serem realizadas por professores e estudantes da UNL. Sua construção se baseará em estudos já realizados, cujas experiências são muito úteis e de grande importância no desenvolvimento da mesma.

2.2 Energia hidráulica

Energia hidráulica designa a energia solar que é transformada e acumulada como energia potencial de água quando se encontra num ponto mais alto do que outro, este método classifica como uma forma de aproveitamento indirecto da energia solar, Hidalgo (2015).

2.3 Aproveitamento da energia potencial da água em pequena escala

A energia hidráulica refere-se ao aproveitamento da energia potencial que tem a água (por diferença de altura) que se obtém procurando uma queda de água desde certa altura a um nível inferior, a que logo se transforma em energia mecânica (rotação de um eixo) com a utilização de uma roda hidráulica ou turbina. Esta energia pode ser usado diretamente para mover uma pequena serraria, um moinho ou máquinas de um benefício de café. Também é possível ligar a turbina a um gerador elétrico e, assim, transformar a energia mecânica em energia elétrica, com a vantagem de transferir com maior facilidade a energia para os pontos de consumo e aplicá-la a uma grande variedade de equipamentos e usos produtivos, Dalgleish (2007).

2.4 Transformando a energia potencial da água em sistemas de bombeamento através de bombas turbo

Bombas turbo.

Uma turbina transforma a energia potencial da água convertendo-a em energia mecânica, esta energia mecânica pode ser transformada em energia elétrica mediante um gerador, ou também pode ser aproveitada para mover diretamente uma bomba de água, ou um moinho de grãos, etc.

Ao acoplar a bomba à turbina se consegue uma TURBO BOMBA que serve para bombear água a grandes alturas, sem utilizar combustíveis fósseis. Eles são especialmente adaptados para bombear água das partes baixas dos vales para as áreas altas e podem gerar eletricidade simultaneamente ao bombeamento.

Componentes do sistema de turbo bombeamento

a) Turbina de fluxo cruzado ou tangencial (Michell Banky)

A turbina de fluxo transversal ou Michell-Banky é uma máquina utilizada principalmente para pequenos aproveitamentos hidrelétricos. Suas vantagens principais estão em seu design simples e fácil de construir, o que a torna atraente no equilíbrio econômico de um aproveitamento para pequena escala. No entanto, isso não impede que a turbina seja utilizada em grandes instalações. Embora a turbina de fluxo transversal seja conhecida como uma máquina de pequena escala, existem atualmente máquinas deste tipo até 6 MW, Michell-banky(2019).

As características qualitativas mais importantes da turbina Michell-Banky são:

- Tem uma ampla gama de aplicação, estando compreendida entre a turbina Pelton de duplo injetor e as Francis rápidas.
- Pode operar em amplas faixas de vazão e altura sem variar significativamente sua eficiência.
- Sua construção é simples, podendo ser fabricada em pequenas oficinas.
- Devido à sua simplicidade de construção e funcionamento, para baixas quedas,

é a turbina que apresenta os menores custos iniciais, bem como de operação e manutenção.

- É a turbina que melhor se adapta para ser usada em meios rurais, Paz, E; Carrosi, L; Maghalaés, P., e Romero (2007).

Características operacionais desta máquina são as seguintes:

A turbina Michell-Banki é uma máquina classificada como uma turbina de ação, entrada radial e fluxo transversal. Utilizada principalmente para pequenos aproveitamentos hidrelétricos, suas vantagens principais estão em seu simples desenho e sua fácil construção.

- a velocidade de rotação pode ser selecionada em uma ampla faixa.
- O diâmetro da turbina não depende necessariamente do caudal.
- Com pequenas turbinas é alcançado um nível aceitável de desempenho.
- O caudal e a potência podem ser regulados por meio de uma barra ajustável, Reina, C; Reina, S; Lábaque, M; Riha, César., Góngora (2017).

Princípio de funcionamento da turbina

A turbina consiste em dois elementos principais: um injetor e um rotor. A água é restituída mediante uma descarga à pressão atmosférica. O rotor é composto por dois discos paralelos aos quais estão ligadas as lâminas curvas em forma de setor circular. O injetor possui uma secção transversal retangular que vai unida ao tubo por uma transição retangular- circular. Este injetor é o que dirige a água para o rotor através de uma secção que toma uma determinada quantidade de lâminas deste, e que guia a água para que entre no rotor com um ângulo determinado obtendo o maior aproveitamento da energia. Fig. 1 Michell-banky(2019).

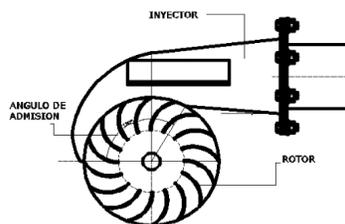


Figura 1. Inyector

A energia hidráulica é convertida em energia mecânica de rotação, que é transmitida através do eixo do rotor da turbina para o eixo da bomba volumétrica de engrenagens em acoplamento com polias e correias.

a) Bomba volumétrica ou de deslocamento positivo de engrenagens externas
As bombas deste tipo encontram múltiplas aplicações Fig. 2. Ao rodar no sentido das setas no lado da admissão há sempre dois dentes que se separam, criando um vácuo, com o qual o líquido penetra no estator, e é deslocado pelos espaços entre os dentes e o estator para a movimentação, onde pelo contrário sempre há dois novos dentes que engrenam e expulsam líquido, Mataix (1986).

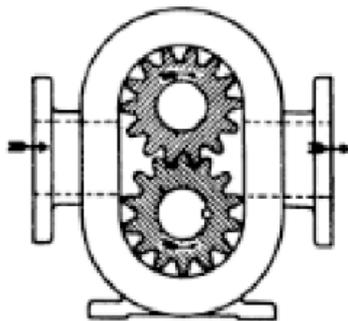


Figura 2. Bomba de engranajes externos

Funcionamento do sistema de bombagem

Fernández Diez (2015) afirma: O funcionamento consiste, na passagem periódica de certas porções de líquido, que começa na cavidade de aspiração, para depois ir à cavidade de descarga da bomba, com um aumento de pressão; a cavidade de aspiração tem que estar, sempre, hermeticamente isolada da de descarga ou de movimentação. Em geral, todas as bombas volumétricas são auto-aspirantes, ou auto-cebantes, por isso, se eles começam a funcionar com ar, sem líquido, podem chegar a criar uma rarificação tão grande capaz de succionar o líquido pelo tubo de aspiração.

Altura de Bombeamento

Aplicando a expressão matemática do teorema de Bernoulli que diz: “Se não houver perda de carga entre duas secções da circulação de um líquido em regime permanente, a soma das cargas de altura ou posição, de velocidade e de pressão é constante em qualquer secção do líquido”. Além disso, a equação de Bernoulli é uma relação aproximada entre a pressão, a velocidade e a elevação, e é válida em regiões de fluxo estacionário e incompressível onde as forças líquidas de atrito são desprezíveis, Cengel, Y e Cimbala (2014).

A equação de Bernoulli leva em conta as mudanças na carga de elevação, carga de pressão e carga de velocidade entre dois pontos em um sistema de fluxo de fluido. Supõe-se que não há perdas ou adições de energia entre os dois pontos, pelo que a carga total permanece constante sob a seguinte expressão: Mott (2002).

$$\frac{P_1}{\gamma} + Z_1 + \frac{V_1^2}{2g} = \frac{P_2}{\gamma} + Z_2 + \frac{V_2^2}{2g}$$

b) Acoplamento dos sistemas de bombagem

O sistema consiste no acoplamento de uma turbina tipo fluxo cruzado Michell-Banki a uma bomba volumétrica de engrenagens, como mostrado na fig. 3. A variada aplicação destes sistemas pode incluir a geração de energia elétrica, mecânica diretamente (moinhos, serrarias, etc.)

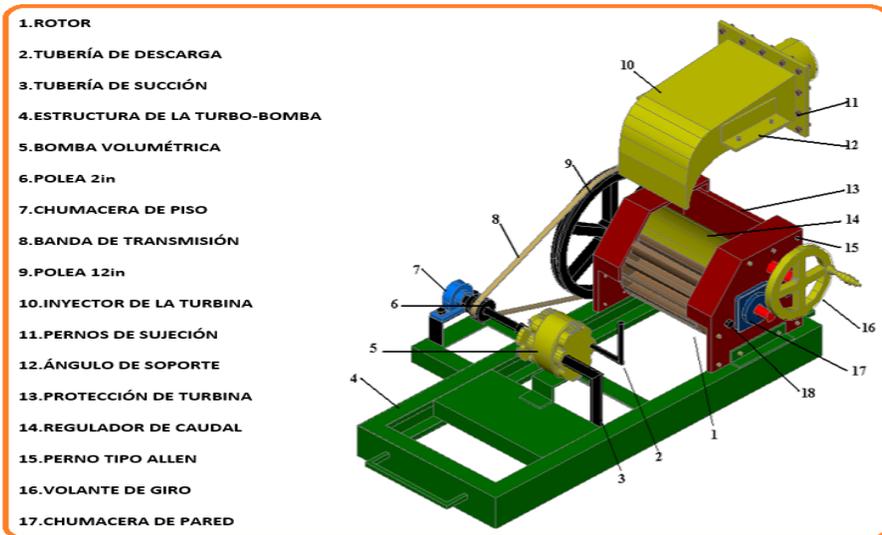


Fig.3 Esquema de uma turbo – bomba (Autor)

A partir deste ponto a bomba volumétrica começa a sugar a água e eleva-a. Esta mudança de energia mecânica no eixo da bomba permite fornecer ao fluido energia suficiente para poder chegar a grandes alturas.

2.5 Concepção e construção do protótipo de turbina de fluxo cruzado Michell Banky

Para o projeto da turbina de fluxo cruzado foi utilizada a metodologia de projeto hidráulico e mecânico de uma turbina Michell - Banki, a mesma que ficou padronizada com os critérios do 8º CONGRESSO IBERO-AMERICANO DE ENGENHARIA MECÂNICA realizado em Cusco - Peru em 25 de outubro de 2007, sob cujos parâmetros ou faixas de operação servirão para o dimensionamento da turbina.

Após a aplicação das formulações de desenho tanto hidráulico como mecânico foi realizado o escolhimento dos materiais que comporão estes desenhos que depois de mecanizá-los se obterá a turbobomba.

Na construção do rodete foi utilizado para a carcaça e os discos laterais, chapa preta A36 de resistência última de 254 Mpa, o eixo é trabalhado em aço ligado SAE 1040 de 54Mpa , na construção dos alabes se utilizou tubulação de gás sem costura Cedula 40 de diâmetro 2”1/2 de espessura de parede 0.203” com um limite de fluência do material 235 Mpa, da qual se pode obter 3 partes de alabes. Figura 4



Fig. 4 rodete con sus partes ensambladas (Autor)

No que diz respeito à união das partes desmontáveis, utilizou-se a tornozeleira allen, a mesma que é de muita utilidade para sua montagem final, na junção de alabes com discos e eixo utilizou-se solda elétrica de raiz 7018. Figura 5



Fig.5 partes desmontables (Autor)

O injetor, peça fundamental de entrada do fluxo de água para o rodete, em sua construção foi utilizado material A 36 onde o limite de fluência 235 Mpa, a mesma que resiste as tensões que se produzirão sob o efeito da quantidade de água que passará por seu interior. Figura 6.



Fig.6 rodete (Autor)

A obtenção dos materiais não é difícil, uma vez que estes existem no mercado local ou podem também ser encontrados em centros de chatarrização; além disso, pode mencionar-se que a construção das diferentes partes pôde ser realizada no laboratório da oficina mecânica da Universidade Nacional de Loja, os mesmos que são mencionados no trabalho de tese Desenho e construção de um protótipo didático de TURBO BOMBA para aproveitamento hidráulico, Pesántez, P e Bustán (2010).

3 I RESULTADOS

Depois de realizadas as práticas experimentais no local de ladrilho do cantão Catamayo província de Loja, foram obtidos os seguintes resultados:

Parâmetros

Para conseguir determinar a potência que a água brinda à turbina é necessário determinar a altura manométrica, isto é:

$H = 4\text{m.}$ do canal ao rotor da turbina.

$Q = 0,020 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$

Desempenho (η) = 70%. Da turbina.

$n = 392,7 \text{ rpm.}$

$D_e =$ diâmetro externo do rotor 200 mm.

3.1 Potência da turbina

A energia que um fluido transmite a um dispositivo mecânico, como a um motor de fluido ou a uma turbina, é denotada na equação geral da energia com o termo. Esta é uma medida da energia transmitida por cada unidade de peso do fluido que passa através do dispositivo, Mott (2002).

Calculamos a potência que o fluido dá à turbina:

$$Pr = Q \cdot H \cdot \gamma$$

$$Pr = 9.81 \frac{KN}{m^3} \cdot 0,020 \frac{m^3}{s} \cdot 4m = 0.78 Kw \approx 1.05Hp$$

3.2 A potência de comunicação da turbina ao eixo da bomba

A potência que o rotor transmite ao eixo da turbina ou de saída (P_o) com um rendimento de 70%, podemos obtê-la da seguinte equação:

$$P_o = \eta \cdot Pr$$

$$P_o = 0,7 \cdot 0,78Kw = 0,549 Kw \approx 0,73 Hp$$

3.3 Caudal médio aspirado fornecido pela bomba

Parâmetros de bombeamento.

- $Z_1 = 0.5m$ nível desde o piso até à superfície da água a bombear
- $Z_2 = 30m$ nível para o qual a água subiu ao ser bombeada pela bomba turbo
- $Q = 0,020 m^3/s$. Caudal útil da bomba de engrenagens.
- Para determinar a potência que a turbina comunica ao eixo, é necessário determinar a altura manométrica, ou seja:
- Tubo de sucção diâmetro = 5/8" ou 16 mm.
- Tubulação de movimentação diâmetro = 1/2" ou 12.7 mm.
- Área do tubo de impulso = 0.0001266 m²
- Área do tubo de sucção = 0,0002010 m²

As pressões tanto de sucção como de descarga, são a Pressão atmosférica.

Velocidades de sucção até ao recipiente de descarga igual a zero

Alturas de posição ou geodésicas: $Z_2 = 30m$ e $Z_1 = 0,5 m$ respectivamente.

Para determinar o caudal total, foram realizadas práticas experimentais com bombas centrífugas e de deslocamento positivo ou de engrenagens, optamos pela bomba de engrenagens já que nos oferece melhores resultados. Como afirma Fernandez Diez (2015) em seus escritos sobre bombas volumétricas que o fluxo aspirado pela bomba, (quando a impermeabilidade da mesma é absoluta para um funcionamento normal e sem cavitação, pelo que se pode assegurar o enchimento das câmaras de trabalho com o líquido a transvasar, o que implica a não existência de fugas nem vaporizações) é:

$$qt = \frac{w \cdot n}{60} = \frac{2 \cdot V_d \cdot z \cdot n}{60} \left(m^3 / s \right) \approx qt = \frac{\pi \cdot R \cdot n}{30} * 2,16 * b * h \left(m^3 / s \right)$$

- $qt =$ caudal

- R = rádio primitivo da engrenagem
- n = número de rotações da árvore da bomba
- h = módulo do dente
- b = comprimento axial do dente

$$qt = \frac{\pi * R * n}{30} * 2,16 * b * h \left(\frac{m^3}{s} \right)$$

$$qt = \frac{\pi * 0,022 * 2356,2}{30} * 2,16 * 0,044 * 0,003175 \left(\frac{m^3}{s} \right)$$

$$qt = 0,001637 \left(\frac{m^3}{s} \right)$$

Para determinar a altura manométrica (Ha) utilizamos a seguinte equação:

$$Ha = Z2 - Z1$$

$$Ha = 30m - 0,5m = 29,5m$$

3.4 A potência hidráulica que a bomba comunica ao líquido é:

A potência é definida como a rapidez a que se realiza um trabalho. Na mecânica dos fluidos, esta frase é alterada e considera-se que a potência é a rapidez com que a energia é transferida Mott (2002). Como indicado foi escolhido a partir das formulações de bombeamento de Robert Mott em Mecânica de fluidos para os respectivos cálculos.

A potência útil da bomba é: A potência calculada pela seguinte expressão, é a potência (Pa) que ganharia o fluido em sua passagem pelo equipamento de bombeamento.

$$Pa = \gamma \cdot qt \cdot Ha$$

$$Pa = 9,81 \frac{KN}{m^3} \cdot 0,001637 \frac{m^3}{s} \cdot 29,5m = 0,47Kw \approx 0,63Hp$$

3.5 Desempenho da bomba é:

$$\eta = \frac{Pa}{Po}$$

$$\eta = \frac{0,47}{0,54} = 0,85 \approx 85\%$$

A potência finalmente consumida (Po) por todo este equipamento de bombagem é superior à potência útil (Pa), dado que é necessário ter em conta as perdas e o rendimento de cada um dos componentes envolvidos, não foram consideradas as mesmas para este cálculo, uma vez que os dados recolhidos são experimentais

3.6 O desempenho da bomba turbo em geral (η_T) é:

$$\eta_T = \frac{P_a}{P_r}$$

$$\eta_T = \frac{0.47}{0.78} = 0,60 \approx 60\%$$

Este desempenho é aceitável, uma vez que nas práticas foi utilizada uma altura geodésica de 4 metros, o que nos deixou muito satisfeitos, pois se tivéssemos realizado com maior altura obteríamos maior velocidade da turbina e por conseguinte maiores revoluções no eixo da bomba e assim poder-se-ia ter elevado a água a mais altura.

Este desempenho é aceitável, uma vez que nas práticas foi utilizada uma altura geodésica de 4 metros, o que nos deixou muito satisfeitos, pois se tivéssemos realizado com maior altura obteríamos maior velocidade da turbina e por conseguinte maiores revoluções no eixo da bomba e assim poder-se-ia ter elevado a água a mais altura.

3.7 Análise dos gráficos do sistema de bombeamento

O seguinte gráfico corresponde a uma curva que demonstra como se comporta a bomba considerando dois parâmetros de funcionamento; referimo-nos ao caudal bombeado em gal/min vs. a altura manométrica. Figura 7.

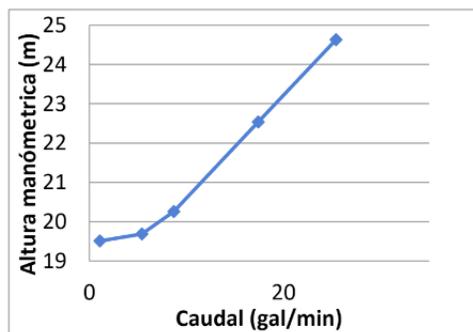


Fig.7 Curva del sistema Q vs. Hm

Neste Grafico observamos o comportamento do fluxo em função das rotações do eixo da bomba. Figura 8.

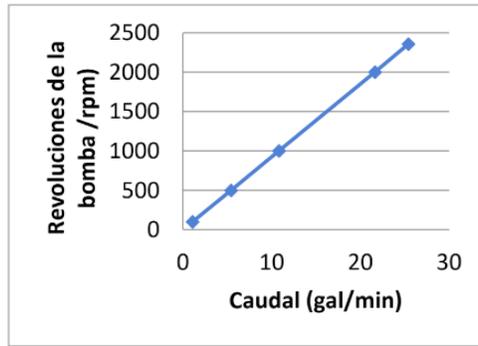


Fig. 8 Curva de la bomba Q vs rpm

4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por conseguinte, os cálculos matemáticos efectuados permitem concluir que são aplicáveis à concepção e construção da turbina de fluxo cruzado, além disso, pode indicar-se que o caudal de bombagem varia directamente com as rotações que o eixo da bomba dá e estas por sua vez com o giro que a turbina sob o parâmetro de alimentação e altura ; Chegando à conclusão que quanto mais revoluções se conseguir imprimir no eixo da bomba mais caudal poderemos bombear, indubitavelmente mudando os parâmetros de dimensão das tubulações de sucção e impulsão.

Quanto à potência do sistema, está dentro do que tem que ver com outros tipos de equipamentos destinados a estas características de trabalho, além do desempenho da bomba é muito aceitável, o seu valor flutua em 85%; enquanto se conseguiu obter um 60% de rendimento total do sistema.

REFERÊNCIAS

Posso, F. “Energía y ambiente: pasado, presente y futuro. Parte dos: Sistema energético basado en energías alternativas Universidad de los Andes Cómo citar el artículo Número complet,” *Geoenseñanza*, vol. 7, pp. 54–73, 2002.

Santamarta, J. “Las energías renovables son el futuro,” 2010.

Canseco, P. “LATINA,” 2010

Diálogo Chino China construye la planta solar más grande de América Latina, Recuperado de: <https://dialogochino.net/es/clima-y-energia-es/23529-china-construye-la-planta-solar-mas-grande-de-america-latina/> 2019

Maldonado, J. “Desarrollo de energías renovables a pequeña escala en los sectores rurales de la provincia de Loja,” vol. 27, no. Octubre, pp. 59–69, 2014.

Bravo, D. "Energía y desarrollo sostenible en Cuba," Cent. Azúcar, vol. 42, no. 4, pp. 14–25, 2015.

Dagleish, T et al., "Artículos Académicos," vol. 136, no. 1. 2007.

Michell-banki, T. "Fichatecnica2-Turbina+michell+bankL," REZUMATUL TEZEI DE DOCTORAT. No. 511. 2019

Paz, E; Carrocci, P; Magalhães, e Romero, C. "Metodología de Diseño Hidráulico y Mecánico de una Turbina Michell-Banki," 8º Congr. Iberoam. Ing. Mec., 2007.

Reyna, C; Reyna, S; Lábaque, M; Riha, César; Góngora, "Redalyc.DESAFIOS AMBIENTAL ES PARA USO DE LA HIDROGENERACIÓN," 2017.

Mataix, C. "Ingenieria - Claudio Mataix - Mecanica De Fluidos Y Maquinas Hidraulicas.Pdf." pp.423–435, 1986.

Fernández, P. "Bombas centrifugas," Bombas centrifugas y Vol., pp. 13-69, 103, 2015.

Çengel, Ya e Cimbala, JM. McGraw-Hill, 2014. 2544*, 2014. Fluid Mechanics: Fundamentals and Applications, Ed. 2. YA Cengel, JM Cimbala. Tata McGraw-Hill.

Mott, R. Mecanica de Fluidos, vol. 3 ed. 2002.

Pesántez, P e Bustán, D. "Diseño y construcción de un prototipo didáctico de TURBO BOMBA para el aprovechamiento hidráulico [Design and construction of a teaching prototype of TURBO PUMP for hydraulic use]," p. 140, 2010.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Acelerômetro 130, 135, 139, 140, 142, 144

Aquecimento 9, 10, 11, 35, 48, 49, 56, 70, 71

B

Baja 22, 23, 24, 26, 32, 33

Balance 22, 23, 27, 28, 29, 30, 99

Beneficiamento 80, 114, 116, 117, 118, 124, 125

Bombas 13, 34, 37, 39, 43, 47

Braço robótico 100, 101, 104, 105

C

Características físicas 1

Carro 48, 49, 50, 51, 52, 53, 55, 56

Casca de arroz 57, 58

Ciclo de vida 95, 106, 108, 109, 110, 113

Colagem 1, 2, 4, 5, 7, 8, 92, 93

D

Deslamagem 114, 116, 117, 118, 119, 120, 121, 124, 125, 126

Deslocamentos 139

E

Efeito estufa 49, 57, 106, 107, 112, 113

Energia elétrica 34, 36, 37, 40, 106, 110, 113

Energia mecânica 34, 36, 37, 38, 40

Energia potencial 34, 36, 37

F

Fator de emissão 106, 107, 110, 111, 113

Flotação 114, 116, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 127

Fotogrametria 139

Freios 22, 23, 24, 25, 27

Frequência natural 139, 140, 142, 144, 145, 147, 149

H

Hidrovia 128, 129, 132, 137

I

Interface háptica 81, 82, 83, 84, 85, 87, 88, 89, 97, 98

L

Leito fluidizado 57, 58

M

Matriz elétrica 106, 107, 110, 111

Métodos de secagens 65

Mistura 57, 58, 124

Moagem 114, 116, 117, 118, 119, 120, 125, 126, 127

N

Nióbio 114, 115, 116, 117, 118, 121, 123, 126, 127

O

Off road 22, 23

P

Painel compensado 1, 2

Película térmica 48, 49, 55

R

Resina poliuretana 1, 2, 3, 7

S

Secadores 65, 72, 74, 75

Segurança da navegação 128, 137, 138

Sensor de cor 100, 101, 102, 104

Separação 100, 104, 116, 117, 118, 119, 120, 121, 125, 126

T

Temperatura 3, 4, 5, 7, 9, 10, 11, 14, 17, 19, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 67, 68, 69, 70, 71, 73, 75, 115

Termorretificação 1, 2, 4, 5, 7, 8

Teste controle 81

Turbinas 14, 34, 38

U

Umidade 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 48, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 65, 66, 67, 69, 70, 71, 73, 74, 75

V

Variação 22, 23, 26, 27, 68, 104, 110

Velocidade 18, 35, 38, 39, 45, 50, 57, 58, 64, 68, 69, 70, 85, 89, 103, 131, 132, 133, 134, 135, 136, 144

Engenharia Mecânica:

A Influência de Máquinas, Ferramentas
e Motores no Cotidiano do Homem

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

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

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 

 **Atena**
Editora
Ano 2021

Engenharia Mecânica:

A Influência de Máquinas, Ferramentas
e Motores no Cotidiano do Homem

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

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

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 

 **Atena**
Editora

Ano 2021