

COLEÇÃO
DESAFIOS
DAS
ENGENHARIAS:

ENGENHARIA MECÂNICA 2



HENRIQUE AJUZ HOLZMANN
JOÃO DALLAMUTA
(ORGANIZADORES)

Atena
Editora
Ano 2021

COLEÇÃO
DESAFIOS
DAS
ENGENHARIAS:

ENGENHARIA MECÂNICA 2



HENRIQUE AJUZ HOLZMANN
JOÃO DALLAMUTA
(ORGANIZADORES)

Atena
Editora
Ano 2021

Editora chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Editora executiva

Natalia Oliveira

Assistente editorial

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto gráfico

Camila Alves de Cremo

Daphynny Pamplona

Luiza Alves Batista

Maria Alice Pinheiro

Natália Sandrini de Azevedo

Imagens da capa

iStock

Edição de arte

Luiza Alves Batista

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.

Open access publication by Atena Editora



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 Exatas e da Terra e Engenharias

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

Profª Drª Ana Grasielle Dionísio Corrêa – Universidade Presbiteriana Mackenzie

Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás

Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná

Prof. Dr. Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás

Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Profª Drª Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Profª Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá
Prof. Dr. Marco Aurélio Kistemann Junior – Universidade Federal de Juiz de Fora
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Sidney Gonçalo de Lima – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Diagramação: Daphynny Pamplona
Correção: Bruno Oliveira
Indexação: Gabriel Motomu Teshima
Revisão: Os autores
Organizadores: Henrique Ajuz Holzmann
João Dallamuta

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

C691 Coleção desafios das engenharias: engenharia mecânica 2 /
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 978-65-5983-582-9

DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.829212810>

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; 6. Autorizam a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.

DECLARAÇÃO DA EDITORA

A Atena Editora declara, para os devidos fins de direito, que: 1. A presente publicação constitui apenas transferência temporária dos direitos autorais, direito sobre a publicação, inclusive não constitui responsabilidade solidária na criação dos manuscritos publicados, nos termos previstos na Lei sobre direitos autorais (Lei 9610/98), no art. 184 do Código Penal e no art. 927 do Código Civil; 2. Autoriza e incentiva os autores a assinarem contratos com repositórios institucionais, com fins exclusivos de divulgação da obra, desde que com o devido reconhecimento de autoria e edição e sem qualquer finalidade comercial; 3. Todos os e-book são *open access*, desta forma não os comercializa em seu site, sites parceiros, plataformas de *e-commerce*, ou qualquer outro meio virtual ou físico, portanto, está isenta de repasses de direitos autorais aos autores; 4. Todos os membros do conselho editorial são doutores e vinculados a instituições de ensino superior públicas, conforme recomendação da CAPES para obtenção do Qualis livro; 5. Não cede, comercializa ou autoriza a utilização dos nomes e e-mails dos autores, bem como nenhum outro dado dos mesmos, para qualquer finalidade que não o escopo da divulgação desta obra.

APRESENTAÇÃO

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. Além disso a busca pela otimização no desenvolvimento de projetos, leva cada vez mais a simulação de processos, buscando uma redução de custos e de tempo.

Neste livro são apresentados trabalho teóricos e práticos, relacionados a área de mecânica, materiais e automação, 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. Pode-se ainda estabelecer que estas características levam a alterações quase que imediatas no projeto, sendo uma modificação constante na busca por melhores respostas e resultados.

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

EFICIÊNCIA E CONSUMO ENERGÉTICO: UMA ANÁLISE COMPARATIVA NO SETOR AUTOMOTIVO BRASILEIRO

Rafael Guimarães Oliveira dos Santos

Aloísio Santos Nascimento Filho


 <https://doi.org/10.22533/at.ed.8292128101>

CAPÍTULO 2..... 8

ANÁLISE COMPARATIVA DOS TIPOS DE ÁGUA E ELETRÓLITOS DE UM GERADOR DE HIDROGÊNIO PARA UM VEÍCULO CONVENCIONAL

Thiago Gonçalves de Oliveira

Fábio Luís Figueiredo Fernandes

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.8292128102>

CAPÍTULO 3..... 19

A REVIEW ON ITERATIVE AND SERIES SOLUTIONS FOR KEPLER'S EQUATION

Paula Cristiane Pinto Mesquita Parda


Mariana Pereira de Melo

João Francisco Nunes de Oliveira

Leonardo de Oliveira Ferreira

Pedro Novak Nishimoto

Roberta Veloso Garcia


 <https://doi.org/10.22533/at.ed.8292128103>

CAPÍTULO 4..... 36

A-CAES (ADIABATIC COMPRESSOR AIR ENERGY STORAGE): APARATO EXPERIMENTAL EM ESCALA LABORATORIAL

Roberto Sihnel

Thiago Antonini Alves

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.8292128104>

CAPÍTULO 5..... 51

LA IMPORTANCIA DE LA FACTORIZACIÓN EN LA INGENIERÍA MECÁNICA PARA DETERMINAR LA ALTURA MÁXIMA DE PRESIÓN EN LAS TURBOBOMBAS

Juan Antonio Tena Verdejo


Francisco Santiago Gabino

Sandra Zulema Tena Galván

Víctor Francisco Cortes Ávila

José Salvador

Oropeza Ramírez


 <https://doi.org/10.22533/at.ed.8292128105>

CAPÍTULO 6..... 59

MODELO MATEMÁTICO DEL COMPORTAMIENTO DE LA ENERGÍA CINÉTICA DEL

ÁLABE DE UN IMPULSOR CERRADO DE LAS TURBO BOMBAS


Juan Antonio Tena Verdejo
Francisco Santiago Gabino
Sandra Zulema Tena Galván
Victor Francisco Cortes Ávila

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.8292128106>

CAPÍTULO 7..... 68

PROJETO DE TÚNEL DE VENTO DE BAIXA VELOCIDADE


Arthur de Lima Queiroga
Rhander Viana
Olexiy Shynkarenko

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.8292128107>

CAPÍTULO 8..... 79

ANÁLISIS Y SIMULACIÓN DE UN MECANISMO DE SCOTCH-YOKE A TRAVÉS DE LA INTERFAZ SOLIDWORKS-MATLAB


Javier Guevara Rivera
Adolfo Manuel Morales Tassinari
María Esperanza Velasco Ordóñez
Carlos Efrén Jiménez Acosta

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.8292128108>

CAPÍTULO 9..... 88

COMPARATIVO ENTRE UM OSSO COM PROPRIEDADES MECÂNICAS ISOTRÓPICAS E ORTOTRÓPICAS PELO MÉTODO DOS ELEMENTOS FINITOS EM UMA FRATURA


Igor Emanuel Espindola Loureiro
Celso Júnio Aguiar Mendonça
Ivan Moura Belo

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.8292128109>

CAPÍTULO 10..... 100

ANALYSIS OF DELAY COMPENSATION METHODS IN HARDWARE-IN-THE-LOOP TESTS


Eduardo Moraes Coraça
Janito Vaqueiro Ferreira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.82921281010>

CAPÍTULO 11..... 113

METODOLOGIA SEIS SIGMA: APLICAÇÃO NUMA EMPRESA DE ROLHAS METÁLICAS DO POLO INDUSTRIAL DE MANAUS

Edry Antonio Garcia Cisneros
Daniel Guzmán del Río
Israel Gondres Torné
Vitor Hugo Machioly

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.82921281011>

CAPÍTULO 12..... 127


PROPOSAL OF AN ELECTRONIC BRACELET DEVICE FOR THE MEASUREMENT OF VITAL SIGNS

Eliel Eduardo Montijo-Valenzuela

Elvis Osiel Covarrubias-Burgos

Darío Soto-Patrón

Esthela Fernanda Torres-Amavizca

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.82921281012>

SOBRE OS ORGANIZADORES 137

LA IMPORTANCIA DE LA FACTORIZACIÓN EN LA INGENIERÍA MECÁNICA PARA DETERMINAR LA ALTURA MÁXIMA DE PRESIÓN EN LAS TURBOBOMBAS

Data de aceite: 01/10/2021

Juan Antonio Tena Verdejo

Ingeniería Electromecánica Tecnológico
Nacional de México, Campus Minatitlán
Veracruz, México

Francisco Santiago Gabino

Ingeniería Electromecánica Tecnológico
Nacional de México, Campus Minatitlán
Veracruz, México

Sandra Zulema Tena Galván

Ingeniería Electromecánica Tecnológico
Nacional de México, Campus Minatitlán
Veracruz, México

Víctor Francisco Cortes Ávila

Ingeniería Electromecánica Tecnológico
Nacional de México, Campus Minatitlán
Veracruz, México

José Salvador, Oropeza Ramírez

Ingeniería Electromecánica Tecnológico
Nacional de México, Campus Minatitlán
Veracruz, México

RESUMEN: El presente trabajo consiste en el análisis cuantitativo a partir del teorema de Bernoulli involucrando a las variables que intervienen en los impulsores centrífugos que son utilizados en las turbos bombas para determinar en base al modelo matemático obtenido, el comportamiento mecánico energético de los impulsores pudiendo así trazar la curva de operación llamada también curva característica, en donde el punto máximo será la altura máxima

de presión (H), la cual se podrá comprobar al factorizar el modelo matemático de la bomba cuando el primer coeficiente (A) sea negativo se tendrá la máxima altura de presión igual a la obtenida cuando nuestro caudal sea igual con cero

PALABRAS CLAVE: Factorización, ingeniería mecánica, modelos matemáticos

1 | INTRODUCCIÓN

Es evidente que el desarrollo actual de modelos matemáticos, representa una herramienta útil, rápida y de bajo costo para el análisis de problemas ingenieriles reales. La confiabilidad y precisión de tales modelos es a la fecha un tema de interés científico. Lo anterior, debido a que se pretende que estos ofrezcan un resultado de tal manera que ya no sea necesario realizar experimentación para comparar la información obtenida numérica con respecto a la experimental. En este trabajo se tomaron los conceptos matemáticos del álgebra siendo el tema de factorización que al ser aplicado en la ecuación de segundo grado que se obtuvo al aplicar los conceptos de Mecánica de los Fluidos, siendo la evaluación el balance de energía y la cinemática en los impulsores. Es importante mencionar que en las industrias de procesos químicos, petroquímicos y afines se utilizan compresores centrífugos para aire y gases de cuyo diseño y análisis están fundamentados en conceptos de Ingeniería

MECANICA. En base a la ecuación fundamental de las turbo maquinas que determinó Euler y Bernoulli a partir de la cinemática de los Impulsores, la cual determina la energía de presión , la energía cinética y la energía potencial, variables que intervienen en el modelo matemático de las turbobombas.

2 I DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO

Ecuación de Bernoulli para una bomba centrífuga:

$$H_B = \frac{P_2 - P_1}{\rho g} + \frac{V_2 - V_1}{2g} + Z_2 - Z_1 \quad \text{Ec. 1}$$

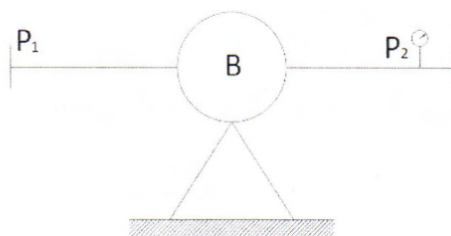


Figura 1. Esquema de bomba centrífuga

Donde los términos son:

$$H = \frac{P_2 - P_1}{\rho g} = \frac{P_d}{\rho g} \quad \text{Presión de descarga de la bomba/Energía de presión} \quad \text{Ec.2}$$

$$E_c = \frac{V_2^2 - V_1^2}{2g} = \frac{V_d^2}{2g} = \text{Velocidad de salida/Energía Cinética} \quad \text{Ec.3}$$

$$Z_2 - Z_1 = Z_d = \text{Altura geodésica/Energía Potencial} \quad \text{Ec.4}$$

Sustituyendo las ecuaciones (2, 3, 4) en la ecuación (1) obtenemos la ecuación de Bernoulli para una bomba centrífuga:

$$H_B = \frac{P_d}{\rho g} + \frac{V_d^2}{2g} + Z_d \quad \text{Ec.5}$$

A continuación los términos de la ecuación de Bernoulli los pondremos en función del caudal, a excepción de la

Energía potencial () siendo este el termino independiente "C".

El término que representa la Energía cinética se trabajará con el principio de

continuidad:

$$Q = SV \quad \text{Ec.6}$$

Donde:

Q = Caudal

S = Área

V = Velocidad

Despejando la velocidad de la ecuación (6):

$$V = \frac{Q}{S} \quad \text{Ec.7}$$

Y sustituyendo en el término de la energía cinética:

$$\frac{V_d^2}{2g} = \frac{\left(\frac{Q}{S}\right)^2}{2g} = \frac{Q^2}{gS^2}$$

El coeficiente: en virtud de tener los valores de gravedad y área constantes, su coeficiente será "A", por lo que se tendrá el siguiente término:

AQ^2 = Energía Cinética expresada en función del caudal.

El término que representa la energía de presión se trabajara bajo la 2a ley de Newton (Impulso)

$$F = mV \quad \text{Ec.8}$$

$$\frac{Pd}{pg} = \frac{\frac{F}{S}}{pg} = \frac{\frac{mV}{S}}{pg} = \frac{\frac{mQ}{S S}}{pg} = \frac{\frac{m}{S^2}(Q)}{pg} = \frac{m(Q)}{pgS^2}$$

El coeficiente $\frac{m}{pgS^2}$ y tener los valores de masa, área y peso específico como valores constantes, su coeficiente sera "B", por lo que se tendrá el siguiente término.

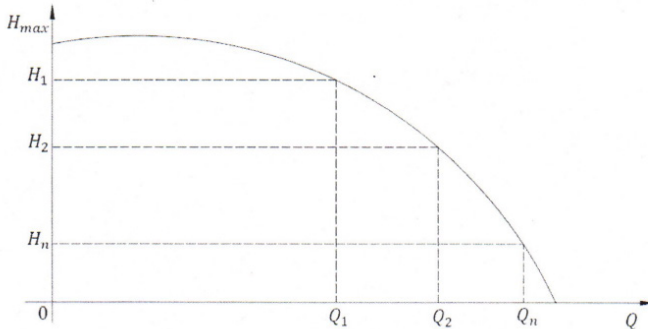
BQ = energía de presión expresada en función del caudal.

El término que representa la energía potencial sera el término independiente C.

Sustituyendo los términos anteriores en la ecuación de Bernoulli obtendremos:

$$H_B = AQ^2 + BQ + C \quad \text{Ec.9}$$

Siendo esta ecuación el modelo matemático y cuya gráfica es una parábola conocida como "CURVA CARACTERÍSTICA DE OPERACIÓN DE LAS BOMBAS CENTRÍFUGAS"



$$H_B = AQ^2 + BQ + C$$

Q	H
Q ₀	H _{max}
Q ₁	H ₁
Q ₂	H ₂
Q _n	H _n

Quando $Q_0 = 0$ Sendo esta a Altura máxima de la bomba

DESARROLLO DEL MÉTODO

Variación del signo del trinomio con la aplicación del valor máximo o mínimo del trinomio

$$y = ax^2 + bx + c \quad \text{Ec.9.1}$$

1- Cada término del trinomio se multiplicará y se dividirá por el término: $(4a)$

$$y = \frac{4a}{4a}(ax^2) + \frac{4a}{4a}(bx) + \frac{4a}{4a}(c) \quad \text{Ec.9.2}$$

2 - Sumar y restar el término: b^2 en la Ec. 9.2

$$y = \frac{4a^2x^2 + 4abx + 4ac + b^2 - b^2}{4a}$$

$$y = \frac{4a^2x^2 + 4abx + b^2 + 4ac - b^2}{4a} \quad \text{Ec. 9.3}$$

3- Descomponer en la Ec.9.3 el trinomio cuadrado perfecto: $(4a^2x^2 + 4abx + b^2)$

$$y = \frac{(2ax+b)^2 + 4ac - b^2}{4a} \quad \text{Ec. 9.4}$$

4.- encontrar el valor de "x" igualando a cero de la Ec. 9.4 el binomio cuadrado

$$(2ax + b)^2 = 0$$

Pero como: $(2ax + b)(2ax + b) = 0$

Ec.9.4a

De la Ec. 9.4a despejamos uno de los dos factores, quedando la siguiente expresión:

$$2ax + b = 0$$

Al despejar "x" de la expresión anterior: $x = -\frac{b}{2a}$

5.-encontrar el valor de "y":

Como en la Ec. 9.4a el binomio cuadrado se iguala a cero, quedando de la siguiente forma:

$$y = \frac{4ac - b^2}{4a}$$

Una vez obteniendo los valores de "x" y de "y" podemos concluir que:

a. Cuando el coeficiente(a) es positivo, tiene un valor mínimo para $x = -\frac{b}{2a}$ por lo que el trinomio tiene un **valor mínima**, para:

$$x = -\frac{b}{2a} \quad \text{es} \quad \frac{4ac - b^2}{4a}$$

Ahora bien si el coeficiente (a) es negativo se tendrá un **valor máximo** para "y"

APLICACIÓN DEL MÉTODO EN EL TRINOMIO CUADRADO PERFECTO: MODELO MATEMÁTICO DE LAS BOMBAS CENTRÍFUGAS

Definiremos las variables hidráulicas de la siguiente manera: la variable "y" será la altura de presión "H" y la variable "x" será el caudal "Q"

$$H = AQ^2 + BQ + C \quad (1)$$

$$H = \frac{4A}{4A}(AQ^2) + \frac{4A}{4A}(BQ) + \frac{4A}{4A}(C) \quad (2)$$

Sumando y restando en (2)

$$H = \frac{4A^2Q^2 + 4ABQ + 4AC + B^2 - B^2}{4A} \quad (3)$$

Siendo $4A^2Q^2 + 4ABQ + 4AC + B^2$ de (3) el trinomio cuadrado perfecto, al factorizarlo ($2AQ + B$)² que al sustituirla en (3), obtendremos:

$$H = \frac{(2AQ + B)^2 + 4AC - B^2}{4A} \quad (4)$$

$(2AQ + B)^2 = 0$, descomponiendo este binomio cuadrado en sus factores:

$(2AQ + B)(2AQ + B) = 0$, al despejar cualquiera de los dos factores, obtendremos la siguiente expresión

$$2AQ + B = 0 \quad (5)$$

Despejando Q de (5):

$$Q = -\frac{B}{2A} \text{ y para } H = \frac{4AC - B^2}{4A}$$

Interpretación de resultados:

- H tendrá un **valor mínimo** cuando el coeficiente (A) es positivo y $Q = -\frac{B}{2A}$
- H tendrá un **valor máximo** cuando el coeficiente (A) es negativo cuyo valor máximo vale $\frac{4AC - B^2}{4A}$

Ejemplo de aplicación

Una bomba centrífuga que maneja los siguientes caudales (Q) con sus respectivas alturas de operación (H) son los siguientes:

$$Q_1 = 0.04 \frac{m^3}{se} \left(40 \frac{lts}{seg}\right) \dots \dots H_1 = 83.26m$$

$$Q_2 = 0.10 \frac{m^3}{seg} \left(100 \frac{lts}{seg}\right) \dots \dots H_2 = 63.58m$$

$$Q_3 = 0.18 \frac{m^3}{seg} \left(180 \frac{lts}{seg}\right) \dots \dots H_3 = 11.07m$$

Cuyo modelo matemático será:

$$H = -2345 + 0.375 Q + 87$$

Cuando $Q = 0$

$$H = -2345 + 0.375(0) + 87$$

Por lo tanto:

$$H = 87\text{m}$$

Aplicando el método de factorización descrito:

H; tendrá su **valor máximo** porque el **coeficiente (A) es negativo**

Por lo consiguiente:

$$Q = -\frac{B}{2A} = -\frac{0.375}{2(-2345)} = 0.00007995 \frac{\text{m}^3}{\text{seg}}$$

$Q \cong 8 \times 10^{-5} \frac{\text{m}^3}{\text{seg}}$ (caudal demasiado pequeño)

$$H = \frac{4AC - B^2}{4A} = \frac{4(-2345)(87) - (0.375)^2}{4(-2345)} = \frac{-816060 - 0.140625}{-9380} = \frac{816060.1406}{-9380}$$

$$H = 87.0001499\text{m}$$

H aproximadamente igual a la que se obtiene al tener un $Q = 0$

3 I CONCLUSIONES

En base al Modelo Matemático obtenido el cual es un trinomio cuadrado perfecto con el cual, podemos analizar y determinar la curva de operación llamada también CURVA CARACTERÍSTICA (parábola) así como también sus variables hidráulicas como las alturas o presiones así como también sus caudales, en esta ecuación de energía o modelo matemático los términos energéticos que intervienen son la energía de PRESIÓN, la energía cinética y la energía potencial la cual se incluirá en la ecuación de BERNOULLI. En particular las velocidades son las que refleja el comportamiento cinemático de los impulsores y estas a su vez ocasionan la fuerza de impulso debido a la segunda Ley de Newton la cual es utilizada en las turbo máquinas centrífugas, estas velocidades, son parte importante de las variables que intervienen en dicha ecuación para determinar la energía de presión expresada en alturas. De antemano este modelo matemático utilizado para obtener la energía es de manera analítica. Otra de las virtudes es el modelado y analizar el comportamiento energético de las bombas centrífugas, poniendo de manifiesto la aplicación de esta herramienta matemática como es en este caso que es el álgebra y cuyo concepto es la factorizaciones de un trinomio cuadrado perfecto que desde la secundaria se enseña la cual es una herramienta fundamental para ser aplicado en los conceptos de Mecánica de los Fluidos, materia de especialidad que se da en Ingeniería mecánica y carreras afines.

REFERENCIAS

Libros:

Cherkasski, V.M. "Bombas, ventiladores y compresores". Ed. Mir, Moscú, 1986.

Durnov, P.I. "Bombas, ventiladores y compresores". Ed. Vicha Chkola, Kiev, Odesa, 1985.

Pfleiderer, K. "Bombas centrífugas y turbocompresores". Ed. Labor S.A., España, 1960.

Néstor Ramos Páez, Jorge L. Jiménez H., Rafael Quesada P. "Erosión de los anillos de desgaste delanteros de las bombas de cachaza BSA 140-25". Ingeniería energética, Vol. VIII, Ciudad de la Habana, 1987.

Claudio Mataix. "Mecánica de fluidos y maquinas hidráulicas". Ed. Alfa omega, segunda edición, 13° impresión, octubre 2005.

Viejo Zubicaray, Álvarez Fernández. "Bombas teoría, diseño y aplicaciones". Ed. Limusa, 3° edición, 2003.

Igor J. Karassik, Roy Carter. "Bombas centrífugas Selección, operación y mantenimiento". Ed. Cecsa, 14° impresión, mayo de 1987.

Saldarriaga Juan G. "Hidráulica de tuberías". Ed. McGrawill,1998.

Chávez Reyes Carmen, León Quintanar. "La biblia de las matemáticas". Ed. Letrearte,S.A. ISBN968 7999 136

ÍNDICE REMISSIVO

A

A-CAES 5, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 47, 48

Aerodinâmica 68, 69

Ar comprimido 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 48, 50

Armazenamento 36, 38, 39, 40, 41, 44, 48, 49

B

Biomecânica 88

C

Cavernas 36, 39, 40, 41

Células de inovação 127

Ciência de dados 1

Confiabilidade 113, 115, 121

Consumo de combustível 1, 8, 10

D

Desenvolvimento sustentável 1, 2

E

Eletrólise 8, 9, 10, 11, 14, 18

Eletrólitos 5, 8, 9, 14, 17, 18

Energia 3, 8, 9, 11, 17, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 45, 47, 48, 49, 50, 68, 70, 90

Energia limpa 8, 9

F

Fluidodinâmica computacional 68

Fluido incompressível 68

Fratura coronal 88, 89, 99

G

Geração de hidrogênio 8, 9, 10, 11, 17

H

Huntorf 36, 37, 39, 40, 41, 49

M

Medição de sinais vitais 127

Método dos elementos finitos 6, 88, 90, 98

Metodologia seis sigma 6, 113

O

Ortotrópico 88, 89, 92, 96, 97, 98

P

Paradas não planejadas 113, 114, 118, 119, 120, 122, 124, 125

Perdas metálicas 113

Pulseira eletrônica 127

R

Renovável 36, 38, 42, 48

Router CNC 68, 69, 70

S

Setor automotivo 5, 1, 2, 3, 7

Sistema remoto 127

T

Tipos de água 5, 8, 10, 11, 12, 17

Túnel de vento 6, 68, 70, 71, 74, 78

COLEÇÃO DESAFIOS DAS ENGENHARIAS:

ENGENHARIA MECÂNICA 2



🌐 www.atenaeditora.com.br
✉ contato@atenaeditora.com.br
📷 @atenaeditora
📘 www.facebook.com/atenaeditora.com.br

COLEÇÃO DESAFIOS DAS ENGENHARIAS:

ENGENHARIA MECÂNICA 2

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