

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](http://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**

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

*Data de aceite:* 01/10/2021

*Fecha de envió:* 01/07/2021

### **Javier Guevara Rivera**

Instituto Tecnológico Superior de Tepexi de Rodríguez.  
Tepexi de Rodríguez, Puebla, México

### **Adolfo Manuel Morales Tassinari**

Instituto Tecnológico Superior de Tepexi de Rodríguez.  
Tepexi de Rodríguez, Puebla, México

### **María Esperanza Velasco Ordóñez**

Instituto Tecnológico Superior de Tepexi de Rodríguez.  
Tepexi de Rodríguez, Puebla, México

### **Carlos Efrén Jiménez Acosta**

Instituto Tecnológico de Puebla  
Puebla, México

**RESUMEN:** Se presenta el modelo y simulación de un Mecanismo de Yugo Escocés, este será diseñado de manera analítica y se llegará al Diseño del Modelo en Solidworks. Proporcionando el diseño del mismo se estudiarán y comprobarán con el software Matlab a través de una interfaz SolidWork-Simmechanic para obtener un diagrama de control del mismo con la finalidad de manipular las variables físicas, de movimiento y demostrar la transformación del movimiento.

**PALABRAS-CLAVE:** Diseño, Yugo escocés, Simulación, SOLIDWORKS, Ecuaciones de movimiento.

### ANALYSIS AND SIMULATION OF A SCOTCH YOKE MECHANISM THROUGH THE SOLIDWORKS-MATLAB INTERFACE

**ABSTRACT:** In this article is presented the model and simulation of a Scotch Yoke Mechanism, this will be analytically designed and the Model Design will be generated in the Software Solidworks. Providing the design of it, they will be studied and verified with the Matlab software through a SolidWorks-Simmechanic interface to obtain a control diagram of it in order to manipulate the physical and movement variables and demonstrate the transformation of the movement.

**KEYWORDS:** Design, Scotch yoke, Simulation, SOLIDWORKS, Equations of motion.

## 1 | INTRODUCCIÓN

Esta investigación presenta el diseño y simulación de un mecanismo de yugo escocés realizado en Simulink mediante la interfaz SolidWork-Simmechanics con el fin de analizar su funcionamiento en las condiciones más reales posibles, con el objetivo de que los resultados obtenidos sean los más cercanos al funcionamiento real del mecanismo y así implementar una plataforma de simulación confiable para el análisis posterior del funcionamiento del prototipo. [1]

En este trabajo se profundiza sobre la realización de dicha plataforma, dando especial atención a las ecuaciones de movimiento, modelo dinámico de mecanismo, y la interacción entre

ellos formando así un solo modelo completo del mecanismo de Yugo Escocés, visualizando como afecta los distintos parámetros de cada uno de los modelos al comportamiento global del sistema y a los parámetros de interés en cuanto al control.

## 2 | MECANISMOS

Un mecanismo es aquella parte de una máquina que contiene dos o más piezas dispuestas de tal manera que el movimiento de una de ellas obliga a moverse a las otras, según una ley definida que depende de la naturaleza de la combinación [12].

Los mecanismos pueden clasificarse de la siguiente manera:

- *Mecanismo de Transformación de Movimiento:* Es aquel en el que el elemento motriz y el elemento conducido tienen distinto tipo de movimiento, por ejemplo, Mecanismo de Manivela-Biela-Corredera y Mecanismo de Yugo Escocés.
- *Mecanismo de Transmisión de Movimiento:* Es aquel en el que el elemento motriz y el elemento conducido tienen el mismo movimiento, por ejemplo, Mecanismo de Engrane Recto, Mecanismo de Engrane Helicoidal, Mecanismo de Polea con Banda en V y Mecanismo de Catarina con Cadena de Rodillos.

### *MECANISMO DE YUGO ESCOCÉS*

El presente artículo se base en el mecanismo de Yugo Escocés que es un mecanismo de transformación de movimiento, ya que, convierte un movimiento rotatorio en un movimiento lineal. La manera en que este mecanismo realiza su movimiento es el siguiente, cuando el disco gira mediante un movimiento rotatorio hace que el yugo tenga un movimiento lineal. En la figura 1, se muestra una imagen de este mecanismo.



Figura 1 Mecanismo de Yugo Escocés de una Máquina de Vibraciones (ITSTR).

### *DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO*

Para determinar las características cinemáticas, de fuerzas y de esfuerzos, se

determinaron ciertas características geométricas del mecanismo de Yugo Escocés, las cuales se muestran en la Tabla 1:

Radio del Disco ( $r$ )	5 plg
Espesor del Disco ( $t$ )	0.500 plg
Material del Disco	Acero
Densidad del Disco ( $\rho$ )	0.283Lb/plg <sup>3</sup>
Longitud del Yugo ( $L$ )	20 Plg
Diámetro del Perno ( $d$ )	0.500 plg
Factor de Diseño	3
Posición Angular de la Manivela ( $\theta$ )	180°
Velocidad Rotacional de la Manivela ( $n$ )	50 rpm

Tabla 1. Características geométricas del mecanismo de Yugo Escocés.

Los diversos análisis que se realizaron en el mecanismo de Yugo Escocés, fueron los siguientes:

- Análisis Geométrico. En esta parte se dan las ecuaciones para determinar la masa del Disco.
- Análisis Cinemático. En esta parte se dan las ecuaciones para determinar la posición, velocidad y aceleración del Yugo, así como la velocidad del Disco.
- Análisis de Fuerzas. En esta parte se da la ecuación para determinar la fuerza que soporta el perno.
- Análisis de Esfuerzo. En esta parte se da la ecuación del esfuerzo que soporta el perno, además de la teoría de diseño para determinar el material del perno.
- Diseño y Modelado del Mecanismo en Solidwork. En esta apartado se conjuntan los resultados obtenidos de los análisis y la modelación del mecanismo en 3D.
- Simulación. En este apartado se obtiene el diagrama de control del mecanismo a través de la interfaz con Solidwork-Simmechanic para la manipulación de las variables físicas y verificar la transformación del movimiento.

### *Análisis Geométrico*

Para determinar el volumen del disco  $V$  se emplea la Ecuación (1), donde  $r$  es radio del disco y  $t$  es el espesor del disco, de esta forma:

$$\begin{aligned}
 V &= \pi r^2 t \\
 &= \pi (5)^2 (0.5) \\
 V &= 39.27 \text{ plg}^3
 \end{aligned}$$

Ecuación (1)

Para determinar la masa del disco  $m$  se emplea la Ecuación (2), donde  $\rho$  es la densidad del material y  $V$  es el volumen del disco, de esta forma:

$$\begin{aligned} m &= \rho V \\ &= 0.283(39.27) \\ m &= 32.17 \text{ slugs} \end{aligned} \quad \text{Ecuación (2)}$$

### Análisis Cinemático

Para el análisis cinemático, se utilizaron las Ecuaciones (3), (4) y (5) donde  $X$  es la posición,  $v$  es la velocidad lineal,  $A$  es la aceleración lineal,  $r$  es el radio,  $w$  es la velocidad angular. Por lo tanto:

$$X = r(1 - \cos \theta) + (r^2/2L)(\text{sen}^2 \theta) \quad \text{Ecuación (3)}$$

$$v = wr \quad \text{Ecuación (4)}$$

$$A = \frac{v^2}{R} = w^2 r \quad \text{Ecuación (5)}$$

En la Tabla 2, se muestran los resultados de la posición, velocidad y aceleración del yugo escocés para las dos formas que se deben enlazar en el disco y el yugo, a decir, a un radio de 3 plg y a uno de 4 plg:

Radio del Perno ( $r$ )	3 plg	4 plg
Posición del Yugo ( $xY$ )	6 plg	8 plg
Velocidad Lineal del Yugo ( $vY$ )	0	0
Aceleración Lineal del Yugo ( $AY$ )	- 82.25 plg/seg <sup>2</sup>	- 109.66 plg/seg <sup>2</sup>
Posición del Perno ( $xP$ )	- 3 plg	- 4 plg
Velocidad Lineal del Perno ( $vP$ )	15.71 plg/seg	20.94 plg/seg
Aceleración Lineal del Perno ( $AP$ )	82.25 plg/seg <sup>2</sup>	109.66 plg/seg <sup>2</sup>

Tabla 2 Resultados del análisis cinemático del mecanismo de Yugo Escocés.

### Análisis de Fuerzas

A partir del análisis cinemático el siguiente paso es el análisis de fuerzas que actuará en el perno y se aplica la segunda ley de Newton que dice que la magnitud de la aceleración es proporcional a la magnitud de la fuerza e inversamente proporcional a la masa de la partícula [24]. Si una fuerza  $F$  se aplica a una partícula de masa  $m$ , la segunda ley de Newton expresa mediante la Ecuación (6):

$$F = ma \quad \text{Ecuación (6)}$$

En la Tabla 3, se muestran los resultados del análisis de fuerzas en el Yugo Escocés para las dos formas que se deben enlazar en el disco y el yugo, a decir, a un radio de 3 plg y a uno de 4 plg:



Radio del Perno	3 plg	4 plg
Masa del Disco	32.17 slugs	32.17 slugs
Aceleración	82.25 plg/seg <sup>2</sup>	109.66 plg/seg <sup>2</sup>
Fuerza en el Perno	28.5 Lbs	38 Lbs

Tabla 3. Resultados del análisis de fuerzas del mecanismo de Yugo Escocés.

### *Análisis de Esfuerzos*

Al estar en funcionamiento el mecanismo de Yugo Escocés, es necesario un análisis de esfuerzos ya que el perno que sujeta el Disco y el Yugo está sometido a Esfuerzos de Corte Normal. Por lo tanto, es necesario determinarlo junto con el Factor de Diseño que es una parte fundamental para decir que la pieza es segura. De esta forma, el Esfuerzo de Corte Normal se obtiene a partir de la Ecuación (7) donde  $P$  es la fuerza que soporta el perno  $d$  es el diámetro del perno:

$$\sigma = \frac{4P}{\pi d^2} \quad \text{Ecuación (7)}$$

Para determinar que el perno sea seguro se aplica la teoría de la Energía de Distorsión mediante la Ecuación (8), donde  $S_{yp}$  es la resistencia de cedencia del material y  $n$  es el factor de diseño:

$$n = \frac{S_{yp}}{\sigma} \quad \text{Ecuación (8)}$$

En la Tabla 4, se muestran los resultados del análisis de esfuerzos en el Yugo Escocés para las dos formas que se deben enlazar en el disco y el yugo, a decir, a un radio de 3 plg y a uno de 4 plg:

Radio del Perno (r)	3 plg	4 plg
Fuerza en el Perno	28.5 Lbs	38 Lbs
Esfuerzo en el Perno	145.15 Psi	193.53 Psi
Esfuerzo Permisible del Perno	290.3 Psi	580.59 Psi

Tabla 4. Resultados del análisis de esfuerzos del mecanismo de Yugo Escocés.

De acuerdo con los resultados obtenidos de la Tabla 4, el material que se debe utilizar para el perno debe de ser un material que soporte un esfuerzo de cedencia de 580.59 Psi, este material es un ACERO AISI 1040 Rolado en Caliente ya que su esfuerzo de cedencia es de 42000 Psi.

### Simulación Mecanismo de Yugo Escocés

La primera fase de la simulación es el modelado del dispositivo al que va a ir acoplado el mecanismo, este se realiza mediante un software de diseño. En la Figura 1, se muestra el Modelo 3D Generado a través de Solidworks.

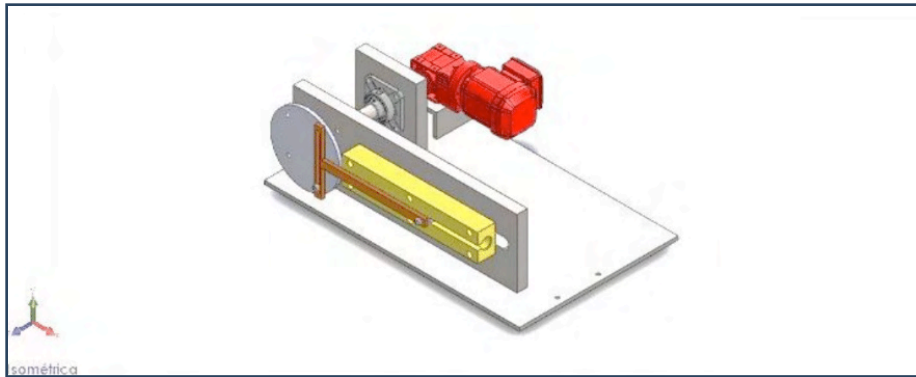


Figura 1. Mecanismo de Yugo Escocés modelado en Solidworks.

Una vez que se culminó el modelo 3D se realiza la interfaz a Matlab con la ayuda de la herramienta Simmechanic, para poder obtener un diagrama de control con el cual se pueden interactuar con las diferentes variables físicas del mecanismo. En la Figura 2, se muestra el diagrama de control del ensamble del mecanismo:

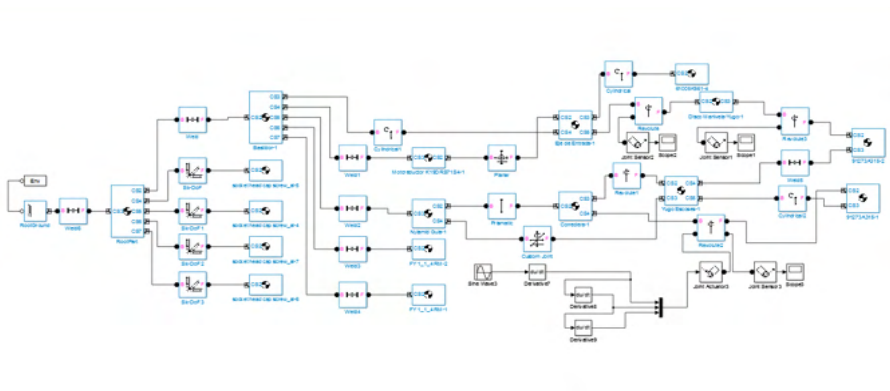


Figura 2. Diagrama de control mecanismo de Yugo Escocés simulado a través de Matlab.

En la Figura 3, se muestra la validación del Modelo Simulado con Matlab:

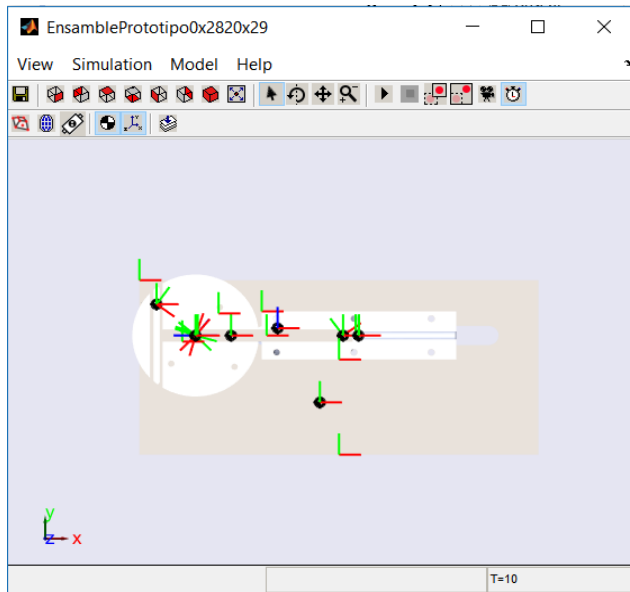


Figura 3. Mecanismo de Yugo Escocés simulado a través de Matlab.

-En las Figuras 4, 5 y 6 se pueden observar el comportamiento del mecanismo y la transformación del movimiento de rotatorio del disco a un movimiento lineal con la implementación de un Yugo Escocés:

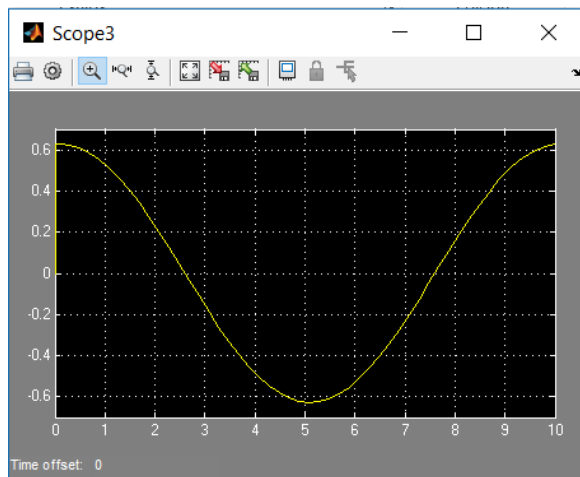


Figura 4. Gráfica que muestra el movimiento del eje al disco del Yugo Escocés.

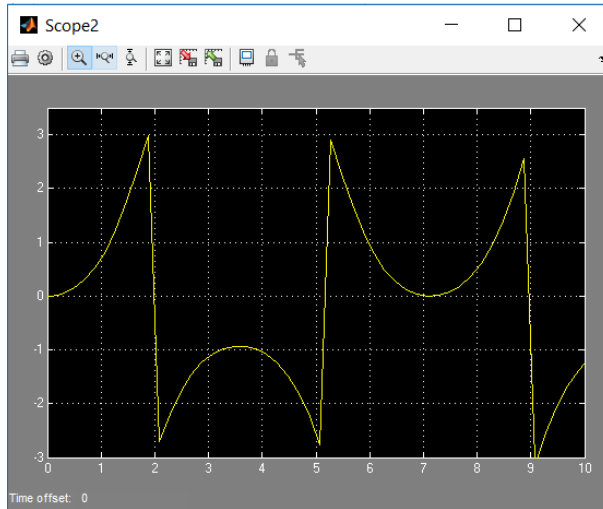


Figura 5. Gráfica que muestra la transición del movimiento del disco al perno el cual le trasmite el movimiento al Yugo a través del contacto en sus paredes.

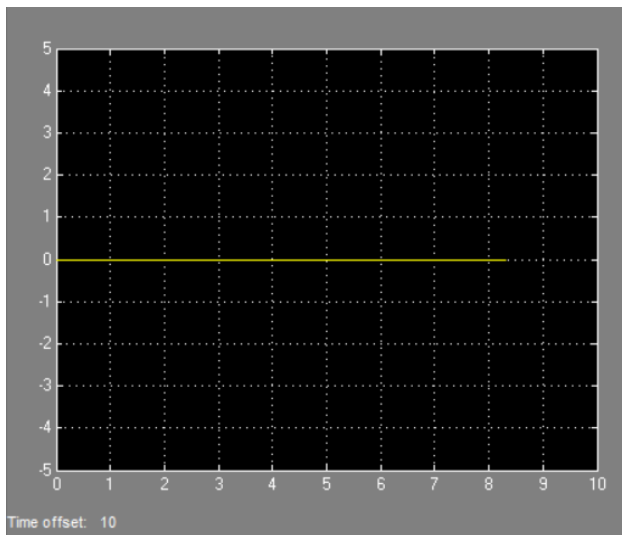


Figura 6. Gráfica que muestra la transición del movimiento de la corredera a la superficie de desplazamiento se observa un deslizamiento lineal en la gráfica.

### 3 | COMENTARIOS FINALES

En este artículo se presentó un modelo en Simulink de un mecanismo Yugo Escocés con el objetivo de observar el rendimiento de este a través de diferentes parámetros que se muestran con la ayuda de la simulación en el entorno Simulink. Se mostró un diagrama de bloques junto con la parte matemática en la cual se basó el diseño para la elección de

materiales y simulación para el comportamiento con el fin de abarcar de mejor manera el funcionamiento del sistema. Con respecto a los objetivos propuestos, estos se han alcanzado en su totalidad teniendo en cuenta que la simulación responde de manera satisfactoria a las condiciones de simulación pre-establecidas.

Considerando los resultados obtenidos se diseñó un mecanismo Yugo-Escocés y se validó con la interfaz SolidWork-Matlab para manipular las condiciones de cada elemento, y determinar si todos los aspectos necesarios para su función son correctos y se mostraron los resultado de la simulaciones y su diagramas de control obteniendo así para un óptimo funcionamiento como pauta para mejor en el ámbito del diseño y el control de mecanismos.

## 4 | RECOMENDACIONES

Se recomienda darle seguimiento a este proyecto con el diseño de otros mecanismos que se puedan montar en el prototipo, que pueda ayudar a alumnos a tener un mejor entendimiento de los Mecanismo de Transmisión de Potencia ya que su finalidad desde siempre ha sido ayudar a alumnos de Ingeniería Mecánica y áreas a fines en la Materia de Análisis y Síntesis de Mecanismo, ya que con la interfaz que se muestra ahora no solo se puede operar si no también llegar a un control y que este sea aprovechado en todos los aspectos de la Ingeniería.

## REFERENCIAS

[1] Tesis para obtener el Grado de Maestro en Ciencias en Ingeniería Mecánica, Diseño y Simulación de un Prototipo para Pruebas en Mecanismo de Trasmisión, Instituto Tecnológico de Puebla. Ing. Javier Guevara Rivera, 2015, Puebla, México.

[2] Andrew Pytel, Jaan Kiusalaas, Engineering Mechanics Dynamics, Third Edition, Cengage Learning, Stamford USA.

[3] Nisbett, R. G. Diseño en Ingeniería Mecánica de Shigley. México D.F.: McGraw-Hill.

[4] Eugene A. Avallone, T. B. MARKS Manual del Ingeniero Mecánico tomo 1 McGraw-Hill.

[5] SimMechanics 2 User's Guide.

[6] <http://www.es.mathworks.com/products/simmechanics/>

[7] <http://www.solidworks.es/sw/products/3d-cad/solidworks-premium.htm>.

[8] Eugene A. Avallone, T. B. MARKS Manual del Ingeniero Mecánico tomo 1 McGraw-Hill.

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

# COLEÇÃO DESAFIOS DAS ENGENHARIAS:

## ENGENHARIA MECÂNICA 2

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