



International Multidisciplinary Congress of Engineering CONIMI

Booklets



RENIECYT - LATINDEX - Research Gate - DULCINEA - CLASE - Sudoc - HISPANA - SHERPA UNIVERSIA - Google Scholar DOI - REDIB - Mendeley - DIALNET - ROAD - ORCID - V|LEX

Title: Design and simulation of a suspension system for a four-wheeled HPV

Authors: Contreras-Chávez, Axel A., Pérez-Cruz, Melissa Y., Villagómez-Moreno, José and Manríquez-Padilla, Carlos G.

Universidad Autónoma de Querétaro LTF-7342-2024 0009-0000-7834-8873 1345044
 Universidad Autónoma de Querétaro LTF-7178-2024 0009-0002-0515-9806 1345042
 Universidad Autónoma de Querétaro LTY-7778-2024 0000-0001-7044-9282 1035567
 Universidad Autónoma de Querétaro JKH-7361-2023 0000-0003-1332-5173 347939

Editorial label ECORFAN: 607-8948

BCONIMI Control Number: 2024-01

BCONIMI Classification (2024): 250924-0001

RNA: 03-2010-032610115700-14

Pages: 16

CONAHCYT classification:

Area: Engineering

Field: Engineering

Discipline: Mechanical Engineering

Subdiscipline: Mechanical Design

ECORFAN-México, S.C.

Park Pedregal Business. 3580,
Anillo Perif., San Jerónimo
Aculco, Álvaro Obregón,
01900 Ciudad de México, CDMX,
Phone: +52 1 55 6159 2296
Skype: MARVID-México S.C.
E-mail: contact@marvid.org
Facebook: MARVID-México S. C.
Twitter: MARVID-México S. C.

www.marvid.org

Holdings

Mexico	Colombia	Guatemala
Bolivia	Cameroon	Democratic
Spain	El Salvador	Republic
Ecuador	Taiwan	of Congo
Peru	Paraguay	Nicaragua

Contenido



Introducción.....3

.....3 Criterios de

diseño.....6

Análisis estático estructural del

chasis.....7

Descripción del sistema de

suspensión.....10

Análisis dinámico en MSC

ADAMS.....12

Resultados.....

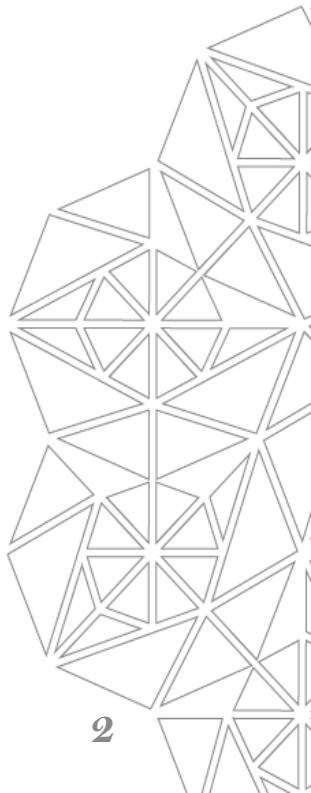
....14

Conclusiones y

Prospectivas.....16

Referencias.....

.....17



Introducción



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE QUERÉTARO
FACULTAD DE INGENIERÍA

El sistema de suspensión es uno de los más importantes cuando se habla de vehículos, pues repercute directamente en el confort del pasajero.

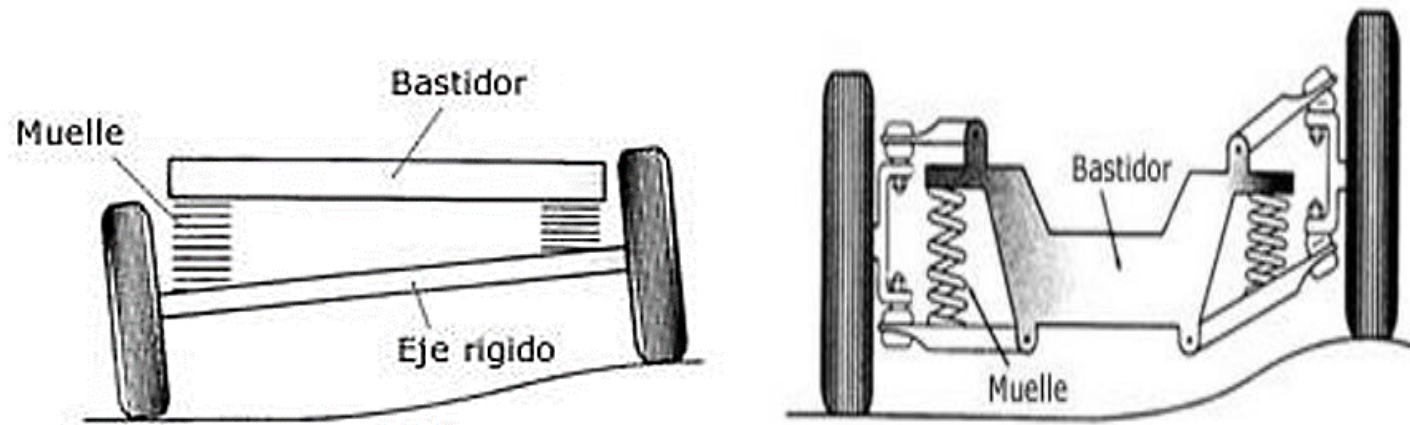
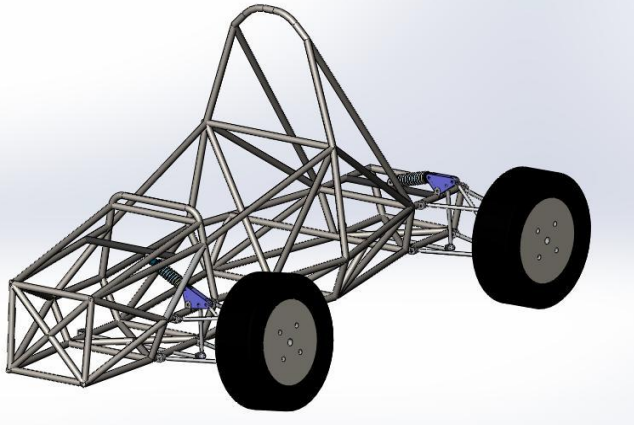


Figura 1. Sistema de suspensión dependiente e independiente (Cebolla, 2021)

Introducción



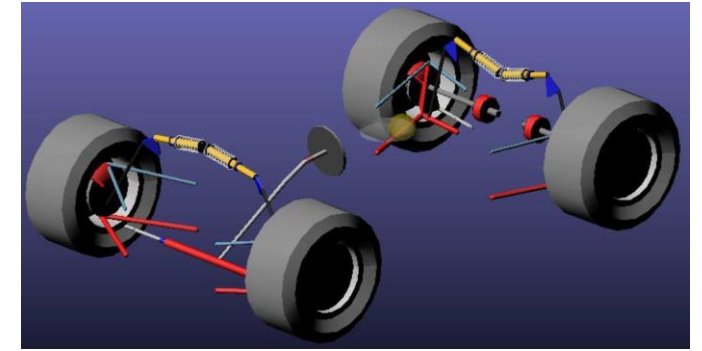
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE QUERÉTARO
FACULTAD DE INGENIERÍA



Pulido (2014)



Gonza (2023)



Auquilla &
Torres (2016)

Introducción



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE QUERÉTARO
FACULTAD DE INGENIERÍA



Figura 2. Herramientas, recursos y resultados obtenidos

- ☐ Sistema de suspensión incorporado en las cuatro ruedas
- ☐ Ser lo más ligero posible
- ☐ Seleccionar amortiguadores y resortes disponibles en el mercado
- ☐ Evitar el uso de suspensiones comerciales
- ☐ Justificar el uso de materiales mediante simulaciones de elementos finitos
- ☐ Validar funcionamiento del sistema mediante simulaciones dinámicas
- ☐ Validar una reducción significativa del desplazamiento vertical del centro de masa con respecto a un modelo comercial (Figura 3)



Figura 3. Vehículo comercial tipo Go-Kart de Productos Kart-León® con características similares al diseño propuesto

Análisis estático estructural del chasis



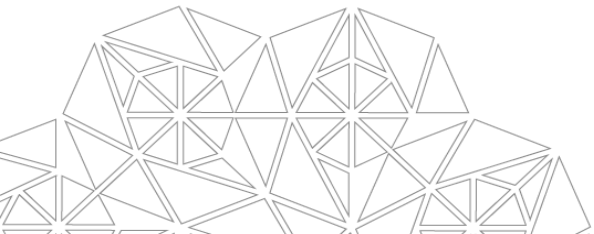
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE QUERÉTARO
FACULTAD DE INGENIERÍA

Propuesta del material del chasis del vehículo

Srivastava et al. (2021) proponen someter el chasis a un impacto frontal para evaluar la resistencia y asegurar que tanto el material y la estructura del chasis podrán soportar condiciones extremas, como choques o fuerzas externas severas.

$$F = m \cdot a = 4 \cdot 40 \cdot 9.81 = 1570 \text{ N} \quad (1)$$

La fuerza que se aplica es cuatro veces el peso del vehículo cargado, esto se debe a que, en situaciones como colisiones o aceleraciones bruscas, las fuerzas que actúan en el chasis pueden ser mayores que su peso estático.



Análisis estático estructural del chasis



Propuesta del material del chasis del vehículo

Los tres materiales a considerar son AISI 1018, AISI 1020 y AISI 4130, los cuales son más comúnmente empleados en las competencias SAE; las propiedades mecánicas de cada uno son las que se muestran en la Tabla 1.

Material	Densidad (g/cc)	Esfuerzo de cedencia (MPa)	Esfuerzo último (N/mm ²)	Módulo de Young (GPa)
AISI 1018	7.87	370	440	205
AISI 1020	7.87	294.74	394.72	200
AISI 4130	7.87	460	560	210

Tabla 1 Propiedades mecánicas de AISI 1018, 1020 y 4130.

Material	Deformación Total (mm)	Esfuerzo de Von-Mises (MPa)	Factor de seguridad
AISI 1018	1.7751	313.98	1.1784
AISI 1020	1.8195	313.98	0.93972
AISI 4130	1.7328	313.98	1.4651

Tabla 2 Resultados de simulación para el diseño del chasis

Análisis estático estructural del chasis



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE QUERÉTARO
FACULTAD DE INGENIERÍA

B: Static Structural
Total Deformation
Type: Total Deformation
Unit: mm
Time: 1
25/06/2024 12:05 AM

1.7751 Max
1.5779
1.3806
1.1834
0.98616
0.78893
0.59169
0.39446
0.19723
0 Min

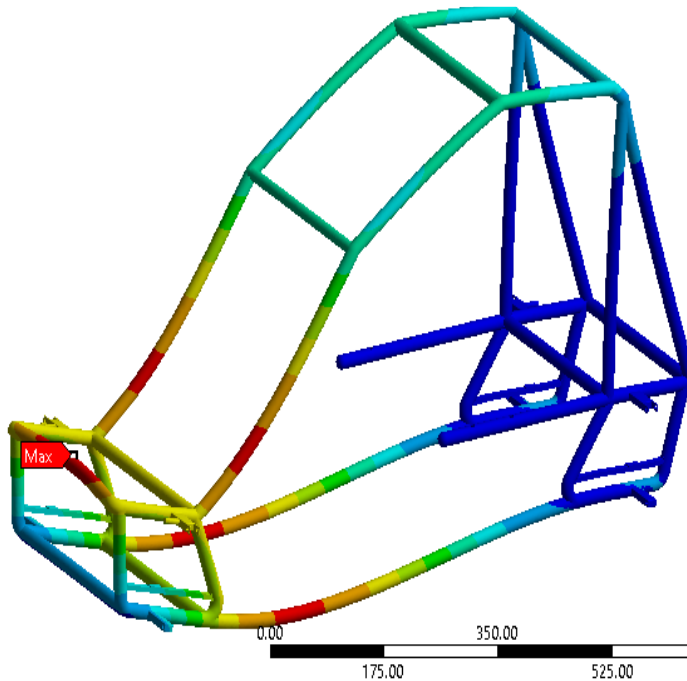


Figura 4 Deformación total del chasis propuesto con material AISI 1018

B: Static Structural
Total Deformation
Type: Total Deformation
Unit: mm
Time: 1
25/06/2024 12:13 AM

1.7328 Max
1.5403
1.3477
1.1552
0.96268
0.77014
0.57761
0.38507
0.19254
0 Min

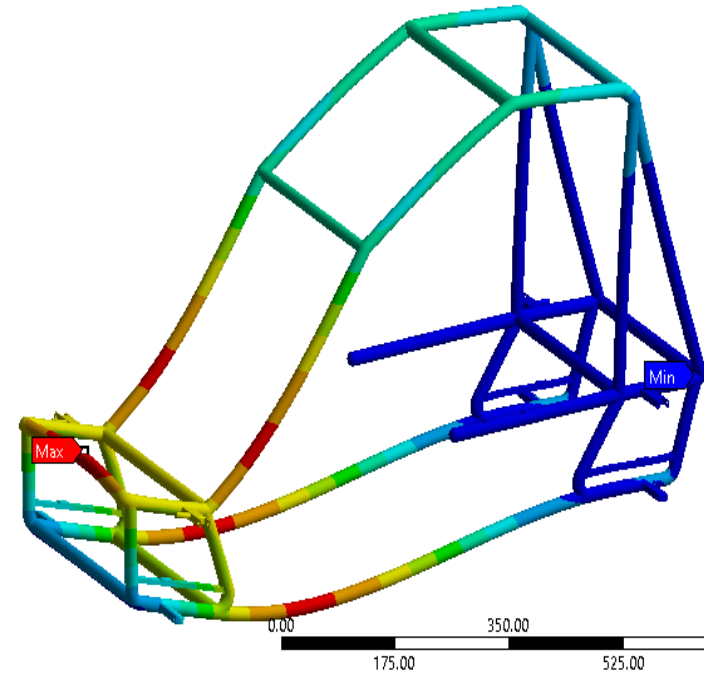


Figura 5 Deformación total del chasis propuesto con material AISI 4130

Descripción del sistema de suspensión



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE QUERÉTARO
FACULTAD DE INGENIERÍA

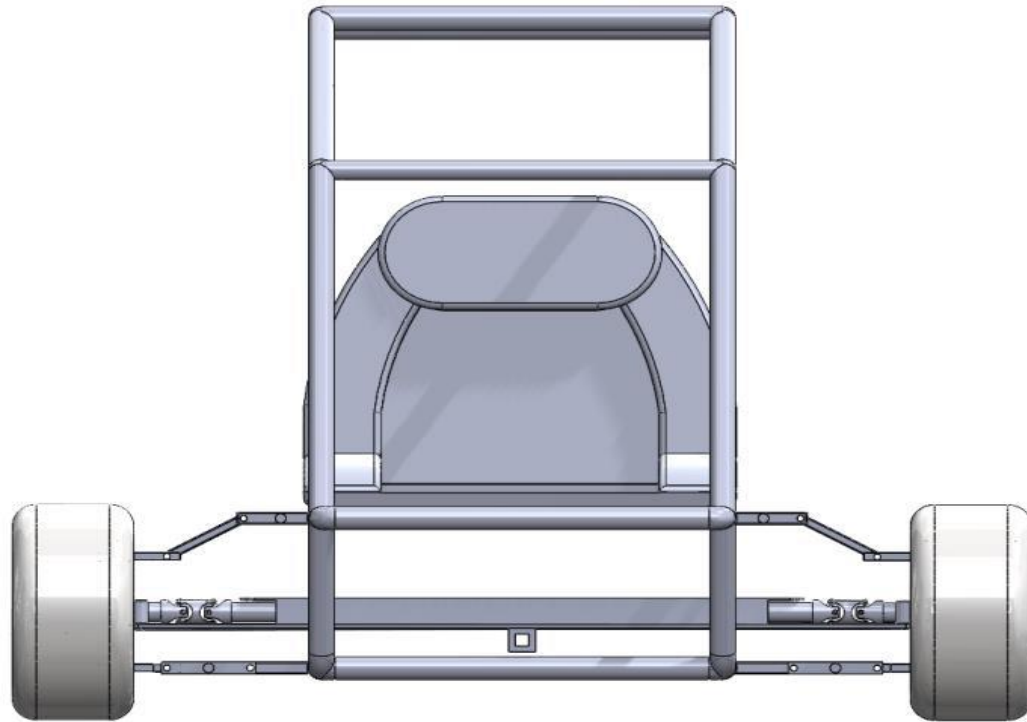


Figura 6 Modelo 3D del vehículo HPV modificado

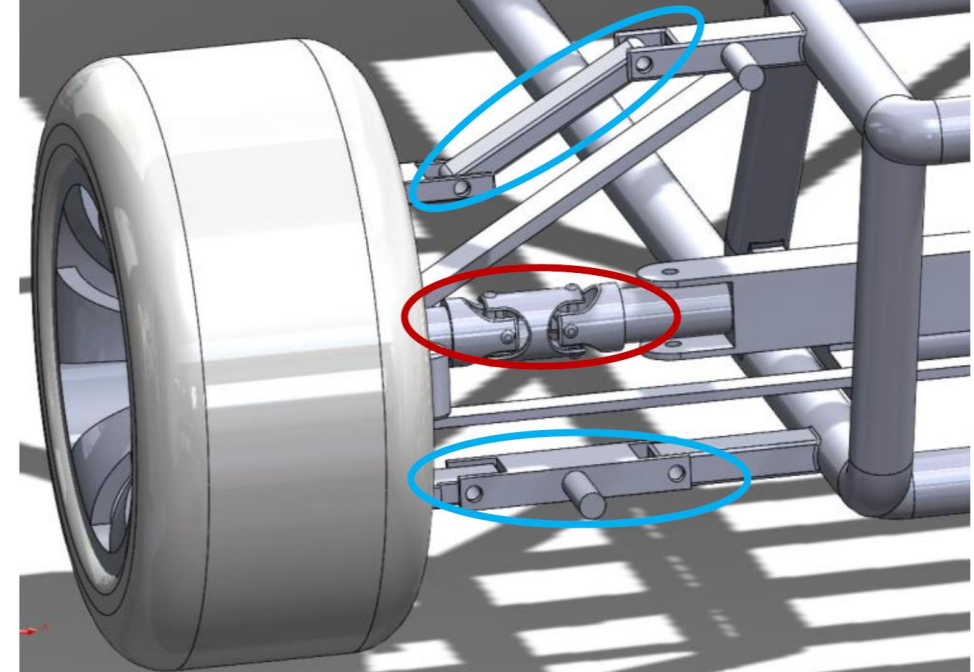
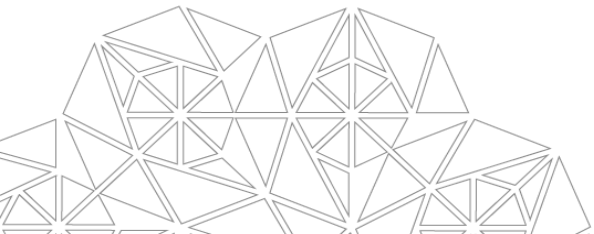


Figura 7 Vista detallada del sistema de suspensión



Selección del amortiguador

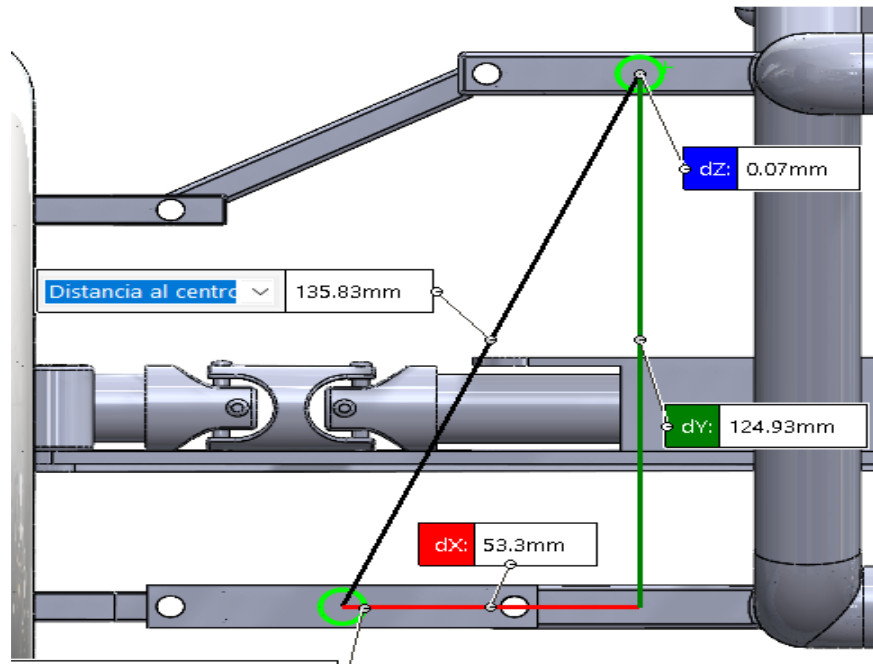


Figura 8 Distancia medida para selección del amortiguador



Figura 9 Amortiguador seleccionado modelo DV-22AR

Análisis dinámico en MSC ADAMS



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE QUERÉTARO
FACULTAD DE INGENIERÍA

Propiedad	
Densidad	110 kg/m^3
Módulo de Young	0.05 GPa
Coefficiente de Poisson	0.2

Tabla 3 Propiedades mecánicas del caucho natural

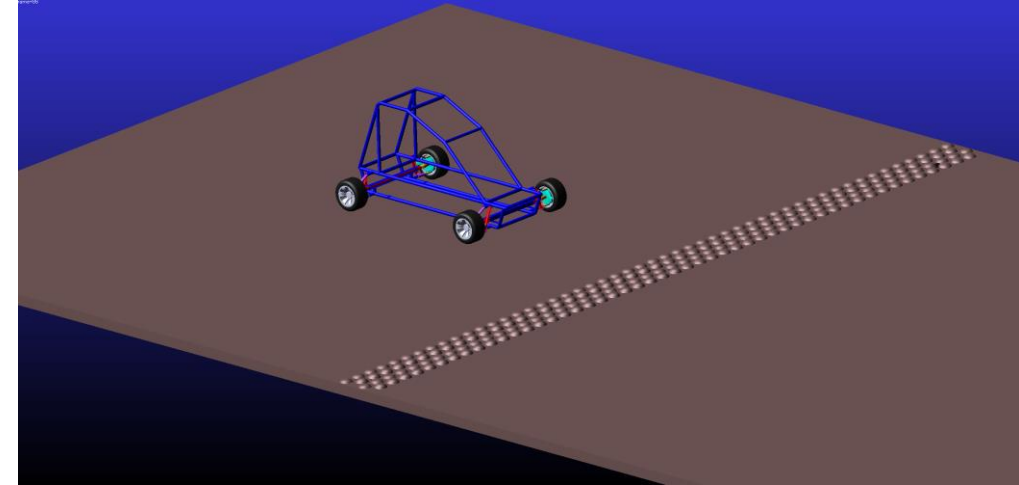
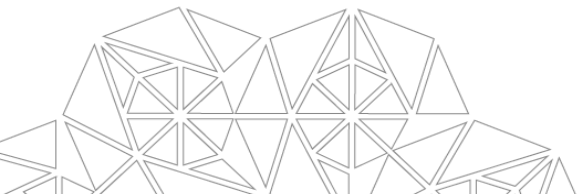


Figura 10 Camino a transitar

Además, se considera el coeficiente de fricción estático y dinámico de los resortes es $\mu = 0.5$ (Arosemena, 2024).



Análisis dinámico en MSC ADAMS



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE QUERÉTARO
FACULTAD DE INGENIERÍA

Descripción del torque y la velocidad

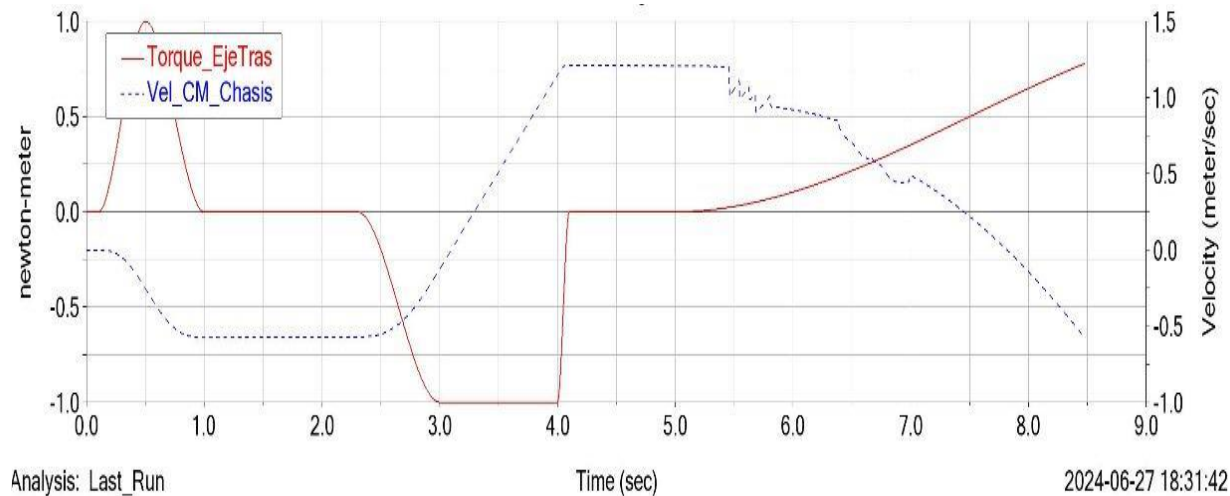


Figura 11 Gráfica de Torque y Velocidad del modelo propuesto

Se introdujo al eje trasero un torque con una magnitud de 1 N/m , en un tiempo de $t = 0.5\text{ s}$, posteriormente, se le deja de aplicar el torque, y aproximadamente en $t = 3\text{ s}$ se le aplica ahora un torque negativo con un valor de -1 N/m , el cual se mantiene por un corto lapso de tiempo, hasta que se le retira de forma permanente.

Resultados



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE QUERÉTARO
FACULTAD DE INGENIERÍA

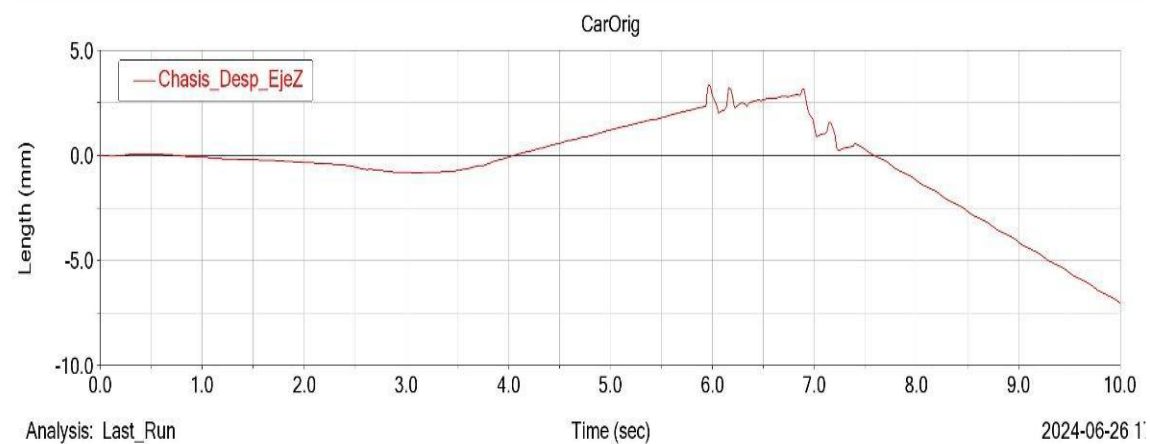
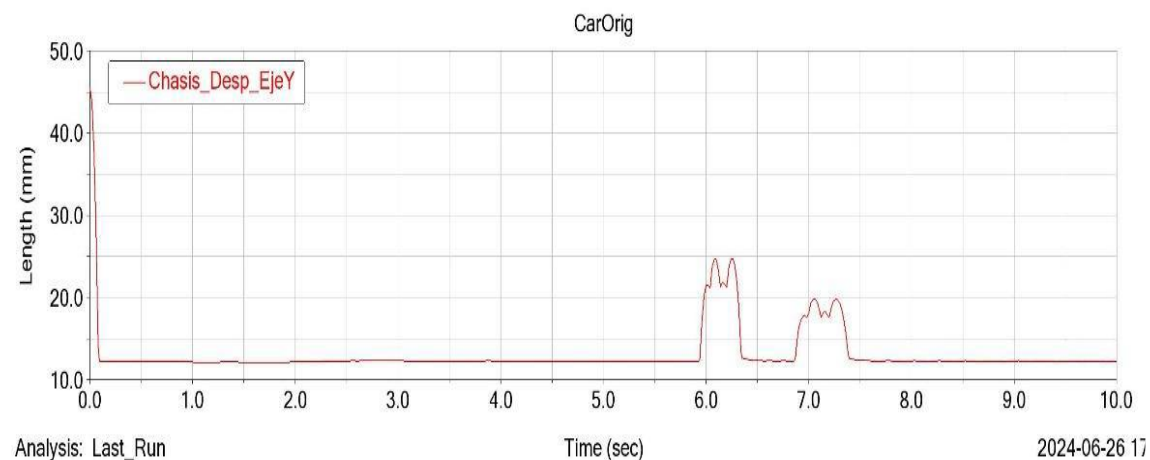


Figura 12 Gráfica de desplazamiento del vehículo go kart-león: *eje y*: deslazamiento vertical, *eje z*: desplazamiento horizontal

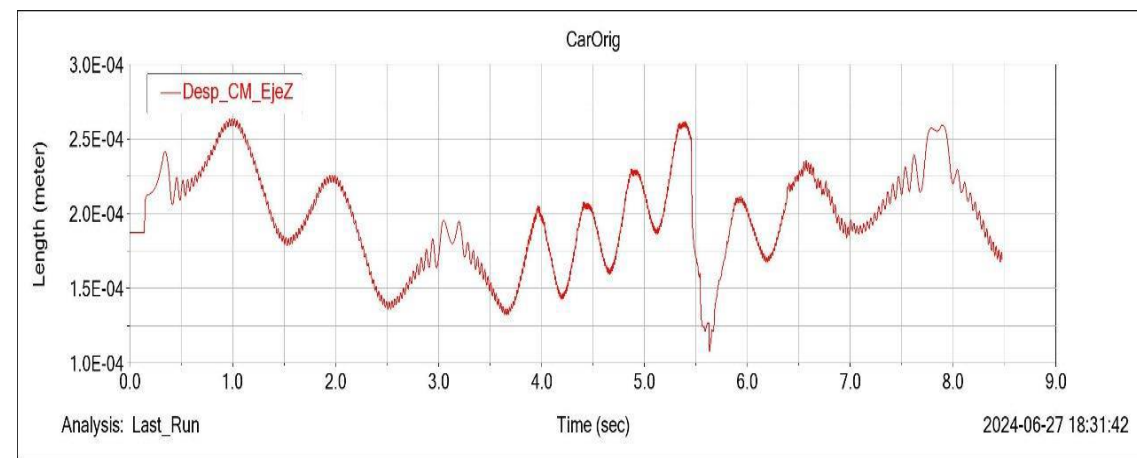
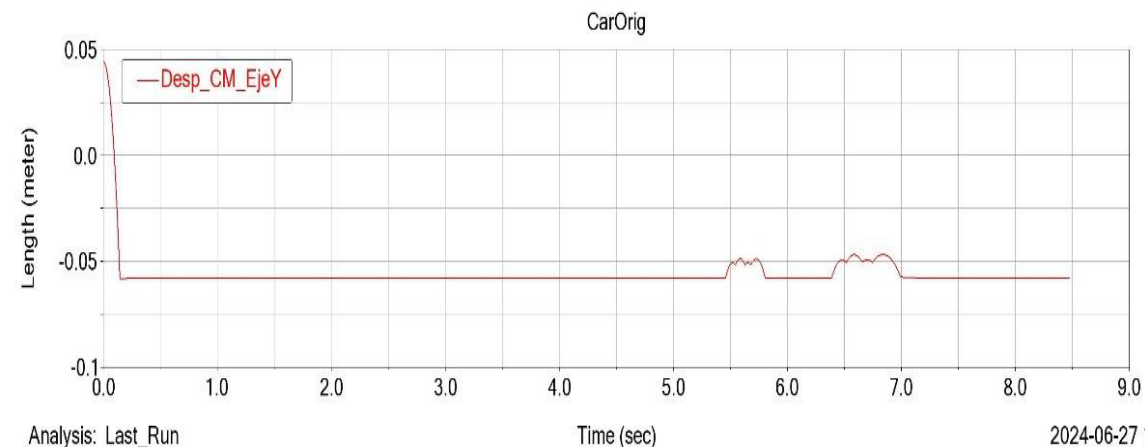


Figura 13 Gráfica de desplazamiento del vehículo propuesto: *eje y*: deslazamiento vertical, *eje z*: desplazamiento horizontal

Resultados



	Desplazamiento máximo	
	Vertical (mm)	Lateral (mm)
Vehículo Go Kart - León	25	3.25
Vehículo propuesto	12	2.50E-04

Tabla 4 Desplazamientos máximos en ambos vehículos

La diferencia más notoria en los dos modelos, es la falta de amortiguador en el vehículo comercial; es por ello, que cuando el vehículo atravesaba la misma pista que el vehículo modificado, el centro de masa se desplazaba notoriamente de forma vertical. Numéricamente hablando, el desplazamiento se redujo casi a la mitad con la adición de la suspensión.

Conclusiones y prospectivas



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE QUERÉTARO
FACULTAD DE INGENIERÍA

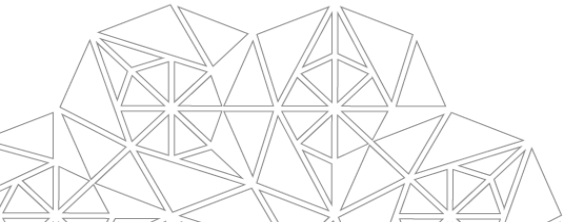
- La implementación del chasis es capaz de soportar la carga que se le aplica y el factor de seguridad más alto tiene un valor de 1.17, ante las condiciones mencionadas y con material AISI 4130; lo que se traduce a que ante un impacto frontal de 4 veces la magnitud del peso del vehículo, este sigue presentando bajas magnitudes de esfuerzo y deformaciones alrededor de su estructura; es por ello que se eligió este material para la simulación del vehículo en MSC ADAMS.
- A través del análisis de movimiento en MSC ADAMS se pudo comprobar de forma numérica la ventaja del modelo creado ante un modelo comercial, obteniendo que gracias al sistema de suspensión con el que cuenta el modelo, el desplazamiento del centro de masa en el *eje y*, se puede reducir de 25 mm a 12 mm, lo que equivale a un 52%, y en el caso del desplazamiento lateral (*eje z*), el desplazamiento se reduce casi en su totalidad, porque el amortiguador lleva a cabo la función de absorber la energía debida al movimiento.
- Una de las principales áreas de oportunidad es la **implementación de un análisis más detallado de topología para reducir aún más el peso sin comprometer la rigidez estructural**. Además, la **incorporación de materiales avanzados, como compuestos de fibra, podría mejorar la relación entre resistencia y peso**, ofreciendo mayor eficiencia. También sería beneficioso realizar pruebas experimentales que complementen las simulaciones, para validar el desempeño del sistema en condiciones reales y ajustar el diseño en función de los datos obtenidos. Finalmente, la optimización del diseño del amortiguador y su interacción con los elementos de suspensión podría conducir a una mayor absorción de vibraciones, mejorando aún más el confort y la estabilidad del vehículo.

Referencias



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE QUERÉTARO
FACULTAD DE INGENIERÍA

- Cebolla Bono, B. (2017). *Modelado y caracterización de sistemas de suspensión en vehículos automóviles* (Doctoral dissertation, Universitat Politècnica de València).
- Vázquez Trevilla, N. I.(2011). *Diseño del sistema de suspensión del vehículo fórmula SAE* (Doctoral dissertation, Universidad Autónoma de México).
- Pulido Laparra, C. (2014). *Diseño del sistema de suspensión para un vehículo de Fórmula Student*. Universidad Carlos III de Madrid.
- Gonza Valle, R. E. (2023). *Diseño y construcción de un vehículo tipo go-kart con estructura tubular*. Instituto Superior Tecnológico Vida Nueva.
- Srivastava, J. P., Chaithanya, B. K., Teja, K. S., Venugopal, B., Vineeth, S., Rajkumar, M., & Khan, H. (2021). *Numerical study on strength optimization of Go-Kart roll-cage using different materials and pipe thickness*. Materials Today: Proceedings, 39, 488-492.
- *Propiedades mecánicas del caucho*. [Online]. Disponible en: <https://acortar.link/nKpO2a>. Revisado en mayo de 2024
- Aroseman, A. (s.f). *Resortes mecánicos*. [Online]. Disponible en: <https://acortar.link/Tdcool>. Revisado en mayo de 2024





MARVID®

© MARVID-Mexico

No part of this document covered by the Federal Copyright Law may be reproduced, transmitted or used in any form or medium, whether graphic, electronic or mechanical, including but not limited to the following: Citations in articles and comments Bibliographical, compilation of radio or electronic journalistic data. For the effects of articles 13, 162, 163 fraction I, 164 fraction I, 168, 169, 209 fraction III and other relative of the Federal Law of Copyright. Violations: Be forced to prosecute under Mexican copyright law. The use of general descriptive names, registered names, trademarks, in this publication do not imply, uniformly in the absence of a specific statement, that such names are exempt from the relevant protector in laws and regulations of Mexico and therefore free for General use of the international scientific community. BCONIMI is part of the media of MARVID-Mexico., E: 94-443.F: 008- (www.marvid.org/booklets)