



2019 10 al 13 de septiembre - Cartagena de Indias, Colombia

RETOS EN LA FORMACIÓN
DE INGENIEROS EN LA
ERA DIGITAL



ANÁLISIS DE ESFUERZOS DEL BRAZO INFERIOR DE LA SUSPENSIÓN DE PUNTAL MACPHERSON EN VEHÍCULOS COMPACTOS

Carlos Andrés Serrano Rincón, Eder Norberto Florez Solano, Leonardo Navarro Torrado

**Universidad Francisco de Paula Santander
Ocaña, Colombia**

Resumen

La suspensión de los vehículos es un elemento clave para el buen comportamiento de nuestro coche. Existen muchos tipos con sus ventajas e inconvenientes, pero de entre todas ellas, la más utilizada y conocida en la actualidad es la suspensión McPherson. Un sistema ideado por Earle S. McPherson en los años 40 y patentado por Ford en 1953, que al día de hoy es usado para el eje delantero de la mayoría de los coches. Este tipo de suspensión es muy versátil gracias a que puede ser utilizada en ejes traseros como delanteros y por su bajo costo. En el área local de Ocaña Norte de Santander estos tipos de vehículos presentan muchas averías en dicha pieza ya que el tipo de terreno es muy complejo (pendientes pronunciadas, mal estado de las vías entre otras), provocando averías en esta por los esfuerzos cortantes lo cual podría ocasionar un accidente de tránsito y costos en reparaciones. El presente trabajo pretende mostrar la identificación de los vehículos que utilizan la suspensión McPherson y sus posibles fallas posteriormente se realizó el análisis de los esfuerzos del brazo inferior de la suspensión de puntal McPherson en vehículos compactos por medios de software de simulación y por último se darán soluciones de mejora para ser aplicadas a la suspensión de los vehículos seleccionados.

Palabras clave: suspensión; McPherson; averías

Abstract

The suspension of vehicles is a key element for the good behavior of our car. There are many types with their advantages and disadvantages, but among all of them, the most used and known today is the McPherson suspension. A system designed by Earle S. McPherson in the 1940s and patented

by Ford in 1953, which today is used for the front axle of most cars. This type of suspension is very versatile because it can be used on rear axles as front and its low cost. In the local area of Ocaña Norte de Santander these types of vehicles have many breakdowns in this piece since the type of terrain is very complex (steep slopes, poor state of the roads among others), causing breakdowns in this by the shear forces which could cause a traffic accident and repair costs. The present work pretends to show the identification of the vehicles that use the suspension McPherson and its possible failures later the analysis of the efforts of the lower arm of the McPherson strut suspension in compact vehicles was carried out by means of software of simulation and finally they will be given improvement solutions to be applied to the suspension of the selected vehicles.

Keywords: suspension; McPherson; faults

1. Introducción

La adquisición de vehículos de cuatro ruedas desde hace más de 50 años ha aumentado de una forma exponencial, lo cual ha ayudado al desarrollo de la sociedad, pero, esto también ha generado una cantidad muy considerable de accidentalidad ya sea por imprudencia del conductor o por problemas mecánicos, por lo cual, el desarrollo e innovación de componentes para mejorar el rendimiento y confort del vehículo (Carlos Arturo Giraldo Gutiérrez; 2014)

Las condiciones ambientales, terreno y mantenimiento del vehículo, son unos de los parámetros que se debe tener en cuenta si se posee un vehículo automotor, ya que la responsabilidad del conductor puede evitar un accidente automovilístico, anualmente en el mundo la mayor causa de muertes de personas es ocasionada por accidentes de tránsito, esta cifra ronda aproximadamente en 1,3 millones de vidas humanas perdidas a causa de dichos accidentes.

Todo vehículo comercial posee un sistema de suspensión, los cuales varía según el modelo, la gama y para que propósito es construido; en el caso de los vehículos de gama baja los cuales son muy comunes encontrarlos rodando en las calles, estos poseen en su mayoría un tipo de suspensión llamada McPherson, dada a su simplicidad y bajo costo la lleva a ser la más utilizada para este tipo de vehículos, pero, esto no quiera decir que sea la mejor.

Suspensión McPherson es un tipo de suspensión ampliamente utilizado en los automóviles modernos, toma su nombre de Earl S. McPherson, un ingeniero que la desarrolló para su uso en 1951, en el modelo Ford Consul y después en el Zephyr. Puede ser utilizada tanto en el eje delantero como en el trasero, si bien habitualmente se utiliza en el delantero, donde proporciona un punto de apoyo a la dirección y actúa como eje de giro de la rueda (JD Laukkonen,2017)

Este proyecto pretende diseñar y simular los esfuerzos en un brazo inferior de una suspensión de puntal McPherson para evitar posibles fallas y sobrecostos ocasionados por los esfuerzos a los cuales estará sometida la pieza en una suspensión.

Este tipo de suspensión es muy versátil gracias a que puede ser utilizada en ejes traseros como delanteros y es ampliamente utilizada en los vehículos compactos modernos por su bajo costo; en

el área local de Ocaña Norte de Santander estos tipos de vehículos presentan muchas averías en dicha pieza ya que el tipo de terreno es muy complejo (pendientes pronunciadas).

Durante la marcha de un vehículo automotor, experimentara efectos de vibración ocasionados por diferentes fuentes de excitación como sobresaltos, agujeros en el terreno u otras condiciones que alteren la estabilidad del vehículo, gracias a la suspensión del vehículo, dichas vibraciones se reducirán considerablemente al chasis del auto, así, los pasajeros tendrán un mayor confort mientras conducen el vehículo (Iván Vázquez Álvarez, Francisco Beltrán Carbajal, 2013)

De igual manera este trabajo está enfocado en la simulación de las condiciones a las que pueden ser sometidas el brazo inferior de una suspensión McPherson, así, diseñar algún tipo de refuerzo o rediseño de la misma para la mitigación de los problemas que actualmente ocurren en el área automotriz y en la región de norte de Santander.

2. Metodología

El presente proyecto está enmarcado en una investigación con tecnologías de diseño asistido por computadora (CAD), el cual busca alternativas y mejoramiento del brazo inferior de una suspensión de puntal McPherson; considerando las condiciones de trabajo de la misma y recreándolas por medio de simulaciones computarizadas a un prototipo creado a partir de una pieza original de una suspensión de automóvil, esto con el fin de realizar un rediseño o refuerzo de la misma para aumentar la vida útil de la pieza sin disminuir su eficiencia de trabajo establecidas por la normatividad técnica.

Fase 1. El primer objetivo del proyecto fue identificación de la situación actual sobre las fallas que pueda presentar la suspensión McPherson de los vehículos compactos en el área local de Ocaña Norte de Santander, estos resultados se obtuvieron movilizándonos por los distintos centros de revisión técnico mecánica y talleres mecánicos avalados por la cámara de comercio. De lo cual se realizó una encuesta en los diferentes talleres reconocidos de la ciudad; como resultado se obtuvo una muestra en donde específico como una de las marcas más utilizadas en la región como el Chevrolet y su modelo Aveo y Optra en donde especificaron las fallas de la suspensión, por tal motivo la investigación preliminar se centró en estos dos tipos de vehículos.

También se tuvieron en cuenta las condiciones y funciones de trabajo de una suspensión vehicular la cual tiene como función principal el control de los movimientos originados por las vibraciones; estas son originadas por oscilaciones periódicas de diferentes amplitudes y frecuencias, las condiciones de las piezas de la suspensión también son afectadas por las temperaturas, ventilación, condiciones meteorológicas como la lluvia, las cuales pueden provocar corrosión, entre otras. En guías de normatividad técnicas como la ISO, en la norma 2631 define y da a conocer la tolerancia de una persona a las vibraciones que puedan presentarse en un vehículo (Iván Vázquez Álvarez, Francisco Beltrán Carbajal, 2013)

Las suspensiones vehiculares independientes pasivas como la McPherson son modelados utilizando un sistema con dos grados de libertad ya que es un modelo convencional; en este se puede apreciar

una representación física el cual utiliza dos masas unidas por un muelle o resorte, amortiguador y un actuador; la masa suspendida o m_1 es la representación de la masa del chasis y la masa no suspendida o m_2 representa la masa de la rueda (Arbeláez Toro, Juan J.; Rodríguez Ledezma, Carlos M.; Hincapié Zuluaga, Diego A.; Torrez López, Edwar A.)

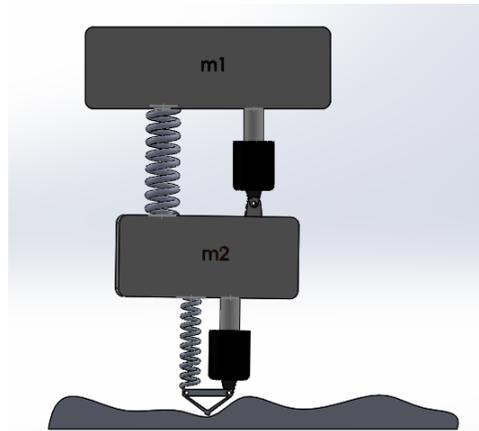


Figura 1. Esquema de suspensión semiactiva para una rueda

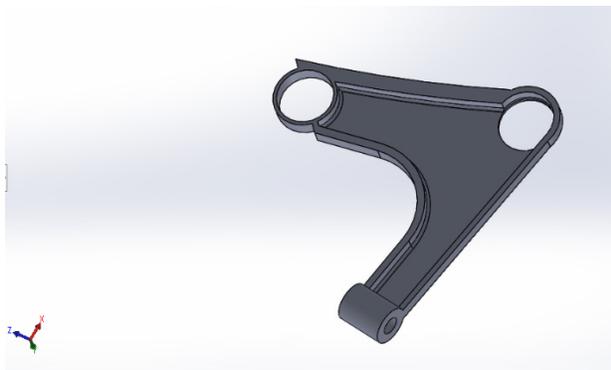
Fase 2. El segundo objetivo fue diseñar y simular los esfuerzos por fatiga a los cuales fue sometida la pieza prototipo del brazo inferior de este tipo de suspensión, esto se llevó a cabo mediante la revisión bibliográfica para la obtención de datos teóricos y parametrizar las condiciones de esfuerzos en la pieza, la cual fue modelada con respecto a una pieza real de un vehículo Chevrolet Optra modelo 2007; Estas relaciones permitieron modelar una pieza utilizando el software CAD SolidWorks.



Figura 2. Fotografía de la suspensión vehicular de un Chevrolet Optra



Figura 3. Fotografía del brazo inferior de la suspensión del vehículo



Masa	4,88854 kg
Volumen	0.000618802 m ³
Densidad	7900 kg/m ³

Figura 4. Esquema prototipo brazo inferior Tabla 1. Propiedades volumétricas de la pieza

Fase 3. El tercer objetivo que se realizó fue reforzar el modelo realizado con anterioridad para minimizar las fallas debido a los esfuerzos a los que estará sometido la pieza.

3. Impactos esperados a partir de los resultados

Mejoramiento de las capacidades físicas que pueda soportar un brazo inferior convencional de una suspensión McPherson aumentando su eficiencia mecánica, ahorros económicos en mantenimiento compra de las piezas y generar mayor comodidad al conductor y sus pasajeros cuando el vehículo este en circulación.

4. Resultados

La respectiva pieza de referencia de la suspensión McPherson de un Chevrolet Optra modelo 2007 arroja que en un punto de fatiga excesiva con una carga correspondiente a la carga delantera ejercida en por el vehículo, el cual presentara una pequeña deformidad e incluso fisura en la unión entre en brazo inferior y el chasis, también a de notarse que podría ocasionar una deformidad en el centro de la pieza, la cual la dejara fuera de servicio.

ANÁLISIS DE ESFUERZOS DEL BRAZO INFERIOR DE LA SUSPENSIÓN DE PUNTAL MACPHERSON EN VEHÍCULOS COMPACTOS

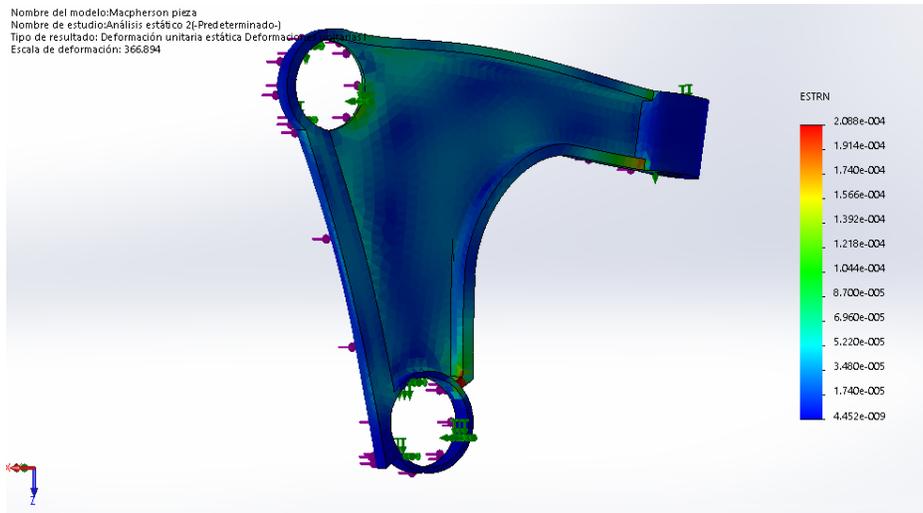


Figura 5. Simulación de deformación unitaria estática

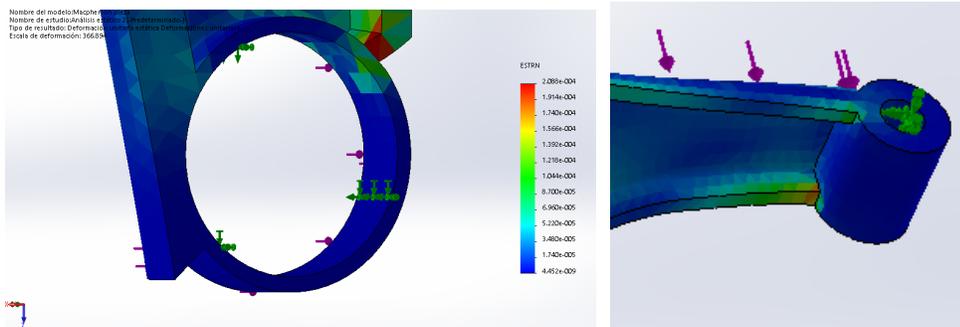


Figura 6 y 7. Acercamiento de las zonas más propensas a deformarse o fracturarse (Acoples entre brazo inferior-rueda y el chasis-brazo inferior)



Figura 6. Fotografía de una de las fallas del brazo inferior (Acople entre el chasis y el brazo inferior)

Dichos resultados de fallas por fatiga obtenidos de la simulación por medio del software de diseño asistido por computadora son muy parecidos a los que presenta la pieza real después de ser sometida a ciertas condiciones desconocidas.

Estos resultados son aproximados, ya que existen muchos parámetros que pueden afectar la pieza.

5. Referencias

Artículos revistas

- Keum- Shilk Hong, Karl J. Hedrick, Hyun-Chul Sohn. (2002). Modified Skyhook Control of Semi-Active Suspensions: A New Model, Gain Scheduling, and Hardware in the Loop Tuning
- Arbeláez Toro, Juan J.; Rodríguez Ledezma, Carlos M.; Hincapié Zuluaga, Diego A.; Torrez López, Edwar A. (2013). Evaluación de la adhesión de una suspensión MacPherson bajo la norma EuSAMA en un modelo matemático y uno Multicuerpo, 759-762.
- Carlos Arturo Giraldo Gutiérrez. (2014). Diseño y simulación de control predictivo para suspensión MacPherson activa, 14-15.
- Iván Vázquez Álvarez, Francisco Beltrán Carbajal. (2013). Diseño y simulación de un sistema de control para una suspensión activa de un automóvil. 12-25.

Libros

- Gabriel Colombia S.A. Manual técnico de suspensión. 26-37.

Fuentes electrónicas

- ¿Qué es un puntal MacPherson? <http://www.crankshift.com/macpherson-strut/>
- Manual de suspensión McPherson, Universidad Maya. <https://es.scribd.com/document/331366023/Manual-de-Suspension-Mcpherson>

Sobre los Autores

- **Carlos Andrés Serrano Rincón:** Estudiante de pregrado de la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña. caserranor@ufpso.edu.co
- **Eder Norberto Florez Solano:** Ingeniero Mecánico, Profesor tempo completo de la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña. enflorezs@ufpso.edu.co
- **Leonardo Navarro Torrado:** Ingeniero mecánico, Especialista en docencia universitaria, Magister en control y automatización de procesos. leo_navarro_11@hotmail.com

Los puntos de vista expresados en este artículo no reflejan necesariamente la opinión de la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería.

Copyright © 2019 Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (ACOFI)