

The change of the environment and its impact on the result of the organizational financial management of the savings and credit cooperatives of Ecuador in the years 2018-2021

Sistema de suspensión neumática: un estudio de adaptación en un vehículo Ford 350 del año 1975

Autores:

Tlgo. Asqui-Santillán, Gustavo Rodrigo
Instituto Tecnológico Superior Carlos Cisneros
Docente
Riobamba – Ecuador



gustavo.asqui@istcarloscisneros.edu.ec



<https://orcid.org/0000-0001-8715-4704>

Mgs. Lara-Naranjo, Gualberto Iván
Instituto Tecnológico Superior Carlos
Cisneros
Docente
Riobamba – Ecuador



ivan.lara@istcarloscisneros.edu.ec



<https://orcid.org/0009-0007-5539-4552>

Mgs. Barrionuevo-Manyá, Edwin Vinicio
Instituto Tecnológico Superior Carlos Cisneros
Docente
Riobamba – Ecuador



edwin.barrionuevo@istcarloscisneros.edu.ec



<https://orcid.org/0009-0000-9544-4760>

Mgs. Pilamunga-Agualongo, Edwin Aníbal
Instituto Tecnológico Superior Carlos
Cisneros
Docente
Riobamba – Ecuador



epilamunga@istcarloscisneros.edu.ec



<https://orcid.org/0000-0001-9870-8821>

Citación/como citar este artículo: Asqui-Santillán, Gustavo Rodrigo, Barrionuevo-Manyá, Edwin Vinicio, Lara-Naranjo, Gualberto Iván, y Pilamunga-Agualongo, Edwin Aníbal (2023). Sistema de suspensión neumática: un estudio de adaptación en un vehículo Ford 350 del año 1975. MQRInvestigar, 7(3), 509-527.

<https://doi.org/10.56048/MQR20225.7.3.2023.509-527>

Fechas de recepción: 01-JUN-2023 aceptación: 10-JUL-2023 publicación: 15-SEP-2023



<https://orcid.org/0000-0002-8695-5005>
<http://mqrinvestigiar.com/>



Resumen

El limitado confort que entregó el vehículo Ford 350 del año 1975 ocasionaba fugas y una disminución gradual de la deficiente calidad de conducción. Además, la suspensión neumática requería un mantenimiento regular y adecuado para funcionar de manera óptima. Es por ello que, dicho sistema incluía compresores de aire y válvulas de control que necesitaban inspecciones periódicas y lubricación para evitar problemas que disminuían su rendimiento e incurría en costosas reparaciones. Por tal razón, el objetivo del estudio es adaptar un sistema de suspensión neumática en el vehículo Ford 350 del año 1975. Para ello, se expusieron las características técnicas de los sistemas de control y suspensión neumática para explicar la calidad obtenida del sistema de suspensión neumática implementado. Los resultados de las pruebas de altura al recorrer 5 km con la suspensión en su altura mínima (30 cm) evidenciaron que el nivel de amortiguación no tuvo problemas. La segunda prueba bajo la misma distancia con una suspensión máxima de 45 cm de altura, no mostró problema alguno en velocidades bajas y altas. Se concluye que, la adaptación al sistema de suspensión neumática ofrece mejoras significativas en la comodidad de conducción, la estabilidad y la capacidad de carga.

Palabras claves: suspensión neumática, carrocería, conducción, fricción.



Abstract

The limited comfort delivered by the 1975 Ford 350 vehicle caused leaks and a gradual decrease in poor ride quality. In addition, the air suspension required regular and proper maintenance to function optimally. For this reason, said system included air compressors and control valves that needed periodic inspections and lubrication to avoid problems that diminished their performance and incurred costly repairs. For this reason, the objective of the study is to adapt a pneumatic suspension system in the Ford 350 vehicle of the year 1975. For this, the technical characteristics of the control systems and pneumatic suspension were exposed to explain the quality obtained from the pneumatic suspension system. implemented. The results of the height tests when traveling 5 km with the suspension at its minimum height (30 cm) showed that the damping level had no problems. The second test over the same distance with a maximum suspension height of 45 cm, showed no problem at low and high speeds. It is concluded that the adaptation to the air suspension system offers significant improvements in driving comfort, stability and load capacity.

Keywords: air suspension, bodywork, driving, friction.

Introducción

El sistema de suspensión neumática ha sido una innovación destacada en la industria automotriz, brindando comodidad y control excepcionales en el manejo de vehículos. En el caso del vehículo Ford 350 del año 1975, este sistema ofreció una alternativa revolucionaria en comparación con las tradicionales suspensiones de resortes helicoidales. Al emplear aire comprimido en lugar de elementos metálicos para absorber y controlar las fuerzas de la carretera, la suspensión neumática proporcionó una experiencia de conducción más suave y una capacidad de carga mejorada.

El sistema de suspensión neumática del vehículo Ford 350 del año 1975 utilizaba un tipo de suspensión basado en un compresor o moto-bomba para mantener el vehículo a la altura correcta en lugar de muelles de compresión (Brassow & Clapper, 2005). El compresor impulsa el aire a presión a un muelle flexible (normalmente hecho de goma reforzada con tejidos textiles) que levanta así el chasis del eje hasta la altura deseada. Sin embargo, a pesar de sus ventajas, el sistema de suspensión neumática del Ford 350 del año 1975 también presentó algunos problemas técnicos (Ladino et al., 2020).

Uno de los desafíos más comunes fue la pérdida de presión de aire en los componentes del sistema. Los sellos y las conexiones podían deteriorarse con el tiempo, lo que resultaba en fugas y una disminución gradual de la capacidad de carga seguido de la deficiente calidad de conducción. Además, la suspensión neumática requería un mantenimiento regular y adecuado para funcionar de manera óptima. El sistema incluía compresores de aire y válvulas de control que necesitaban inspecciones periódicas y lubricación para evitar problemas. La falta de atención o la falta de conocimiento sobre el mantenimiento adecuado del sistema podía llevar a un rendimiento deficiente y a la necesidad de costosas reparaciones (Brassow & Clapper, 2005; Ladino et al., 2020).

Otro desafío técnico era la complejidad del sistema en sí mismo. A diferencia de las suspensiones convencionales, la suspensión neumática implicaba una mayor cantidad de componentes y sistemas interconectados, lo que aumentaba la posibilidad de fallos y complicaba las tareas de diagnóstico y reparación (Agarwal et al., 2020).



A pesar de los beneficios que ofrecía, el sistema de suspensión neumática del Ford 350 del año 1975 también presentaba desafíos técnicos. La pérdida de presión de aire, el mantenimiento exigente y la complejidad del sistema eran aspectos que debían abordarse para garantizar un rendimiento óptimo (Cai et al., 2011). Sin embargo, a pesar de estos problemas, la suspensión neumática fue un paso adelante en la evolución de la tecnología de suspensión y sentó las bases para los sistemas modernos que se encuentran en los vehículos actuales.

El objetivo del estudio fue adaptar un sistema de suspensión neumática en el vehículo Ford 350 del año 1975. Para ello, se expusieron las características técnicas de los sistemas de control y suspensión neumática para finalizar con la evaluación de ensayos comparativos del sistema de suspensión neumática implementado con el fin de mejorar el confort del vehículo.

Funciones del sistema de suspensión

Las funciones principales de la suspensión de un vehículo son soportar el peso de dicho vehículo, permitir su movimiento elástico controlado sobre los ejes y proteger al propio automóvil de las vibraciones extremas, absorbiendo las desigualdades del terreno mientras mantiene las ruedas en contacto con el pavimento en todo momento, así como a la vía sobre la que circula, cualquiera que sea el estado de la vía y su utilización (De et al., 2012). La suspensión trata de que no sean transmitidas las irregularidades a los ocupantes del vehículo, proporcionándoles un buen nivel de confort y seguridad, así como protegiendo al propio automóvil de las vibraciones extremas (Lapetz et al., 2018).

La estabilidad del vehículo debe cumplirse cualesquiera que sean los obstáculos, los desniveles de la ruta, el radio de viraje y la pendiente (Kishor Toke et al., 2008). Asimismo, debe garantizar la comodidad de los pasajeros y la protección de las mercancías transportadas, reduciendo en cuanto sean posibles los movimientos verticales, longitudinales, transversales y angulares de la parte suspendida. El sistema de suspensión suele estar ubicado en el vehículo entre el suelo y el bastidor y está constituido genéricamente por los mismos componentes para todo tipo de vehículos diferenciándose en sus tipos y dimensiones de acuerdo a las prestaciones del vehículo y su función (Metz & Daniel Metz, 2000).



Las suspensiones de los vehículos constituyen un aspecto fundamental del diseño mecánico de cualquier vehículo. Sin embargo, en la mayor parte de los mismos, el diseño de la suspensión afecta también a otras prestaciones del mismo (Heffel et al., 2001; Metz & Daniel Metz, 2000). Todo ello confiere al diseño de la suspensión una gran complejidad y requiere la participación de expertos. En la suspensión de un vehículo existen diferentes tipos de elementos que permiten asegurar las funciones de confort, estabilidad, seguridad y calidad de marcha (Vinayagam et al., 2017).

Suspensión neumática

La suspensión neumática es un sistema regulable en el vehículo. Con la suspensión neumática es fácilmente realizable la regulación del nivel, en virtud de lo cual se la integra de forma generalizada en la composición del sistema. Las ventajas fundamentales de una regulación del nivel son las siguientes: a) la contracción estática de los muelles es siempre la misma, independientemente del estado de la carga. Requiere poco espacio en los pasos de rueda, lo cual viene a favorecer en general la utilización del espacio disponible en el interior del vehículo, b) la carrocería puede ser suspendida de un modo más blando, aumentando el confort de la conducción, c) conserva los plenos recorridos de contracción y extensión en todas las condiciones de peso cargado, d) conserva la plena altura libre sobre el suelo en todas las condiciones de peso cargado, e) no existen declinaciones en el valor Cx ni en el aspecto visual del vehículo, f) menos desgaste en las articulaciones del eje. gracias a un menor ángulo de fricción, y g) en caso dado puede posibilitarse una mayor carga útil (Guron et al., 2013; Sarkar et al., 2019).

Con ayuda de la regulación del nivel se mantiene la carrocería (masas muelleadas) siempre al mismo nivel (posición de diseño), a base de adaptar la presión en los muelles neumáticos. La contracción estática de los muelles es mantenida siempre constante por parte de la regulación de nivel y no se tiene que tener en cuenta al diseñar las libertades de paso de las ruedas. Asimismo, otra particularidad de la suspensión neumática con regulación de nivel reside en que la frecuencia propia de la carrocería se mantiene casi constante entre los estados de carga vacío y cargado (Van Nieker, 2016).

Aparte de las ventajas fundamentales que caracterizan a una regulación del nivel, su realización a través de una suspensión neumática presenta una virtud esencial (Geetharamani et al., 2015). Debido a que se procede a adaptar la presión del aire en las balonas según el estado de la carga, cualquier modificación en el coeficiente de rigidez de los muelles resulta proporcional a la masa muelleada. El efecto positivo consiste en que la frecuencia propia de la carrocería se mantiene prácticamente constante, y con ello el confort de la conducción, independientemente del estado de carga del vehículo (Tang-Hsien, 2001).

Materiales y Métodos

La adaptación del sistema de suspensión neumática delantera y posterior de la camioneta Ford 350 requiere de una investigación previa de las características del vehículo para seleccionar el kit de suspensión neumática adecuado para ser colocado (Li et al., 2019). Dicha información requerida para poder establecer la altura máxima y mínima a la que va a trabajar, el espacio físico con el que se cuenta para colocar los accesorios neumáticos y la carga que va a soportar.

Tabla 1

Características técnicas

Equipos	Características técnicas
Motor:	Ford V8 292 MD, válvulas a la cabeza.
Ciclo:	Olio 4 tiempos, árbol de levas central
No. de cilindros:	8 en V a 90°
Diámetro por carrera (mm):	95,2 x 83,8
Cilindrada (cm ³):	4785.
Relación de compresión:	7:1.
Potencia (HP SAE):	180 a 4000 r.p.m.
Par motor (kgm):	37,3 a 2000 r.p.m.
Refrigeración:	Agua, ventilador y radiador
Alimentación:	Carburador Hollev RX 7214-A de 2 bocas.
Combustible:	Gasolina
Transmisión:	4x2 a las ruedas traseras mediante cardán tubular de 2 tramos con soporte intermedio
Embrague:	Monodisco en seco 13" de diámetro
Caja de velocidades:	Vauxhall CV-432
Velocidades:	4 adelante (sincronizadas de 2o a 4o), y 1 de retroceso.

Relaciones:	Io 7,06/2o 3,33/3° 1,71/4° 1,00. M.A.: 7,06.
Diferencial:	Dana 70 tipo flotante. Relación: 4.10 a 1.
Eje delantero:	Twin-I-Beain de bañas paralelas.
Suspensión delantera:	Resortes helicoidales con amortiguadores hidráulicos telescópicos.
Suspensión trasera:	Ballestas longitudinales con auxiliar de carga.
Frenos:	Hidráulicos de circuito independiente, tambor delante y atrás.
Freno de estacionamiento:	Campana y cinta retraible a la salida de la caja de velocidades, de comando manual mediante palanca.
Tanque de combustible (litros):	68
Dirección:	tornillo y sin fin.
Llantas:	A disco, 6 agujeros, medida 5,5J x 16".
Neumáticos:	7.50xi6".
Sistema eléctrico:	12V. Alternador: 14V 30A Batería: 1x12V/55Ah.
Capacidades	Características técnicas
Eje delantero (kg):	1748
Eje trasero (kg):	3360
Elásticos delanteros (kg):	755
Pesos	Características técnicas
Peso Bruto Máximo (kg):	4540
Dimensiones	Características técnicas
Entre ejes (mm):	3424
Largo total (mm):	5180
Voladizo delantero (mm):	780
Voladizo trasero (mm):	98
Ancho total (mm):	2137
Ancho cabina (mm):	2017
Trocha delantera (mm):	1625
Trocha trasera (mm):	1651
Altura bastidor (mm):	651 (vacío), 5% (cargado).
Altura (mm):	1880(vacío), 1825 (cargado).

Características de la suspensión neumática requerida

En el Ecuador la utilización de suspensión neumática no es muy común, razón por la cual no se tienen muchas opciones de proveedores que suministren estos tipos de suspensión. En base a las características técnicas del fabricante de la camioneta Ford 350 de peso neto y capacidades del eje delantero y posterior se detalla las características de la suspensión neumática.

Tabla 2

Características técnicas

Equipos	Características técnicas
Compresor:	12 volts, 200psi. 1.76 CFM
Operación:	A control remoto + bluetooth, 3 diferentes alturas.
Manómetro de presión:	220ps
Boyas:	4 und.
Capacidad de carga por boya:	1.5 ton.
Válvulas de control:	4 und
Tanque de aire:	20 lb.
Accesorios:	Mangueras y acoples

La oferta de la suspensión marca Castor de fabricación brasileña es la que cumplió los requisitos para la modificación de la suspensión. A continuación, se detalla sus características.

Figura 1. Suspensión kit castor



Air Control Castor con este kit usted tiene la opción de accionar independiente con el control de 8 canales, frente/Trasero con control de 4 canales o mediante su teléfono celular utilizando el aplicativo Air Control.

Tabla 3

Funciones técnicas

Funciones
Función cero (baja todo el auto)
Accionamiento individual rueda por rueda
Accionamiento Frente/Trasera
Accionamiento de válvula en modo padrón o pulsar presión (mayor precisión del nive)

El aplicativo Castor Air Control es un control remoto para suspensión a aire, que le permite ser descargado gratuitamente en celulares o tablets que posean sistema operativo Android. La comunicación de la aplicación es mediante Bluetooth con la ecu receptora Castor Air Control, transmitiendo así directamente las funciones para la central de control remoto.

Tabla 4

Características del aplicativo

Air Ride Black	Block de Válvulas	Presostato
1 block de Válvulas (plug and play, elimina errores y facilita la instalación)	1 cilindro de acero (opcional cilindro de aluminio)	1 filtro
4 bolsa de aire Confort Premium (mod 6.0)	1 control remoto (con 3 memorias de altura por 3 meses gratis)	20 metros de Tubo Pu 8mm
1 compresor de Aire		Tebao Air Control (ecu Bluetooth)

Resultados

Adaptación de la suspensión delantera

La camioneta Ford 350 de 1975 cuenta con una suspensión delantera Twin i Beam con resortes helicoidales con amortiguadores hidráulicos telescópicos que consisten en dos semiejes paralelos, izquierdo adelante del derecho, que basculan independientemente sobre sus extremos opuestos (ver figura 1).

Para colocar las boyas neumáticas en la suspensión delantera primero se desmontó los resortes helicoidales y los amortiguadores (ver figura 2). Posteriormente, se desconectó el borne negativo de la batería. Con la llave de rueda se aflojaron las tuercas de las ruedas delanteras; con la ayuda de un cilindro hidráulico se levantaron y colocaron los embanques para desmontar las ruedas delanteras. Con una llave 9/16 se desmontó la tuerca superior de sujeción del amortiguador, mientras que, con la llave 9/16 se removió el perno de sujeción inferior del amortiguador. El mismo proceso se lo ejecutó para los amortiguadores restantes.

Figura 1
Suspensión del Ford 350



Figura 2
Amortiguadores



Colocación de neumáticos y altura mínima

De igual manera se requiere la construcción de dos bases circulares de 12cm de diámetro y 1 cm de espesor. Dichos objetos van a servir para acoplar las boyas al chasis (ver figura 3). No obstante, se volvieron a colocar los neumáticos delanteros para probar la altura mínima y así verificar que no lleguen a rozar en los guardafangos. Igualmente, el aire permitió probar la altura máxima de las boyas y el comportamiento de las bases (ver figura 4).

Figura 3
Boyas de chasis

Figura 4
Amortiguadores



Adaptación de suspensión superior

La camioneta Ford 350 de 1975 cuenta con una suspensión posterior rígida apoyada al bastidor por ballestas longitudinales con auxiliar de carga. Para colocar las boyas neumáticas en la suspensión posterior primero se requirió desmontar las ballestas. Para ello se desconectó el cable negativo de la batería para inmovilizar las ruedas delanteras; con una llave 13/16 se extrajeron las tuercas de las abrazaderas de sujeción de las ballestas al diferencial; con un cilindro hidráulico se levantó el chasis en la parte posterior hasta lograr liberar las ballestas; luego, con la llave 13/16 se separaron las tuercas de los pernos delantero y posterior de sujeción de las ballestas en el chasis para desmontar los pernos de sujeción de las ballestas.

Una vez liberadas las ballestas las desmontamos para asentar el chasis y verificar la altura mínima donde fueron ubicadas las bases.

Figura 3
Boyas de chasis



Figura 4
Altura de suspensión



Colocación de neumáticos

Las boyas neumáticas fueron colocadas de acuerdo a la construcción de bases en la parte superior (chasis) y en la parte inferior (diferencial). Para las bases en la parte superior se utilizaron placas de acero A36 de 1 cm de espesor (ver figura 5). Esta base fue acoplada al chasis con cuatro pernos de 5/8 x 1.½ para su fácil montaje y desmontaje. Una vez colocadas las bases y las boyas, fueron desmontadas nuevamente para pintarlas.

Para evitar el juego axial y radial del diferencial se construyeron las bases y tensores que debían ir acopladas a la coraza del diferencial y chasis. Luego de comprobar su funcionamiento se desmontaron todas las partes construidas para pintarlas (ver figura 6). Seguido a ello, se volvieron a subir las partes construidas y las boyas neumáticas.

Figura 5
Colocación de neumáticos



Figura 6
Pintura de tensores y partes



Sistema de control neumático y ubicación del compresor

Una vez colocadas las cuatro boyas neumáticas se requiere la instalación del control neumático, mangueras, compresor, y tanque de aire. Dicho sistema permitió controlar las diferentes alturas que se requiere de la suspensión. Este es direccionado vía bluetooth con el control remoto que fue colocado en el interior del tablero de instrumentos para evitar interferencias. Por otro lado, el control de válvulas se lo colocó en la parte delantera para tener una mejor conexión de las mangueras que conectan a las cuatro boyas, compresor y control de válvulas.

La sujeción de la carrocería requirió que se utilice pernos 3/8 y que la unión de las mangueras fuese mediante acoples rápidos. Para ello, los técnicos definieron que se debe tener cuidado con la ubicación de las mangueras para evitar que estas se corten o se aplasten, de manera que, se evite dañar el control electrónico a través de relés, es decir, dos para cada electroválvula. Por otro lado, la ubicación del compresor y del tanque de aire se la realizó en el valde de la camioneta por ser los elementos que mayor espacio requerían y por estar prácticamente en el centro de todos los accesorios facilitando la conexión de las mangueras.

Figura 7
Colocación de mangueras



Figura 8
Colocación del compresor



Pruebas de neumáticos

Al finalizar con el montaje de las bases y las boyas en la suspensión delantera, se realizó la instalación del kit de suspensión neumática para continuar con las pruebas de funcionamiento, que se lo realizó en diferentes etapas. La *primera prueba* consistió en recorrer 5 km con la suspensión en su altura mínima para comprobar el nivel de amortiguación y la altura del chasis con respecto al suelo. Originalmente la altura de la camioneta Ford 350 de 1975 es de 55 cm del chasis hacia el piso, con esta modificación se registró que la altura mínima es de 30 cm. Durante el recorrido a la altura mencionada se pudo constatar que la suspensión se comporta de manera óptima en velocidades altas y bajas. La *segunda prueba* consistió en recorrer nuevamente 5 km con la suspensión máxima de 45 cm de altura a velocidades bajas y altas sin tener ningún inconveniente.

Figura 9
Suspensión en mínima altura



Figura 10
Suspensión en máxima altura



Discusión

La adaptación al sistema de suspensión neumática en un vehículo Ford 350 del año 1975 puede ser un desafío técnico, pero ofrece la posibilidad de mejorar significativamente la comodidad de conducción, la estabilidad y la capacidad de carga del vehículo (Khan & Hoque, 2013). Sin embargo, es importante tener en cuenta algunos aspectos clave al concluir esta adaptación. En primer lugar, es fundamental realizar una investigación exhaustiva y un estudio de viabilidad antes de comenzar cualquier adaptación (El-Sayed & El-Sayed, 2020). Esto implica evaluar la viabilidad técnica y financiera, investigar la compatibilidad del chasis y la carrocería con el sistema de suspensión neumática, así como la disponibilidad de componentes y accesorios adecuados (Amedorme & Agbezudor, 2013).

Además, el diseño del sistema de suspensión neumática adaptado debe ser cuidadoso y específico para el vehículo Ford 350 del año 1975. Se deben seleccionar los componentes apropiados, considerando las limitaciones y características del vehículo, y realizar cálculos y simulaciones para asegurar un rendimiento óptimo del sistema (Amedorme & Agbezudor, 2013).

La instalación y las pruebas son etapas cruciales en el proceso de adaptación. Es importante seguir las instrucciones de los fabricantes de los componentes y realizar pruebas exhaustivas para garantizar el correcto funcionamiento del sistema de suspensión adaptado (Rakha et al.,

2002). Se deben evaluar parámetros como la calidad de la conducción, la estabilidad y la capacidad de carga, comparando los resultados con el sistema de suspensión original.

Conclusiones

La investigación tuvo el propósito de analizar la adaptación de la suspensión neumática en la camioneta Ford 350, puesto que es un vehículo que se puede adaptar diferentes tipos de suspensiones. Por lo tanto, se concluyó que con la adaptación de la suspensión neumática se mejoró el confort para los pasajeros al ser este tipo de suspensión más suave y absorber de mejor manera las irregularidades del terreno. A su vez, se verificó que al trabajar las modificaciones no se alteraron los ángulos de la suspensión.

Los resultados de las pruebas de altura al recorrer 5 km con la suspensión en su altura mínima (30 cm) se evidenció que el nivel de amortiguación no tuvo problemas con la amortiguación. Una peculiaridad del vehículo modificado confirmo que el comportamiento de la suspensión fue óptimo en velocidades altas y bajas. La segunda prueba fue realizada en la misma distancia propuesta con la característica de suspensión máxima de 45 cm de altura, donde no se mostró problema alguno en velocidades bajas y altas.

Finalmente, es esencial documentar todo el proceso de adaptación, incluyendo los pasos seguidos, los resultados obtenidos y las lecciones aprendidas. Esto permitirá compartir los conocimientos adquiridos con la comunidad automotriz y los entusiastas de los vehículos clásicos, y también servirá como referencia para futuras adaptaciones similares. La adaptación al sistema de suspensión neumática en un vehículo Ford 350 del año 1975 ofrece mejoras significativas en la comodidad de conducción, la estabilidad y la capacidad de carga. Sin embargo, requiere una cuidadosa investigación, diseño, instalación y pruebas para asegurar un resultado exitoso. Al considerar estos aspectos técnicos y realizar la adaptación de manera adecuada, se puede lograr una mejora notable en el rendimiento del sistema de suspensión del vehículo clásico.

Referencias bibliográficas

- Agarwal, S., Vora, A., Pandey, G., Williams, W., Kourous, H., & McBride, J. (2020). Ford Multi-AV Seasonal Dataset. *International Journal of Robotics Research*, 39(12), 1367–1376. <https://doi.org/10.1177/0278364920961451>
- Amedorme, S. K., & Agbezudor, K. (2013). Investigation of Vehicle Alterations and Modifications at Suame Magazine in Kumasi, Ghana. *International Journal of Mechanical Engineering Research & Applications*, 1(4), 48–53. www.ijmera.org
- Brassow, B., & Clapper, M. (2005). Powertrain Sound Quality Development of the Ford GT. *SAE International*, 24(80), 1–7.
- Cai, H., Wang, M. Q., & Kodjak, D. (2011). Vehicle and Fuel Development in an Energy and Environmentally Constrained World. *Journal Automotive Safety and Energy*, 2(4), 271–293. <https://www.researchgate.net/publication/268433503>
- De, V., Lima, A., Garbin, L., Rodrigues, C., & Neto, S. (2012). E Lateral Dynamics Simulation of a Truck with Modified Rear Suspension. *7º Colloquium Internacional SAE BRASIL de Suspensões e Implementos Rodoviários & Mostra de Engenharia Rio Grande Do Sul*, 1–9.
- El-Sayed, R. S., & El-Sayed, M. N. (2020). Classification of vehicles' types using histogram-oriented gradients: Comparative study and modification. *IAES International Journal of Artificial Intelligence*, 9(4), 700–712. <https://doi.org/10.11591/ijai.v9.i4.pp700-712>
- Geetharamani, G., Sharmila, D., & Arun, J. (2015). Vehicle Classification Algorithm using Fuzzy Expert Decision Set. *International Journal of Application or Innovation in Engineering & Management (IJAIEM)*, 4(4), 26–32. www.ijaiem.org
- Guron, B. R., Bhope, D. V., & Yenarkar, Y. L. (2013). Finite Element Analysis of Cross Member Bracket of Truck Chassis. In *IOSR Journal of Engineering* (Vol. 3). www.iostjen.org

Heffel, J. W., Johnson, D. C., Enterprises, C. S., & Mesa, C. (2001). Hydrogen Powered Shelby Cobra: Land Speed Record. *Future Transportation Technology Conference*, 1–11.

Khan, S. M., & Hoque, M. S. (2013). Analysis of Vehicle Modification Practice in Bangladesh. In *Journal of Traffic and Transportation Engineering* (Vol. 1, Issue 1).

Kishor Toke, N., Kurkure, G. C., Waghumbare, S. S., & Jejurkar, A. S. (2008). A Review on Design and Development of Modified Differential Gearbox. *International Research Journal of Engineering and Technology*, 1638. www.irjet.net

Ladino. Andrés, Duret, A., & El Faouzi, N. (2020). Calibration and impact of control strategies 1 for splitting truck platoons at on-ramps: 2. *Conference: 99th Annual Meeting, Transportation Research Board*, 1–16.

Lapetz, J., Mccarthy, D., Greenfield, N., Czapski, R., Gefetos, T., Rosson, J., Couture, S., Nelson, B., Schaefer, R., Klein, R., & Kuechler, P. (2018). Development of the Ford QVM CNG Bi-Fuel 4.9L F-Series Pickup Truck. *International Congress & Exposition*, 1–9.

Li, Y., Lim, M. K., & Tseng, M. L. (2019). A green vehicle routing model based on modified particle swarm optimization for cold chain logistics. *Industrial Management and Data Systems*, 119(3), 473–494. <https://doi.org/10.1108/IMDS-07-2018-0314>

Metz, L. G., & Daniel Metz, L. (2000). Deriving Wheel HP and Torque from Accelerometer Data. *SAE Technical Paper Series*, 8(2), 361–372.

Rakha, H., Asce, M., & Lucic, I. (2002). Variable Power Vehicle Dynamics Model for Estimating Truck Accelerations. *Journal Of Transportation Engineering*, 128, 412–419. <https://doi.org/10.1061/ASCE0733-947X2002128:5412>

Sarkar, S., Thummar, K., Shah, N., & Vagrecha, V. (2019). A Review paper on Aerodynamic Drag Reduction and CFD Analysis of Vehicles. *International Research Journal of Engineering and Technology*. www.irjet.net



Tang-Hsien, C. (2001). Effect of vehicles' suspension on highway horizontal curve design. *Journal of transportation engineering*, 127, 89–91.

Van Nieker, J. (2016). Insuring your modified or converted motor vehicle. *The Quarterly Law Review for People in Business*, 14(1), 1–4.

Vinayagam, P., Rajadurai, M., Balakrishnan, K., & Priya, G. M. (2017). Design modification on Indian Road Vehicles to Reduce Aerodynamic Drag. *International Journal of Advanced Engineering, Management and Science*, 3(8), 850–854.
<https://doi.org/10.24001/ijaems.3.8.6>

Conflicto de intereses:

Los autores declaran que no existe conflicto de interés posible.

Financiamiento:

No existió asistencia financiera de partes externas al presente artículo.

Agradecimiento:

N/A

Nota:

El artículo no es producto de una publicación anterior.

