



## *Análisis de los sistemas modernos de inyección a gasolina*

### *Analysis of modern gasoline injection systems*

### *Análise de sistemas modernos de injeção de gasolina*

Kevin Alexis Tulcanaz-Vinueza <sup>I</sup>  
[kevin.tulcanaz843@ist17dejulio.edu.ec](mailto:kevin.tulcanaz843@ist17dejulio.edu.ec)  
<https://orcid.org/0000-0003-0657-549X>

Jorge Luis Rodríguez-Fiallos <sup>II</sup>  
[jfraga@ist17dejulio.edu.ec](mailto:jfraga@ist17dejulio.edu.ec)  
<https://orcid.org/0000-0001-5236-1148>

Edison Roberto Álvarez-Jaramillo <sup>III</sup>  
[ealvarez@ist17dejulio.edu.ec](mailto:ealvarez@ist17dejulio.edu.ec)  
<https://orcid.org/0000-0003-4887-9379>

**Correspondencia:** [kevin.tulcanaz843@ist17dejulio.edu.ec](mailto:kevin.tulcanaz843@ist17dejulio.edu.ec)

Ciencias Técnicas y Aplicadas  
Artículo de Investigación

\* **Recibido:** 23 de agosto de 2022 \* **Aceptado:** 28 de septiembre de 2022 \* **Publicado:** 01 de octubre de 2022

- I. Instituto Superior Tecnológico 17 de Julio, Urcuquí, Ecuador.
- II. Instituto Superior Tecnológico 17 de Julio, Urcuquí, Ecuador.
- III. Instituto Superior Tecnológico 17 de Julio, Urcuquí, Ecuador.



## Resumen

La tecnología automotriz ha dado avances sorprendentes, si bien es cierto que los autos mantienen en esencia la mayoría de sus componentes iniciales, también lo es el hecho de que muchos componentes han sido sustituidos al pasar de los años, todo esto por múltiples factores, entre los que destacan por ejemplo el motor por combustibles fósiles por un motor eléctrico, el uso de las computadoras como centros de mando del vehículo y el carburador por un sistema de inyección, estos cambios sin duda obedecen no solo a los avances tecnológicos que sin duda han sido determinantes pero también se debe a las grandes y dañinas emisiones de gases de combustión que han afectado al planeta tierra. El objetivo de esta investigación es analizar los sistemas modernos de inyección a gasolina, en el cual mediante una metodología de revisión bibliográfica en la que, por medio de diferentes tipos de documentos digitales disponibles en diferentes revistas científicas, tesis de grado y publicaciones en repositorios universitarios se pudo conocer lo referente a la información más relevante sobre este tipo de equipos. Se concluye que los sistemas de inyectores de gasolina resultaron de los avances en la electrónica, e intentan recrear un sistema mucho más óptimo y limpio, que le permitirá al vehículo y sus nuevos componentes electrónicos acoplarse de tal manera que sean más rápidos y efectivos sus procesos.

**Palabras claves:** Combustible; Inyectores; Combustión; Vehículo.

## Abstract

Automotive technology has made surprising advances, although it is true that cars essentially maintain most of their initial components, it is also true that many components have been replaced over the years, all this due to multiple factors, among those that stand out, for example, the fossil fuel engine for an electric motor, the use of computers as vehicle control centers and the carburetor for an injection system, these changes are undoubtedly due not only to technological advances that have undoubtedly been decisive but it is also due to the large and harmful emissions of combustion gases that have affected planet earth. The objective of this research is to analyze modern gasoline injection systems, in which, through a bibliographic review methodology in which, through different types of digital documents available in different scientific journals, degree theses and publications in university repositories it was possible to

know what refers to the most relevant information on this type of equipment. It is concluded that gasoline injector systems resulted from advances in electronics, and try to recreate a much more optimal and clean system, which will allow the vehicle and its new electronic components to be coupled in such a way that their processes are faster and more effective.

**Keywords:** Fuel; injectors; Combustion; Vehicle.

## Resumo

A tecnologia automóvel tem feito avanços surpreendentes, embora seja verdade que os carros mantêm essencialmente a maioria dos seus componentes iniciais, também é verdade que muitos componentes foram substituídos ao longo dos anos, tudo isto devido a múltiplos fatores, entre os que se destacam, por exemplo, o motor de combustível fóssil para um motor elétrico, o uso de computadores como centros de controle de veículos e o carburador para um sistema de injeção, essas mudanças se devem sem dúvida não apenas aos avanços tecnológicos que foram indubitavelmente decisivos, mas também devido ao grande e emissões nocivas de gases de combustão que afetaram o planeta Terra. O objetivo desta pesquisa é analisar sistemas modernos de injeção de gasolina, em que, por meio de uma metodologia de revisão bibliográfica em que, por meio de diferentes tipos de documentos digitais disponíveis em diferentes periódicos científicos, teses de graduação e publicações em repositórios universitários foi possível conhecer o que se refere às informações mais relevantes sobre este tipo de equipamento. Conclui-se que os sistemas injetores de gasolina resultaram dos avanços da eletrônica, e tentam recriar um sistema muito mais otimizado e limpo, que permitirá que o veículo e seus novos componentes eletrônicos sejam acoplados de forma que seus processos sejam mais rápidos e eficazes.

**Palavras-chave:** Combustível; injetores; Combustão; Veículo.

## Introducción

Las tecnologías han avanzado de una manera impresionante, la electrónica y robótica hoy ocupan un lugar principal entre la vida cotidiana de todo ser humano, tiempo atrás resultaba inconcebible que algo tan pequeño como por ejemplo un micro procesador pudiese controlar maquinas, sistemas enteros de comunicación, satélites, entre otros. Afortunadamente para el hombre y su forma de vida, en gran parte el avance del ser humano se ha dado gracias a su inventiva y

creatividad, pero más en sus necesidades, esta ha sido el motor principal que ha impulsado la resolución de diferentes problemas que se les ha presentado a la humanidad.

En el caso particular de este artículo, en el que se habla acerca de uno de los componentes de un motor de combustibles fósiles, como lo es el inyector, el cual sustituyó al alternador, esto en gran parte porque el rendimiento de los motores fue cambiando de acuerdo a los nuevos y mejorados componentes electrónicos, que poco a poco se fueron integrando en el área automotriz, esto sin duda ha representado un cambio en la concepción de un vehículo, ya que los sistemas electrónicos ahora han suplido a la gran mayoría de los componentes de un vehículo.

En este sentido, los nuevos sistemas de combustión de un vehículo se hacen realidad gracias a la implementación de los inyectores, los cuales son los encargados de pulverizar la cantidad óptima de gasolina que va hacia los motores, Oñate y Frias (2019) mencionan al respecto, que la carburación como ciencia, nace en 1795, por Robert Street, quien consiguió evaporar la trementina y el aceite de alquitrán en un motor que funcionaba sin compresión (atmosférico). Para el año 1824 Samuel Morey, inventor estadounidense y el abogado de patentes Erskine Hazard, crearon el primer carburador con un sistema de precalentamiento que facilitaba la evaporación.

El carburador fue el método más utilizado para preparar la mezcla aire-gasolina, siendo un sistema totalmente mecánico, el cual, con los distintos avances tecnológicos y el progreso de la electrónica, este sistema cambió hacia el uso de la inyección de gasolina en el colector de admisión (Simbaña et al., 2022). La emisión de gases de escape de los procesos de combustión, es el proceso central y más importante dentro de la cadena de emisión, transmisión y entrada de contaminantes. Asimismo destaca que las emisiones antropogénicas (producidas o influenciadas por los humanos), como lo son: la generación de energía, el tráfico (transporte), la industria, los hogares, la agricultura, entre otros, son uno de los mayores generadores de contaminación en la actualidad (Soca, 2021).

Por lo cual, en el siguiente artículo se tratarán puntos relativos a la combustión de los motores, los sistemas de inyección y su funcionamiento, tipos de inyectores, con la finalidad de comprender los sistemas de inyectores a gasolina, así como su gran utilidad e importancia para cualquier automotor, para determinar su estado y realizar los ajustes en el inyector que sean necesarios para su correcto funcionamiento, contribuyendo así al ambiente.

## **Metodología**

La metodología empleada es la investigación bibliográfica de tipo documental, en la cual se han revisado las diferentes bases de datos académicas disponibles en la web, en las que se pueden revisar información de fuentes confiables y de reconocida rigurosidad científica, publicaciones de investigaciones de universidades, revistas de investigación científica, tesis de grado, entre otras publicaciones que sirven de soporte a la investigación planteada.

En este sentido, Tramullas (2020) afirma que las revisiones bibliográficas resultan clave para identificar tendencias y nuevas áreas de investigación, pero también para sintetizar y disponer de fundamentos sobre los cuales consolidar el corpus de una disciplina. Esto facilita su progreso teórico y conceptual, no debiendo tampoco obviarse el papel que desempeñan en la difusión del conocimiento científico y en la mejora de la práctica profesional.

La revisión se basó en identificar las palabras claves como inyectores, combustión, motores a gasolina, entre otras que sirvieron para la correcta ubicación de los artículos o publicaciones que contenían la información pertinente para nutrir la investigación.

## **Resultados y discusión**

### **Nociones del sistema de inyección**

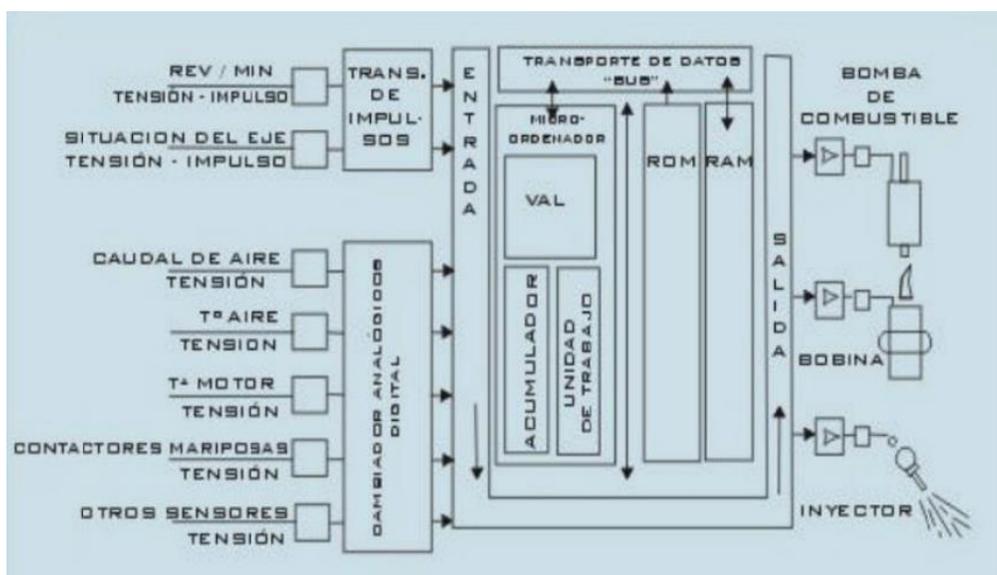
El control electrónico del sistema de inyección de combustible sirve para determinar la dosis inyectada sobre la base del flujo de aire en masa y otros parámetros del motor se está aplicando actualmente, en este sentido, la cantidad de combustible se ajusta a una señal recibida del sensor de oxígeno, esta señal del sensor de oxígeno correlacionada con la información sobre la posición instantánea del cigüeñal, corrige la cantidad de combustible en el cilindro (Dziubinski et al., 2017).

El sistema de inyección, comandado por la unidad de control electrónico (ECU) es el encargado de medir y monitorear el funcionamiento del motor, en particular el caudal de aire atmosférico aspirado para dosificar la cantidad de combustible adecuada en cada régimen del motor, para que la combustión sea lo más completa posible, es decir una mezcla estequiométrica lo más cercana a lo ideal, hablando del parámetro pertinente, el factor lambda debe estar cerca de 1 (Paspuel, 2021).

De igual manera el mismo autor menciona que el sistema de inyección electrónica a gasolina, funciona por un computador principal conocido como ECU (unidad de control electrónico) mismo que es el encargado de recibir las señales eléctricas emitidas por los sensores, para compararlas con los parámetros que se encuentran establecidos por el fabricante, y determinar las correcciones necesarias que se deben ejercer sobre los actuadores (inyectores) para lograr un óptimo desempeño del motor (Paspuel, 2021).

Seguidamente, en la figura 1 se puede apreciar un esquema del sistema de inyección a gasolina.

**Fuente:** (Paspuel, 2021)



**Figura 1:** Sistema de Inyección

En la figura se puede apreciar las entradas de los sensores de caudal de aire, temperatura de motor y temperatura, así como los sensores de mariposa.

Es importante conocer lo que realmente significa un inyector, al respecto Castro y Gonzalez (2018) mencionan en su artículo que es un componente o elemento electrohidráulico de inyección de combustible y está compuesto por una válvula eléctrica solenoide, aguja y una tobera. La tobera del inyector se abre cuando la válvula solenoide es activada por la ECU para inyectar directamente combustible a la cámara de combustión del motor. Cuando la tobera se abre, el remanente de combustible después de la inyección retorna al tanque de combustible a través de la línea de retorno.

Para Granja (2019) El sistema de inyección es un elemento a través del cual se alimentan los motores de combustión interna, y estos han sustituido al carburador, sin embargo, para los vehículos con motor Diesel, este sistema es el que se usa regularmente, ya que se debe inyectar el combustible en la cámara al momento de la combustión. En la actualidad para los motores que utilizan gasolina se ha dejado de utilizar el uso del carburador, en este sentido, la inyección admite una mejor distribución del combustible, permitiendo la regularización de las distintas fases de funcionamiento, acoplándose a las necesidades del conductor y acatando las normas de contaminación ambiental (Simbaña et al., 2022).

De igual manera, Garcia (2021) señala que existen varios tipos de inyectores, los cuales son:

- Inyector solenoide: El principio de estos inyectores se refiere a que el momento en que el combustible es insertado, este se distribuye entre dos conductos: uno que lleva a la tobera y el otro a un volumen de control sobre el pistón-aguja. La salida del volumen de control se abre a través de un solenoide el cual se acciona por medio de una señal eléctrica. La depresión que se genera hace bajar la aguja que cubre el orificio de la tobera, para luego revelarla y producir la inyección. La señal eléctrica es la que permite el paso del combustible cuando este activa, esta controla el inicio y el final de la inyección, lo cual representa parámetros primordiales dentro del proceso y son constantemente calculados por la ECU del motor.

- Inyector piezoeléctrico: La respuesta de este tipo de inyector es mucho más rápida, sin embargo el funcionamiento es muy similar al anterior. La diferencia entre ambos es que en vez de usar un solenoide la apertura del volumen es inducida por material piezoeléctrico.

La principal característica de este tipo de sistemas es que la mezcla de aire-combustible que se logra es más homogénea, lo que hace que la cantidad de combustible requerido sea exactamente lo necesario, por tanto, se genera un menor consumo del mismo además que se obtiene mayor potencia, ya que el aire de la atmosfera es ingresado únicamente al múltiple de admisión y al tener un aumento del diámetro del múltiple, mayor es la alimentación y por tanto mayor es la potencia que se adquiere (Otaiza, 2019).

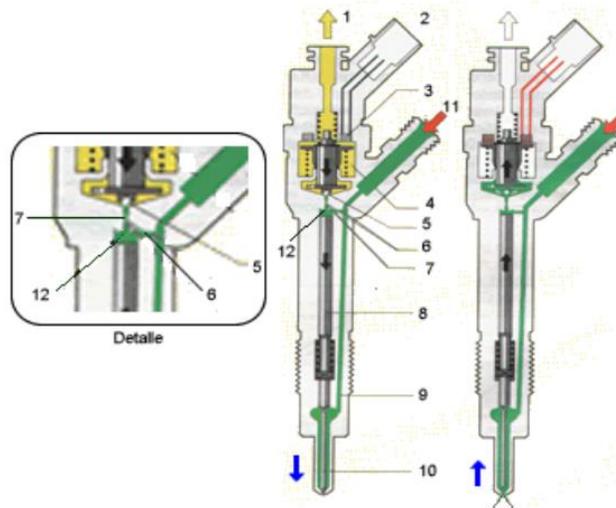
Para lograr una mejor comprensión de lo que significa un sistema de inyección, es importante conocer sus componentes y funcionalidad, lo que a continuación se describirá. Básicamente y según Almendariz y Naranjo (2022) un inyector funciona de la siguiente manera:

La bomba de inyección manda combustible por el riel común al inyector y va dirigido hacia el canal en la tobera hasta llegar a la cámara pequeña yacente en la base, que bloquea la aguja del

inyector situado sobre el asiento en forma de cono con la asistencia de un resorte, lo cual este está ubicado en la parte superior de la aguja que conserva el grupo cerrado. El combustible bajo la presión eleva la aguja e inyecta en la cámara de combustión al momento que la presión desciende, por el fin de la inyección, el resorte regresa a la posición original a la aguja encima del asiento del inyector finalizando la inyección (p. 37).

Un inyector está compuesto de la siguiente manera:

**Fuente:** (Almendariz y Naranjo, 2022)



**Figura 2:** Partes de un Inyector

En la tabla 1 se describen los componentes del inyector.

**Figura 3:** Partes de un Inyector

<b>Partes del inyector</b>	
1. Retorno de combustible al depósito	7. Estrangulador de salida
2. Conexión eléctrica	8. Émbolo de control de válvula
3. Electroválvula	9. Canal de afluencia
4. Muelle	10. Aguja del inyector
5. Bola de válvula	11. Entrada de combustible a presión
6. Estrangulador de entrada	12. Cámara de control

**Fuente:** (Almendariz y Naranjo, 2022)

Los sistemas de inyección se pueden dividir o clasificar según su número de inyectores multipuntos o monopuntos, según su ubicación respecto al cilindro, en directos o indirectos, y según su forma de inyección en secuencial, semi – secuencial o simultáneos (Paspuel, 2021).

En este sentido, Mora et al. (2022) especifica lo siguiente:

La inyección monopunto se caracteriza por tener un solo inyector, este se encuentra colocado en el colector de admisión o múltiple de admisión e inyecta combustible con la frecuencia requerida para alimentar a todos los cilindros aspirando la mezcla en la carrera de admisión o tiempo. La inyección indirecta multipunto consta de varios inyectores ubicados en el propio múltiple de admisión, lo que permite que el combustible se mezcle con el aire antes de entrar al cilindro. La inyección directa multipunto se identifica por que utiliza un inyector para cada cilindro, posicionado directamente en la cámara de combustión. El combustible se inyecta justo después que el motor haya comprimido a alta presión el aire aspirado, lográndose obtener mayor relación de compresión, mejor arranque en frío, menor ralentí, y menor temperatura del motor (P. 396).

Este tipo de sistemas presenta multiples ventajas, entre las que destacan las siguientes:

- El suministro de combustible a cada cilindro puede ser determinado con precisión de forma que reciban misma cantidad de combustible.
- El suministro de combustible se realiza por medio de una bomba sumergida en el depósito de combustible, encargándose de enviar el combustible hacia los inyectores, válvulas mecánicas o solenoides electrónicos logran mantener la presión constante en el riel donde están ubicados los inyectores, a su vez, el riel permite retornar al depósito de combustible el excedente de combustible.
- La parte electrónica, la computadora (ECU, ECM, PCM, UCE) dosifica la entrada de combustible, por lo tanto, el tiempo durante el cual deben permanecer abiertos los inyectores. Esta cantidad de combustible depende de varios factores como la temperatura del motor, velocidad del motor, carga y posición de la válvula mariposa, todos estos cambios son captados por sensores que envían la información a la computadora.
- Resulta importante realizar una clasificacion de los sistemas de inyeccion de combustibles, los cuales conforman una parte vital en las mezclas que se suministraran al motor para su funcionamiento, por lo cual a continuacion Sandovalin et al. (2022) realizan una clasificacion.

- La cantidad de inyectores que tienen: el número de inyectores puede variar de 1, 3, 4, 6 u 8 inyectores.
- El lugar donde se realiza la inyección: esta puede ser directa, cuando el combustible es inyectado en la cámara de combustión o indirecta, cuando el combustible es inyectado fuera de la cámara de combustión (en el colector de admisión).
- La forma de inyección: puede ser monopunto, cuando un solo inyector realiza la inyección del combustible o multipunto cuando varios inyectores realizan la inyección del combustible.
- Las características de funcionamiento: Estas pueden ser mecánicas, electromecánicas o electrónicas.
- El número de inyecciones que realiza y se clasifican en:
  - o Inyección continua: Siempre está inyectando combustible.
  - o Inyección intermitente: La inyección es intermitente por lapsos de tiempo.
  - o Inyección Secuencial: Cada inyector tiene un tiempo para la inyección, la inyección va de uno en uno.
  - o Inyección semisequencial: Actúan dos inyectores al mismo tiempo en forma secuencial.
  - o Inyección simultánea: Todos los inyectores trabajan al mismo tiempo.

Ahora bien, los inyectores y los sistemas que lo conforman pueden representar uno de los sistemas más importantes de un automóvil, ya que de su funcionamiento depende el suministro del combustible al motor, en torno a esto se han diseñado múltiples métodos para las pruebas antes y durante la puesta en marcha de estos componentes, se habla específicamente de un banco de pruebas, los cuales son un conjunto de elementos que conforman un aparato que es capaz de simular los procesos que se dan dentro de un motor, y son utilizados para realizar diagnósticos de fallas, así como la calibración de dichos elementos.

Un banco de pruebas de inyectores es una máquina que es usada en los laboratorios para todo tipo de sistemas de inyección, son usados para realizar el diagnóstico y la calibración y puesta a punto de las bombas de inyección, es un sofisticado método que permite la adquisición de datos exactos, considerando los valores que indican en el banco de prueba se procede a realizar las calibraciones de la bomba, verificando las especificaciones del fabricante (Cajamarca y Arias, 2022).

Este tipo de aparatos son de suma importancia para lograr realizar las pruebas y mantenimiento de los inyectores, lo cual garantizaría que estos elementos puedan completar su importante funcionamiento en el vehículo, al respecto Caro et al. (2019) describe lo siguiente:

Estas máquinas, empezaron a generar un impacto alto debido a su gran eficiencia en el mantenimiento de un carro y por esto se convirtió en un instrumento importante en talleres de mecánica automotriz. Debido a que este elemento tiene una frecuencia alta de uso, puede sufrir daños al igual que quedar con impurezas de la gasolina en su interior que producen alguna falla en el funcionamiento (p. 6).

Las fallas que se presentan en los sistemas de inyección se debe en su gran mayoría a impurezas en sus componentes, es por esto que se deben realizar las pruebas diagnósticas para determinar en que está se encuentra el inyector, por lo cual se deben realizar continuas y regulares limpiezas para evitar fallos, entre las principales técnicas se manejan las siguientes, según lo describe Quinsasamin y Sañaicela (2019):

- Limpieza con aditivos: El aditivo o agente limpiador se agrega directamente al depósito de combustible donde ambos se mezclan, así sus componentes actúan sobre las partículas contaminantes presentes en el depósito y en los circuitos.
- Limpieza por barrido: Su proceso es manual, el sistema implementa un líquido de limpieza que se acopla al riel de inyectores donde se expulsa dicho líquido mientras el motor está encendido, logrando así limpiar los inyectores mientras estos trabajan.
- Limpieza por ultrasonido: Es el sistema más efectivo, es necesario desmontar los inyectores y trabajar con ellos en un banco de pruebas para conocer la estanqueidad, pruebas de operación, fallos frente a condiciones reales de trabajo, etc. Cuando se los ha analizado se procederá a la limpieza sumergiéndolos en una tina cubierta de un agente especial de limpieza donde se generarán los pulsos de ultrasonido devolviendo así sus condiciones normales de funcionamiento. Por otro lado, Quinsasamin y Sañaicela (2019) mencionan que las pruebas que se deben realizar en el inyector, luego de desmontarlo del vehículo serían las siguientes:
  - Prueba de estanqueidad: En este testeo se mantienen los inyectores cerrados, y se enviará una presión de combustible por parte de la bomba para verificar posibles fugas presentes en los inyectores.

- Prueba de simulación: En este testeo, los inyectores simulan el incremento de velocidades, de una velocidad baja a una velocidad alta, simulando el modo de operación que tiene un motor de combustión interna en repetidas ocasiones.
- Analizador de diferencia volumétrica: En este testeo se podrá evidenciar las posibles desigualdades en la entrega de combustible causada por obstrucciones de suciedad en los inyectores.
- Analizador en funcionamiento: Este testeo, se usa para detectar fallas intermitentes de los inyectores, se analizará los inyectores por un tiempo prolongado y simulando las condiciones reales de temperatura y trabajo.

En torno a esto, los inyectores deben tener un mantenimiento regular y óptimo, y al no tener un correcto mantenimiento se podrían presentar los siguientes problemas, según lo describe Quinsasamin y Sañaicela (2019):

- El inyector entrega menos combustible debido a la obstrucción, causando pérdida de potencia en el vehículo.
- El inyector puede tener fugas, permitiendo pérdidas de combustible.
- El inyector puede dejar de entregar combustible causando daños al motor y mayor emisión de gases contaminantes.

Por otro lado, el mismo autor describe que al no usar un banco de pruebas para los inyectores, podría suceder lo siguiente:

- Realizar solo una limpieza superficial implica que los fallos seguirán persistiendo.
- Al limpiarlo de forma manual el operario entra en contacto con sustancias de limpieza nocivas provocando afectaciones en la salud.
- No se puede verificar cuáles inyectores poseen fallos, por lo que no se podrá sugerir el cambio de nuevos inyectores.
- Al no tener un limpiador adecuado no se podrá garantizar la limpieza del interior inyector donde se acumulan las partículas contaminantes y cristalizadas.

## Conclusión

La acelerada crisis climática producida por la acción desmedida del hombre y su manipulación a los recursos de la tierra ha provocado que en la actualidad la humanidad este en un colapso mundial gracias al cambio climático. En torno a esto, múltiples acciones se han puesto en marcha

para tratar de frenar o más ambiciosamente revertir la actual crisis. Sin duda una acción loable, pero con muchos puntos en contra.

Gracias a esto, los resultados de esas acciones correctivas se ven apuntados a la modificación de los sistemas de transporte del ser humano, los cuales representan uno de los sectores más contaminantes del planeta, los vehículos a combustión que usan combustibles fósiles.

Específicamente, se pudo conocer la sustitución de un elemento netamente mecánico, como lo es el carburador por un sistema netamente electrónico como lo es los inyectores.

Los sistemas de inyectores de gasolina resultaron de los avances en la electrónica, que intentan recrear un sistema mucho más óptimo y limpio, que le permitirá al vehículo y sus nuevos componentes electrónicos acoplarse de tal manera que sean más rápidos y efectivos sus procesos.

## Referencias

1. Almendariz, C., & Naranjo, L. (2022). *Análisis electrónico y mecánico en el proceso de calibración de los inyectores de sistemas CRDI Bosch y Denso*. Latacunga: Trabajo de Titulación previo a la obtención del título de Ingeniero Automotriz de la Universidad de las Fuerzas Armadas. Recuperado el 25 de Septiembre de 2022, de <https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/29297/1/T-ESPEL-MAI-0731.pdf>
2. Cajamarca, J., & Arias, A. (2022). *Estudio de factibilidad para la implementación de un laboratorio técnico automotriz de inyección a diesel en el cantón Gualaceo, Provincia del Azuay*. Trabajo de titulación, Universidad Politecnica Salesiana, Cuenca. Recuperado el 25 de Septiembre de 2022, de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/22537/1/UPS-CT009756.pdf>
3. Caro, A., Piza, A., & Montaña, H. (12 de Diciembre de 2019). Banco de pruebas con control inalámbrico para inyectores de gasolina. *revista VISIÓN ELECTRÓNICA: algo más que un estado sólido*, 2(2). doi:<https://doi.org/10.14483/issn.2248-4728>
4. Castro, J., & Gonzalez, M. (01 de Diciembre de 2018). Análisis comparativo del funcionamiento del inyector de un motor CRDI bajo diferentes alturas geográficas. *INNOVA Research Journal*, 4(1), 60-74. doi:<https://doi.org/10.33890/innova.v4.n1.2019.906>
5. Dziubinski, M., Litak, G., Drozd, A., & Zukowicz, P. (Junio de 2017). Modelo de características del sistema de inyección del motor de encendido por chispa. *Advances in*

- Science and Technology Research Journal*, 11(2), 103-117.  
doi:<https://doi.org/10.12913/22998624/70565>
6. Garcia, V. (2021). *Simulación CFD del proceso de atomización y mezcla de un inyector GDi a partir de modelos de acomplamiento unidireccional (One-way coupling)*. Valencia: TRABAJO FIN DE GRADO Para la obtención del Grado en Ingeniería Aeroespacial de la Universidad Politecnica de Valencia. Recuperado el 26 de Septiembre de 2022, de <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/170204/Garcia%20%20Simulacion%20CFD%20del%20proceso%20de%20atomizacion%20y%20mezcla%20de%20un%20inyector%20GDi%20a%20partir%20de%20modelo....pdf?sequence=1>
  7. Granja, S. (2019). *Estudio comparativo de potencia de los sistemas de alimentación de combustible a 2800 MSNM*. Astículo de Investigación, Universidad Internacional del Ecuador, Quito. Recuperado el 26 de Septiembre de 2022, de <https://1library.co/document/z1dk7wdz-estudio-comparativo-potencia-sistemas-alimentacion-combustible-msnm.html>
  8. Mora, C., Altamirano, D., Guasumba, J., & Cabascango, C. (Abril de 2022). Características de los sistemas de inyección. Una revisión bibliográfica. *Polo del Conocimiento*, 7(4). doi:DOI: 10.23857/pc.v7i4.3831
  9. Oñate, D., & Frias, J. (2019). *Diseño y construcción de un dispositivo electrónico, adquiriendo y modificando las señales base de los sensores para aumentar la eficiencia y funcionamiento del motor de combustión interna*. Trabajo de titulación, Universidad Escuela Superior Politecnica del Chimborazo, Riobamba. Recuperado el 26 de Septiembre de 2022, de <http://dspace.espace.edu.ec/bitstream/123456789/13566/1/65T00332.pdf>
  10. Otaiza, R. (2019). *Desarrollo de un prototipo de inyección electrónica mediante la tarjeta Raspberry PI XX para motores de dos tiempos de baja cilindrada de 50 a 150 CC*. Trabajo de titulación, Universidad Escuela Superior Politecnica del Chimborazo, Riobamba. Recuperado el 26 de Septiembre de 2022, de <http://dspace.espace.edu.ec/bitstream/123456789/13694/1/108T0316.pdf>
  11. Paspuel, E. (2021). *Conversión de un motor chevrolet 4ZE-1 de carburador a inyección electrónica para mitigación de emisiones*. Trabajo de grado, Universidad Tecnica del Norte, Ibarra. Recuperado el 25 de Septiembre de 2022, de

<http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/11644/2/04%20MAUT%20152%20TRABAJO%20GRADO.pdf>

12. Quinsasamin, S., & Sañaicela, J. (2019). *Desarrollo de un limpiador de inyectores de gasolina con un banco de pruebas automático para el servicio automotriz "Los Nogales"*. Quito. Recuperado el 26 de Septiembre de 2022, de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/17130/1/UPS-ST004074.pdf>
13. Sandovalin, J., Correa, E., Guasumba, J., & Calero, D. (1 de Abril de 2022). Los sistemas de Inyección Electrónicos y el Control de Gases. *Polo del Conocimiento*, 7(4), 344-361. doi:DOI: 10.23857/pc.v7i4.3828
14. Simbaña, E., Coronel, C., Guasumba, J., & Calero, D. (01 de Abril de 2022). Carburadores vs inyectores, semejanzas y diferencias entre estos elementos del sistema de combustión. *Polo del Conocimiento*, 7(4), 363-375. doi:DOI: 10.23857/pc.v7i4.3829
15. Soca, J. (2021). *Emisiones contaminantes de los motores de combustión interna*. Monografía, Universidad Autónoma de Chapingo. Recuperado el 26 de Septiembre de 2022, de [https://www.researchgate.net/publication/357753927\\_EMISIONES\\_CONTAMINANTES\\_DE\\_LOS\\_MOTORES\\_DE\\_COMBUSTION\\_INTERNA](https://www.researchgate.net/publication/357753927_EMISIONES_CONTAMINANTES_DE_LOS_MOTORES_DE_COMBUSTION_INTERNA)
16. Tramullas, J. (4 de Junio de 2020). Temas y métodos de investigación en Ciencia de la Información, 2000-2019. Revisión Bibliográfica. *Profesional de la información*, 29(4). doi:<https://doi.org/10.3145/epi.2020.jul.17>

© 2022 por los autores. Este artículo es de acceso abierto y distribuido según los términos y condiciones de la licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0) (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>).