

The role of direct electronic injection in reducing polluting gas emissions

El papel de la inyección electrónica directa en la reducción de las emisiones de gases contaminantes

Autores:

Mgs. Vinlasaca-Viera, Lenin Paul
UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
Docente
Magíster en Ingeniería Automotriz con Mención en Procesos y Calidad del Servicio Automotriz
Quito – Ecuador



lvinlasaca@ups.edu.ec



<https://orcid.org/0000-0002-9789-157X>

Mgs. Paucar-Gualotuña, Alexander Giovanni
INSTITUTO SUPERIOR UNIVERSITARIO CENTRAL TÉCNICO
Docente de la Carrera de Mecánica
Magíster en Diseño Mecánico con Mención en Fabricación de Autopartes Automotrices
Quito – Ecuador



alexgiovan7@hotmail.com



<https://orcid.org/0000-0002-1168-1898>

Mgs. Jácome-Sánchez, David Rabindranath
INVESTIGADOR INDEPENDIENTE
Magister en Ingeniería Industrial y Productividad.
Quito – Ecuador



rabindranathjacome@hotmail.com



<https://orcid.org/0009-0004-7305-1121>

Mgs. Jácome-Sánchez, Diógenes Armando
INVESTIGADOR INDEPENDIENTE
Magister en Administración de Empresas MBA
Quito – Ecuador



diogenesjacome@yahoo.es



<https://orcid.org/0009-0004-4088-6624>

Fechas de recepción: 25-JUN-2024 aceptación: 04-JUL-2024 publicación: 15-SEP-2024



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

<http://mqrinvestigar.com/>



Resumen

Los efectos nocivos que se derivan del uso de los combustibles fósiles en diferentes ámbitos de la vida cotidiana del ser humano, han traído múltiples efectos en el medio ambiente del planeta, desde el cambio climático, desaparición de especies del planeta y efectos negativos a la salud del ser humano, todo ello gracias a la utilización de estos combustibles, específicamente los efectos por el uso en los vehículos a gasolina, ya que de ellos derivan una cantidad de gases que son nocivos, sin embargo, la implementación de sistemas de inyección electrónica directa en los vehículos reduce notablemente estos efectos. El objetivo de esta investigación es determinar el papel de la inyección electrónica directa en la reducción de las emisiones de gases contaminantes, mediante la metodología bibliográfica de tipo documental, en la que se hizo uso de fuentes secundarias como libros, manuales, publicaciones en revistas indexadas como Dialnet, Scielo, Latindex, entre otros, por medio de Google Académico también se encontraron publicaciones de universidades que abordaban a nivel experimental el uso de este tipo de sistemas electrónicos en vehículos de pruebas. Como principal hallazgo se pudo conocer que este sistema de inyección reduce en la menos un 20% las emisiones de gases contaminantes a la atmosfera, lo que resulta en un efecto positivo para el medio ambiente y la salud de las personas.

Palabras Clave: Medio ambiente; sistemas de inyección electrónica



Abstract

The harmful effects derived from the use of fossil fuels in different areas of human daily life have brought multiple effects on the planet's environment, from climate change, disappearance of species on the planet and negative effects on health. of the human being, all thanks to the use of these fuels, specifically the effects of their use in gasoline vehicles, since a quantity of harmful gases is derived from them, however, the implementation of direct electronic injection systems in vehicles significantly reduces these effects. The objective of this research is to determine the role of direct electronic injection in the reduction of polluting gas emissions, through documentary-type bibliographic methodology, in which secondary sources were used such as books, manuals, publications in indexed journals. such as Dialnet, Scielo, Latindex, among others, through Google Scholar publications from universities that addressed the use of this type of electronic systems in test vehicles at an experimental level were also found. The main finding was that this injection system reduces emissions of polluting gases into the atmosphere by at least 20%, resulting in a positive effect for the environment and people's health.

Keyword: Environment; electronic injection systems.



Introducción

La contaminación ambiental es uno de los problemas más urgentes de los seres humanos, ya que la humanidad ha alcanzado niveles impresionantes de contaminación del agua, suelos y aire, en este sentido, se han encendido las alarmas de múltiples organizaciones mundiales como la Organización Mundial de la Salud (OMS), gobiernos, universidades y organizaciones independientes, todos preocupados por los efectos nocivos que se siguen observando en la salud de los seres humanos, y que tienen su origen en la contaminación ambiental.

Entre los mayores contaminantes del aire en el mundo entero se encuentran las emisiones de los gases expulsados por el sector automotriz, lo cual lo describe Velepucha y Sabando (2021):

“Uno de los medios de transporte terrestre que generan contaminación son los automóviles, éstos despiden contaminantes por el tubo de escape como consecuencia de la combustión de la gasolina y a través del capó y del sistema de combustible cuando el calor ocasiona la evaporación del mismo, la emisión por evaporación da lugar a diferentes situaciones como el efecto que la temperatura exterior en días cálidos y soleados provoca sobre el combustible haciendo que se evapore; cuando el calor del motor y del sistema de escape genera un aumento de la temperatura del combustible”(p. 79)

La globalización y las presiones del avance de la tecnología en todos los aspectos de la vida diaria del ser humano, ha provocado una vorágine en cuanto a la actualización, modificación y sustitución de muchos sistemas que formaban parte de los vehículos a combustión interna. Los avances en ciencias como la robótica y más reciente, la inteligencia artificial, han permitido lograr avances en temas como la reducción de los gases contaminantes emitidos por los vehículos.

En este caso, en la búsqueda por un futuro más sostenible, la industria automotriz ha experimentado un constante avance tecnológico, enfocándose en la reducción de emisiones contaminantes y el aumento de la eficiencia energética. En este contexto, la inyección electrónica directa (GDI) se ha convertido en una tecnología clave para alcanzar estos objetivos.

A diferencia de los sistemas de inyección tradicionales, donde el combustible se mezcla con el aire antes de ingresar a los cilindros, la GDI lo inyecta directamente en la cámara de combustión, permitiendo una combustión más precisa y eficiente. Esto se traduce en una serie de beneficios, incluyendo:



- **Reducción de emisiones de gases contaminantes:** La inyección electrónica directa optimiza la combustión, generando una menor formación de hollín, óxidos de nitrógeno (NOx) y partículas (PM).
- **Mejora en el consumo de combustible:** La combustión más eficiente permite un mejor aprovechamiento del combustible, reduciendo el consumo y las emisiones de CO₂.
- **Aumento de la potencia y el torque:** La inyección electrónica directa permite una combustión más rápida y completa, lo que se traduce en un mayor rendimiento del motor.
- **Menor ruido y vibración:** La combustión más precisa genera menos ruido y vibración, mejorando la experiencia de conducción.

Sin embargo, la inyección electrónica directa también presenta algunos desafíos, como su mayor costo de implementación y la necesidad de un control preciso del sistema para evitar la formación de depósitos en los inyectores. A pesar de estos retos, la inyección electrónica directa se erige como una tecnología fundamental en la lucha contra la contaminación y el desarrollo de vehículos más sostenibles.

Este artículo científico profundizará en el funcionamiento de la inyección electrónica directa, analizando sus ventajas y desventajas, y explorando su impacto en la reducción de emisiones contaminantes. Se analizará la evolución de esta tecnología, su aplicación en diferentes tipos de vehículos y su potencial para contribuir a un futuro más verde.

Material y métodos

Para la realización del presente estudio fue necesario la revisión de diferentes tipos de documentos de fuentes secundarias, como libros, publicaciones de tipo científicas, revistas científicas y tecnológicas indexadas en bases de datos como Dialnet, Scielo entre otras.

De igual manera, se revisaron los datos emanados por sitios web oficiales de organismos internacionales como la Organización Mundial de la Salud y las Naciones Unidas, así como informes técnicos y estudios de investigación de instituciones académicas y centros de investigación, todo ello usando uno de los motores de búsqueda por excelencia, Google Académico.

Dentro de los criterios de selección de la información, se tomaron en cuenta parámetros como la confiabilidad de las fuentes, así como la actualidad de la información, de igual manera, para el análisis de la información se tomaron en cuenta la relevancia de los datos y la organización y sistematización de la información presentada por las fuentes citadas.



Resultados

Los combustibles fósiles son una de las fuentes de energía más usadas desde su descubrimiento, su auge comenzó con mas fuerza a partir de la era de la maquina de vapor, y desde ese entonces son el tipo de combustible mas consumido en el mundo. Los combustibles fósiles comprenden el 80% de la demanda actual de energía primaria a nivel mundial y el sistema energético es la fuente de aproximadamente dos tercios de las emisiones globales de CO₂. En vista de que se cree que las emisiones de metano y otros contaminantes climáticos de corta vida están muy subestimadas, es probable que la producción y el uso de energía sean la fuente de una proporción de emisiones incluso mayor. Asimismo, gran parte de los combustibles de biomasa se usan actualmente para calefacción y cocina a pequeña escala en todo el mundo (Foster, 2021).

Estos combustibles han desencadenado una serie de problemas a nivel climático en todo el planeta, debido a su proceso tanto de extracción como en sus derivados, mas allá de esos se destacan los usados en los vehículos, ya que, al representar la principal fuente de energía para el funcionamiento de estos, las mezclas que se realizan en los vehículos y sus subproductos como los gases que estos emiten son los causantes de muchos de los problemas ambientales y de salud que hoy en dia aquejan y perjudican a la sociedad del planeta.

Sandovalin et al. (2022) mencionan que, todas las mezclas de estos combustibles contienen ciertos contaminantes gaseosos primarios -como el dióxido de azufre (SO₂), los óxidos de nitrógeno (NO_x) y el monóxido de carbono (CO) - que son directamente emitidos por la fuente de combustión. Por otro lado, tambien las particulas que se producen en la combustion son muy pequeñas, y pueden ser inhaladas, ya sea por emisiones primarias o por las secundarias a través de la transformación atmosférica.

En este sentido, Muñoz et al. (2021) afirman que desde el año 2014 la tasa de crecimiento vehicular en américa latina es del 3% anual, lo que significaría un crecimiento en la adquisicio de vehículos considerable al menos durante los próximos 25 años, por otro lado, en el año 2011 la contaminación mundial por efectos de los gases de efecto invernadero se debió en un 22% al transporte público, cifra que supero al sector industrial. Lo que genera una gran preocupación, ya que el sector automotriz es el responsable directo de una gran parte en el tornado de contaminación del medio ambiente. De igual manera, Llanes et al. (2018) mencionan que la contaminación aérea por material particulado afecta negativamente la calidad del aire y la salud de las personas.

Esto contrasta con otra realidad, ya que hasta la fecha, los automóviles siguen representando la mayor parte de los sistemas de transporte para el ser humano en el mundo entero, mas aún, los autos con motores a gasolina o diesel siguen predominando en el mercado vehicular del



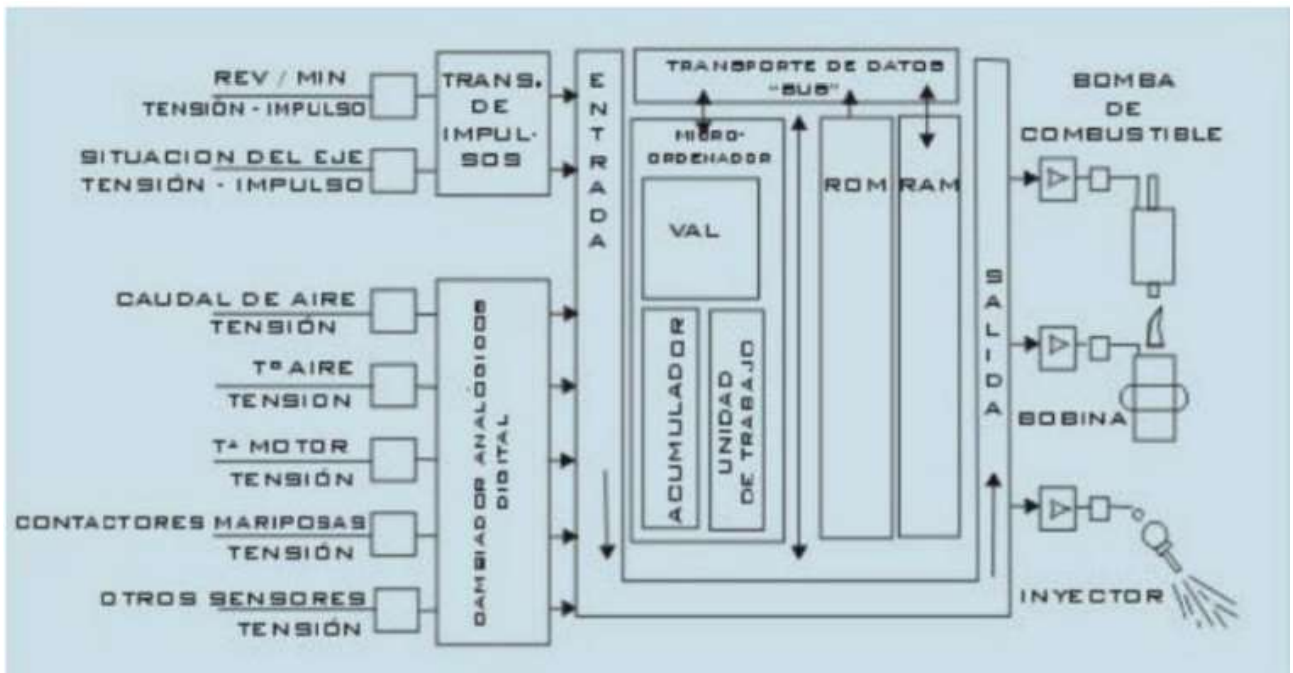
mundo entero, sin embargo, se ha incursionado con otros tipos de combustibles que sean mas amigables con el medio ambiente, pero no han dado resultados positivos.

A pesar de lo que anteriormente se describe, las empresas de diseño automotriz han realizado esfuerzos en la búsqueda de alternativas en los diferentes sistemas que conforman los vehículos, alternativas que permitan mitigar en una buena medida los efectos contaminantes derivados del uso de combustibles fósiles en los vehículos, en torno a ello, Guasumba et al. (2021) mencionan que para lograr una mejora significativa en la manera en que se hacen las mezclas en un motor, se realizo una sustitución de considerable mejora a los autos, el cual es llamado sistema de inyeccion electrónica, en el cual 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.

Por su parte, Tulcanaz et al. (2022) describen que “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”(p.127)

En la siguiente Figura se puede apreciar el esquema de un sistema de inyección.

Figura 1
Sistema de Inyección



Fuente: (Tulcanaz et al., 2022)



Tal como lo indica Aguilar et al. (2022), este tipo de sistemas permite encontrar el valor exacto requerido de aire y combustible para que el motor funcione de manera óptima ya que hay una sincronización ideal entre ellos, la chispa y el ángulo de permanencia, lo que permite mayor eficiencia y potencia en el motor. Estos mismos autores mencionan como se clasifica los diferentes sistemas de inyección electrónica para combustibles:

- El número de inyectores: si el sistema posee un solo inyector es denominado monopunto y es muy similar al sistema antiguo de carburación pero difiere en que la cantidad de combustible no depende de la depresión del colector; mientras que los sistemas que poseen más de un inyector son denominados multipuntos, los cuales poseen un inyector para cada cilindro, situados en el colector de admisión, muy cerca de la válvula.
- La ubicación del inyector: cuando la ubicación del inyector está directamente sobre el cilindro en contacto con la cámara de combustión y el combustible es pulverizado y suministrado directamente sobre ella es lo que se conoce como inyección directa.
- La sincronización del inyector: acá el combustible es pulverizado a una determinada presión habiendo sincronización entre la bomba, el cigüeñal, el eje de levas y los inyectores.
- El sistema de control y accionamiento de los inyectores: hasta ahora existen varias maneras de inyectar combustible en los vehículos. La primera de ellas es por medio de la inyección mecánica, es la más antigua u obsoleta y en ella el combustible es controlado y repartido a cada inyector de manera mecánica a través del distribuidor o eje de levas. La segunda forma es llamada inyección electromecánica, en ésta el accionamiento de los inyectores se hace de manera mecánica pero el control de la distribución del combustible es de forma electrónica; mientras que la tercera manera es a través de la inyección electrónica, en la cual, tanto el control en la distribución del combustible como el accionamiento de los inyectores se realiza de manera electrónica.

Por otra parte, Ostaiza (2019) expresan que los principales componentes de un sistema de inyección electrónica son los siguientes:

- Sensores: tienen la función de recibir la señal (magnitud física o química) y transformarla en una señal eléctrica la cual es enviada a la ECU. Las señales pueden ser: revoluciones del motor, agua, presión de admisión, temperatura atmosférica, presión atmosférica, posición del cigüeñal, etc.
- Unidad de Control Eléctrica (ECU): es la central o computadora que recibe las señales de los sensores y envía estas señales a los actuadores para controlar o automatizar el proceso de inyección. Actuadores: estos dispositivos reaccionan a las señales de la ECU, se encargan de alimentar el combustible al motor y de

controlar el flujo de aire. Al trabajar los actuadores, las condiciones del motor cambiarán. Estos cambios retro alimentan la ECU y esta controlará al motor continuamente.

- Bomba de combustible: Encargada de mantener la presión de combustible del sistema de inyección.
- Regulador de presión: Su función es mantener la presión constante en el riel de inyección.
- Inyector: Es la válvula de inyección de combustible, que se activa electrónicamente, a través de un impulso eléctrico que abre el abanico de inyección.

Es importante también destacar, las ventajas que ha representado la modificación del sistema antiguo de inyección de gasolina a los motores (sistemas carburados) a los sistemas electrónicos de inyección, esto lo define Mora et al. (2022):

- 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.

La contaminación del aire es uno de los factores que más afectan a la salud de los seres humanos, lo que sin duda resulta en un factor de máxima preocupación en la colectividad en general. Según datos aportados por las naciones unidas, el 99% de la población mundial respira aire contaminado, el aire del 17% de las ciudades de los países de renta alta está por debajo de las Directrices de Calidad del Aire para las partículas PM_{2,5} o las PM₁₀. En los países de ingresos bajos y medios, la calidad del aire en menos del 1% de las ciudades cumple los umbrales recomendados (ONU, 2022).

Al respecto, la Organización Mundial de la Salud (OMS) menciona que la evidencia científica alrededor de la contaminación atmosférica está asociada con la materia particulada, especialmente la MP_{2,5}, es capaz de penetrar profundamente en los pulmones y entrar en el torrente sanguíneo, lo que afecta a los sistemas cardiovascular, cerebrovascular (accidentes



cerebrovasculares) y respiratorio. Cada vez hay más pruebas de que la materia particulada afecta a otros órganos y causa también otras enfermedades. El NO₂ se asocia a las enfermedades respiratorias, sobre todo al asma, lo que provoca síntomas respiratorios (como tos, sibilancias o dificultad para respirar), ingresos hospitalarios y visitas a los servicios de urgencias (OMS, 2022).

Por otro lado, Solís et al. (2023) expresan en su investigación lo siguiente:

“La contaminación atmosférica es una mezcla de gases y partículas sólidas en el ambiente, y el parque automotor es la principal fuente de esta contaminación, que además contribuye al fenómeno de calentamiento global, al ser responsable de la emisión de gases de efecto invernadero principalmente con la emisión de monóxido de carbono (CO), dióxido de nitrógeno (NO₂) y material particulado (PM₁₀, PM₂₅). Así, en 2012 los vehículos fueron responsables de emisiones de más del 75 % de monóxido de carbono (CO) y 60% de óxidos de nitrógeno (NO_x).” (p. s/n).

En este contexto, Rojas et al. (2020) describe las formaciones de gases contaminantes resultantes de los procesos de mezclas en el motor y sus efectos nocivos en la salud:

“El monóxido de nitrógeno (NO) se forma por la reacción de nitrógeno y oxígeno, a altas temperaturas en la cámara de combustión. El dióxido de nitrógeno (NO₂) es un gas rojizo e irritante que al ser inhalado se adhiere en la mucosa nasal formando ácido nítrico. La generación de este ácido provoca una reacción inmediata: la irritación de las vías respiratorias juntamente con un malestar en los ojos; los pulmones son afectados provocando problemas respiratorios y reacciones broncopulmonares. El monóxido de carbono (CO) se genera por la combustión incompleta del combustible por la presencia de bajos niveles de oxígeno; se debe considerar que el monóxido de carbono aumenta con la variación de la relación aire-combustible durante la mezcla. Los hidrocarburos no quemados (HC) producen irritación en los ojos y afectan directamente a las mucosas de las vías respiratorias, además, puede causar un efecto narcótico y son compuestos cancerígenos” (p. 24).

Esto ha sido atenuado en gran medida por ciertos tipos de controles que se han implementado en el mundo entero, como se describe a continuación:

- “Tecnologías de control de emisiones disponibles en el mundo que pueden ser implementadas: filtros antipartículas, cuya función es atrapar las partículas cancerígenas que emiten los motores diésel; tecnología Euro V (Diesel) con filtros antipartículas en vehículos livianos y medianos, ingreso al mercado de vehículos híbridos y motos eléctricas.

- Aplicación de normas de entrada más exigentes para los vehículos nuevos, a partir de la disponibilidad de mejores combustibles. Esto permitirá una mayor competitividad a la industria local.
- Generación de incentivos que operen en función de las emisiones.
- Renovación del sistema de transporte público con incorporación de tecnologías de control y combustibles limpios para incentivar su utilización, de modo que se disminuya el uso del auto particular.” (Pineda et al., 2019).

Conclusiones

Los sistemas de inyección electrónica llegaron con la finalidad de ahorrar combustible, ya que como se evidencio anteriormente, uno de los problemas más notables de los sistemas carburados, era el excesivo uso de combustible en las mezclas, y que, por ende, la emisión de gases contaminantes al ambiente era notablemente alta.

Por medio de la inyección electrónica directa, se dosifica la medida justa necesaria para realizar la combustión, lo que redujo en al menos un 20% las emisiones de estos gases contaminantes. Mejorando notablemente el rendimiento de los vehículos y el ahorro en el combustible.

La inyección electrónica directa, optimiza la combustión del combustible, generando una menor formación de hollín, óxidos de nitrógeno (NOx) y partículas (PM), principales responsables de la contaminación atmosférica. Esta combustión más eficiente también se traduce en un menor consumo de combustible, reduciendo las emisiones de CO₂, un gas de efecto invernadero que contribuye al cambio climático.

Referencias bibliográficas

- Aguilar-Jaramillo, C. D., Gallo-Quispe, E. M., Calero-Torres, D. A., & Guerra Naranjo, J. I. (7 de abril de 2022). Análisis del funcionamiento en los sensores de inyección electrónica para controlar el consumo de combustible. *Dominio de las Ciencias*, 7(2), 751-769. doi:<http://dx.doi.org/10.23857/dc.v8i2.2673>
- Foster, S. (2021). Naciones Unidas. Recuperado el 25 de junio de 2024, de Naciones Unidas: <https://www.un.org/es/chronicle/article/el-papel-de-los-combustibles-fosiles-en-un-sistema-energetico-sostenible>
- Guasumba-Maila, J. E., Garay-Cisneros, V. A., Solís-Santamaria, J. M., & Jima-Matailo, J. C. (9 de enero de 2021). Análisis del sistema de inyección electrónica de combustible



para motor de combustión interna respecto a sus fallas y mantenimiento. Polo del Conocimiento, 6(1), 603-621. doi: 10.23857/pc.v6i1.2167

Llanes Cedeño, E. A., Rocha-Hoyos, J. C., Peralta Zurita, D., & Leguísamo Milla, J. C. (2018). Evaluación de emisiones de gases en un vehículo liviano a gasolina en condiciones de altura. Caso de estudio Quito, Ecuador. Enfoque UTE. Recuperado el 29 de junio de 2024, de <http://ingenieria.ute.edu.ec/enfoqueute/>

Mora-Quijano, C. H., Altamirano-Bustos, D. S., Guasumba-Maila, J. E., & Cabascango-Camuendo, C. P. (1 de abril de 2022). Características de los sistemas de inyección. Una revisión bibliográfica. Polo del Conocimiento, 7(4), 392-403. doi:10.23857/pc.v7i4.3831

Muñoz Pérez, S., Salcedo Reátegui, J., & Sotomayor Mendoza, A. (marzo de 2021). Contaminación ambiental producida por el tránsito vehicular y sus efectos en la salud humana: revisión de literatura. INVENTUM, 16(30), 20-30. doi:<http://dx.doi.org/10.26620/uniminuto.inventum.16.30.2021.20-30>

OMS. (2022). Organización Mundial de la Salud. Recuperado el 29 de junio de 2024, de Organización Mundial de la Salud: <https://www.who.int/es/news/item/04-04-2022-billions-of-people-still-breathe-unhealthy-air-new-who-data#:~:text=Miles%20de%20millones%20de%20personas%20siguen%20respirando%20aire,D%3%ADa%20Mundial%20de%20la%20Salud%20de%202022%20>

ONU. (4 de abril de 2022). Naciones Unidas. Recuperado el 29 de junio de 2024, de Naciones Unidas: <https://news.un.org/es/story/2022/04/1506592>

Ostaiza Yáñez, R. J. (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. Riobamba: Trabajo de titulación. Tipo: Proyecto Técnico de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Recuperado el 28 de junio de 2024, de <http://dspace.espoch.edu.ec/handle/123456789/13694>

Pineda, B. E., Muñoz, C. E., & Gil, H. (2019). Aspectos relevantes de la movilidad y su relación con el medio ambiente en el Valle de Aburrá: una revisión. Ingeniería y Desarrollo. doi:<https://doi.org/10.14482/inde.36.2.10403>

Rojas Reinoso, E. V., Romero Hidalgo, V. J., & Pancha Ramos, J. M. (2020). Análisis del comportamiento de las emisiones de CO₂, CO y del factor lambda de un vehículo con sistema de inyección convencional con catalizador y sin catalizador. Ingenius. Revista de Ciencia y Tecnología(23). doi:<https://doi.org/10.17163/ings.n23.2020.02>



- Sandovalin-Malitaxi, J. D., Correa-Sacan, E. D., Guasumba-Maila, J. E., & Calero-Torres, D. A. (1 de abril de 2022). Los sistemas de Inyección Electrónicos y el Control de Gases. *Polo del Conocimiento*, 7(4), 344-361. doi:10.23857/pc.v7i4.3828
- Solís Fonseca, J. P., Salazar Bravo, L. C., Romero Carrión, V. L., & Solís Salazar, A. (6 de febrero de 2023). Congestión Vehicular y Contaminación Ambiental en Lima Metropolitana. *Revista Lasallista de Investigación*, 19(1). doi:<https://doi.org/10.22507/rli.v19n1a9>
- Tulcanaz-Vinueza, K. A., Rodríguez-Fiallos, J. L., & Álvarez-Jaramillo, E. R. (octubre de 2022). Análisis de los sistemas modernos de inyección a gasolina. *Polo del Conocimiento*, 7(10), 123-137. doi:10.23857/pc.v7i8
- Velepucha-Sánchez, J. M., & Sabando-Piguabe, L. F. (2021). Emisiones de gases contaminantes en vehiculos livianos a gasolina. *Revista Científica “INGENIAR”: Ingeniería, Tecnología e Investigación*, 4(8). doi:<https://doi.org/10.46296/ig.v4i8.0024>



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.

