



Los sistemas de Inyección Electrónicos y el Control de Gases

Electronic Injection Systems and Gas Control

Sistemas de Injeção Eletrônica e Controle de Gás

Jonathan David Sandovalin-Malitaxi ^I
sandovalindavid93@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-2491-9973>

Edwin Damian Correa-Sacan ^{II}
e.dwindamian.94@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-0813-9790>

Jairo Edison Guasumba-Maila ^{III}
jguasumba@istte.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0002-0533-0397>

Diego Andres Calero-Torres ^{IV}
acalero@istte.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0003-4754-4251>

Correspondencia: sandovalindavid93@gmail.com

Ciencias Técnicas y Aplicadas
Artículo de Investigación

***Recibido:** 20 de febrero de 2022 ***Aceptado:** 18 de marzo de 2022 * **Publicado:** 01 abril de 2022

- I. Participante Investigador, Estudiante Tecnología Superior en Mecánica Automotriz, Instituto Superior Tecnológico Tecnoecuatoriano, Quito, Ecuador.
- II. Participante Investigador, Estudiante Tecnología Superior en Mecánica Automotriz, Instituto Superior Tecnológico Tecnoecuatoriano, Quito, Ecuador.
- III. Magister en Diseño Mecánico, Docente Investigador, Coordinador de Carrera de Mecánica Y Electromecánica Automotriz, Instituto Superior Tecnológico, Quito, Ecuador.
- IV. Diplomado en Autotronica Automotriz. Docente investigador, Profesor Investigador de la Carrera de Tecnología en Electromecánica Automotriz, Instituto Superior Tecnológico Tecnoecuatoriano, Quito, Ecuador.

Resumen

El sistema de control de gases que emite un vehículo conforma un conjunto de químicos que resultan en su mayoría tóxicos al medio ambiente y por ende a la salud del ser humano. Desde que se comenzó con la utilización de combustible fósil para la gran mayoría de las actividades industriales, se ha visto un aumento alarmante en la formación y acumulación de gases efecto invernadero que hoy tanto aquejan a la población mundial. La presente investigación busca exponer los diferentes sistemas de inyección electrónica en los vehículos y como se utiliza la electrónica en pro de un mejor y más eficiente control de los gases, así como conocer los diferentes tipos de sistemas de inyección de combustibles y cómo han evolucionado con el tiempo, se conocerá cómo funciona una unidad de control electrónica (ECU) así como los elementos que la conforman. Es una investigación de tipo documental, en la que se realizan diferentes revisiones bibliográficas de tesis, trabajos de grados, artículos científicos, papeles de trabajo de diferentes universidades entre otro tipo de publicaciones disponibles. En conclusión, los sistemas de inyección electrónica representan una nueva era en lo que a combustión de motores se refiere, específicamente en el manejo y control de gases de los motores que se traducen no solo en mayor eficiencia en el desempeño del motor sino que también influye de una mejor manera en el control de gases.

Palabras claves: control de gases; sistema de inyección; unidad de control electrónica.

Abstract

The gas control system emitted by a vehicle makes up a set of chemicals that are mostly toxic to the environment and therefore to human health. Since the use of fossil fuels began for the vast majority of industrial activities, there has been an alarming increase in the formation and accumulation of greenhouse gases that today so afflict the world population. The present investigation seeks to expose the different electronic injection systems in vehicles and how electronics are used for better and more efficient control of gases, as well as to know the different types of fuel injection systems and how they have evolved with Over time, it will be known how an electronic control unit (ECU) works as well as the elements that make it up. It is a documentary-type investigation, in which different bibliographic reviews of theses, degree works, scientific articles, working papers from different universities, among other types of available publications, are carried out. In conclusion, electronic injection systems represent a new era in terms of engine

combustion, specifically in the management and control of engine gases that translate not only into greater efficiency in engine performance but also influences in a better way in the control of gases.

Keywords: gas control; injection system; electronic control unit.

Resumo

O sistema de controle de gases emitidos por um veículo compõe um conjunto de produtos químicos que, em sua maioria, são tóxicos ao meio ambiente e, portanto, à saúde humana. Desde o início do uso de combustíveis fósseis para a grande maioria das atividades industriais, houve um aumento alarmante na formação e acúmulo de gases de efeito estufa que hoje tanto afligem a população mundial. A presente investigação busca expor os diferentes sistemas de injeção eletrônica em veículos e como a eletrônica é utilizada para um melhor e mais eficiente controle de gases, bem como conhecer os diferentes tipos de sistemas de injeção de combustível e como eles evoluíram com o passar do tempo, saber como funciona uma unidade de controle eletrônico (ECU), bem como os elementos que a compõem. Trata-se de uma investigação do tipo documental, na qual são realizadas diferentes revisões bibliográficas de teses, trabalhos de licenciatura, artigos científicos, trabalhos de diferentes universidades, entre outros tipos de publicações disponíveis. Em conclusão, os sistemas de injeção eletrônica representam uma nova era em termos de combustão do motor, especificamente na gestão e controle de gases do motor que se traduzem não só em maior eficiência no desempenho do motor, mas também influenciam de maneira melhor no controle de gases.

Palavras-chave: controle de gases; sistema de injeção; unidade de controle eletrônico.

Introducción

La humanidad ha estado en constante evolución desde que comenzó su vida en la tierra, cada herramienta o utensilio que pudo confeccionar cubrían ciertas necesidades, de comida, vestido vivienda e incluso transporte, luego con el pasar de los siglos, los seres humanos fueron capaces de conformar civilizaciones enteras, haciendo uso de su ingenio y creatividad, y haciendo uso de los materiales con que contaba en el momento y lugar donde se encontraban, esto dio como consecuencia grandes avances en la ciencia y la tecnología, se pudo crear la escritura, avances en las matemáticas y la astronomía, así como notables avances en ingeniería y medicina, poco a poco la humanidad fue creciendo en número y los asentamientos dejaron de serlo para convertirse en

grandes ciudades, metrópolis en las que confluyen diferentes actividades económicas y culturales las cuales dan vida a lo que hoy se conoce como la vida actual del ser humano.

Sin embargo, esto trajo como consecuencia que el acelerado ritmo que lleva la humanidad haya ocasionado grandes desastres naturales y hoy en día se hable de extinción de varias especies, el uso de combustibles fósiles ha marcado la historia de la humanidad en un antes y un después de su uso, ya que el uso de este tipo de combustible solo ha ocasionado múltiples problemas al ambiente, los efectos de los gases invernaderos han ocasionado la gran pérdida de parte de la capa de ozono que recubre la tierra, lo que provoca fenómenos climáticos como *el niño* que han causado estragos en el mundo entero.

Se denomina cambio climático a la variación global del clima de la Tierra debido a causas naturales, pero principalmente a la acción humana, que se traduce en quema de combustibles fósiles, pérdida de bosques y otras actividades producidas en el ámbito industrial, agrícola y transporte, entre otros, como consecuencia de una retención del calor del Sol en la atmósfera. Esta última característica es conocida como "efecto de invernadero". Entre los gases que producen dicho efecto se encuentran el dióxido de carbono, el óxido nitroso y el metano. Dentro de las consecuencias en curso que ha originado el calentamiento global, están el aumento de la temperatura media, modificación de los patrones de lluvia, nieve, alza del nivel del mar, reducción de la superficie cubierta por nieves y glaciares, tormentas y sequías (Comisión Económica para América Latina y el Caribe, CEPAL, 2021).

En las últimas décadas se han experimentado unos niveles de contaminación atmosférica por encima de las normas permitidas por la Organización Mundial de la Salud (OMS). Por esta razón, investigadores ambientales realizan esfuerzos encaminados a cuantificar los contaminantes y analizar los posibles efectos sobre la salud de las personas, sobre los materiales y sobre el ecosistema en general. Una de las fuentes de contaminación atmosférica proviene del sector transporte Pineda y Muñoz (2018)

La utilización de combustibles fósiles utilizados en el transporte produce una mezcla compleja de contaminantes a los que la población está expuesta en la vida urbana. Las características precisas de la mezcla dependen tanto de las diferentes fuentes de contaminación como del tráfico vehicular y la generación de energía. Todas las mezclas 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. Además, todos los procesos de

combustión producen partículas, las cuales -en su mayoría- son tan pequeñas que pueden ser inhaladas bien sea como emisiones primarias (tales como hollín producido por Diesel), o bien como partículas secundarias a través de la transformación atmosférica (como, por ejemplo, las partículas de sulfato formadas a partir de la quema de combustible que contenga azufre)(Cohen, 2004) Citado por Pineda y Muñoz (2018)

Esta investigación pretende dar una revisión a todo lo referente a los sistemas de inyección electrónica y el control de emisiones de gases de los vehículos, se revisa todos los tipos de inyección de combustible y sus diferentes tipos de mecanismos para el control de las emisiones.

Metodología

La presente investigación se presenta bajo la metodología de revisión bibliográfica, la cual tiene como propósito realizar consultas de diferentes autores con la finalidad de generar una serie de conclusiones y discusión de los resultados, la revisión de la literatura implica detectar, consultar y obtener la bibliografía (referencias) y otros materiales que sean útiles para los propósitos del estudio, de donde se tiene que extraer y recopilar la información relevante y necesaria para enmarcar nuestro problema de investigación Hernández et al. (2014)

Por otro lado es de tipo documental, ya que el investigador realiza una búsqueda de información de segunda mano, cuando busca y elige aquella información que ya está documentada: registrada, recopilada y clasificada; información que puede estar en forma de escritura, voz, imagen, sonido, símbolos gráficos, tablas o cuadros estadísticos, mapa, dibujo, escultura, etc. Hernández et al. (2014)

La presente investigación se realizó bajo la revisión de diferentes artículos, libros, trabajos de grado, proyectos, revistas científicas y fuentes verificables que garantizan la fiabilidad de los conceptos y análisis que se presentan.

Resultados y discusión

Los automóviles surgieron como una de las invenciones más utilizadas y evolucionadas de la historia humana, desde la rueda el hombre en su intento de satisfacer las necesidades de cada día pudo elaborar este instrumento que luego sería uno de los inicios de una gran industria que se expandiría por todos los rincones del mundo, desde ese entonces cuando la rueda fue un

instrumento muy útil para dar movimiento y traslado a grandes rocas para la construcción de enormes edificaciones, civilizaciones enteras pudieron contar con un transporte de materiales y personas muy útil, hasta la invención de la máquina de vapor la tecnología fue creciendo cada día más, las antiguas carretas que eran movidas por caballos o cualquier otro animal de arrastres hasta la invención del primer automóvil, aunque hubo intentos anteriores se considera el año 1886 como el año del nacimiento del vehículo, su inventor fue Karl Benz, creador del Benz Patent-Motorwagen (coche a motor patentado Benz, en alemán) era un vehículo de tres ruedas con un motor de tracción trasera una especie de timonel que hacía las veces de volante y un sofá para dos personas (Pinilla, 2019).

Los vehículos han cambiado mucho desde ese primer vehículo, sin embargo su función a nivel del motor sigue llevando las mismas líneas, es decir el sistema de flujo de combustible administra el flujo del combustible hacia el motor cuyo principal componente es el carburador. Este componente va instalado en el sistema de combustible de los motores convencionales, y se utiliza para formar la mezcla aire-combustible con que se produce la combustión. Su trabajo consiste en atomizar y vaporizar la gasolina para mezclarla con el aire admitido en el motor, en las proporciones adecuadas para que se lleven a cabo: el arranque, la marcha en ralentí, la aceleración y la generación de la potencia requerida, dependiendo de los regímenes de operación y de las distintas velocidades desarrolladas por el motor Montero y Paguay (2021)

Este es uno de los componentes del motor convencional, sin embargo hoy en día la mayoría de los vehículos poseen sistema de inyección electrónica, sin embargo es importante conocer la evolución que ha logrado que los automóviles pasen del carburador a la inyección electrónica.

En este sentido, Montero y Paguay (2021) mencionan que el carburador logro su máximo apogeo en el año de 1980, en la actualidad con los continuos avances de la industria automotriz lo que se busca es tener una mejor optimización en el desempeño del motor, es por eso que paulatinamente se ha ido reemplazando el carburador por elementos más modernos como el sistema de inyección electrónica, con la finalidad de evitar tener mezclas demasiado pobres o muy ricas.

En el libro Motores de Combustión Interna Alternativos Payri (2011) citado por Trujillo et al. (2020) resulta evidente la necesidad de generar y controlar los reglajes de los motores durante su funcionamiento; en los casos de motores por encendido provocado, aunque la potencia sea controlada mediante una válvula de mariposa, el carburador era el dispositivo capaz de dosificar de manera mayor o menor la potencia y la dosificación de combustible en función del

gasto másico que entra al motor, y fue necesario el desarrollo de sistemas con mayor capacidad de adaptar el punto de encendido de la mezcla en condiciones de funcionamiento, por lo cual con el fin de satisfacer y regir los requerimientos se desarrollaron sistemas centrífugos y sistemas neumáticos que adaptaban el avance de encendido respecto al régimen de giro y que aprovechaban la depreciación en el colector de admisión producido por la mariposa de admisión a bajas cargas, estos sistemas desarrollados permitían modificar la fase relativa de la leva que fijaba el ángulo de encendido para así adaptar el avance a las condiciones ideales en las que se encontraba el motor en funcionamiento Conesa (2011) citado por Trujillo et al. (2020)

Con el pasar del tiempo estos sistemas fueron presentando problemas en las mezclas de combustible, por lo cual fue necesario introducir sistemas que fueran automatizados, estos sistemas ofrecen un control preciso y controlado fue implementado una sonda de concentración de oxígeno en el colector de escape que se la llamó sonda lambda, que precisa el uso de la electrónica de inyección Ogata (2003) citado por Trujillo et al. (2020)

Los sistemas de inyección de combustibles se pueden clasificar de la siguiente manera:

- 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:
 - Inyección continua: Siempre está inyectando combustible.
 - Inyección intermitente: La inyección es intermitente por lapsos de tiempo.
 - Inyección Secuencial: Cada inyector tiene un tiempo para la inyección, la inyección va de uno en uno.

- Inyección semisecuencial: Actúan dos inyectores al mismo tiempo en forma secuencial.
- Inyección simultánea: Todos los inyectores trabajan al mismo tiempo.

Las características de funcionamiento y se clasifican en:

- Inyección Mecánica (K-jetronic): Proporciona un caudal variable de carburante pilotado mecánicamente y en modo continuo.
- Inyección Electromecánica (Ke-jetronic). Es un sistema perfeccionado que combina el sistema K-Jetronic con un sistema de control electrónica.
- Inyección Electrónica (L-jetronic, LE-jetronic, motronic, Dijijet, Digifant). Es un sistema perfeccionado con un mayor control de las entradas y salidas de parámetros para el cálculo de inyección, para evitar la emisión de gases contaminantes y mejorar el rendimiento del motor (Nuñez, 2018).
-

Inyección indirecta y directa.

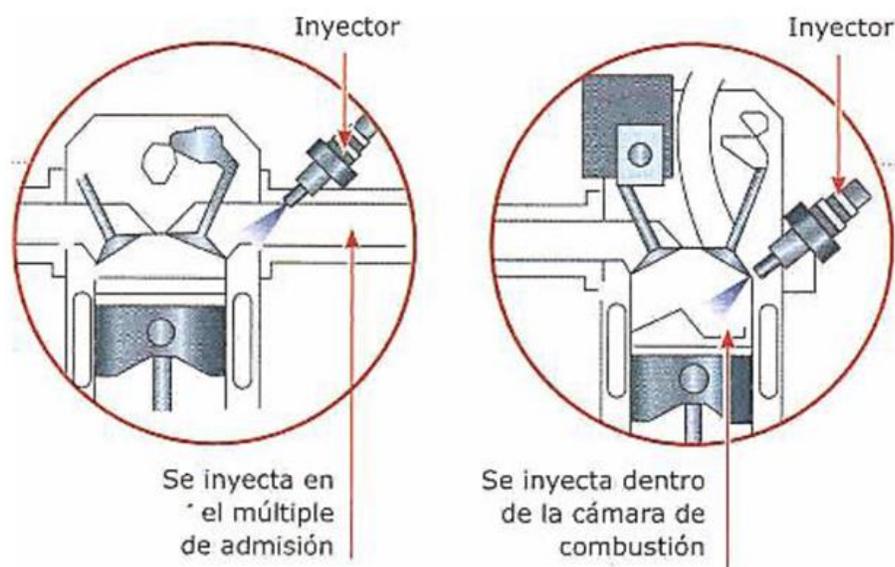


Figura 1. Sistemas de Inyección.
Fuente: Montero y Paguay (2021)

Los sistemas de inyección han evolucionado y adaptado a las diversas necesidades de los motores que los usan, a continuación se presenta una comparativa de este tipo de sistemas.

Tabla 1 Algunos Sistemas de Inyección.

K-JETRONIC	KE-JETRONIC	L-JETRONIC	LE-JETRONIC	LE2-JETRONIC	LE3-JETRONIC	MOTRONIC ML 4.1	MOTRONIC ML 2.5
Inyección mecánica, indirecta, intermitente y simultánea	Inyección mixta, indirecta, intermitente y simultánea	Inyección mixta, indirecta, intermitente y simultánea	Inyección mixta, indirecta, intermitente y simultánea	Inyección mixta, indirecta, intermitente y simultánea	Inyección mixta, indirecta, intermitente y simultánea	Inyección mixta, indirecta, intermitente y simultánea	Inyección mixta, indirecta, intermitente y secuencial
Rampa de inyectores de sección redonda	Rampa de inyectores de sección redonda	Rampa de inyectores de sección redonda	Rampa de inyectores de sección redonda	Rampa de inyectores de sección cuadrada	Rampa de inyectores de sección cuadrada	Rampa de inyectores de sección cuadrada	Rampa de inyectores de sección cuadrada
Inyectores mecánicos. Apertura: 3.5 bar	Inyectores mecánicos. Apertura: 3.5 bar	Inyectores: tensión de apertura 3 voltios (R=2,4 - 2,6 Ω)	Inyectores: tensión de apertura 12, con solenoide de latón (R= 14 - 16 Ω)	Inyectores: tensión de apertura 12, con solenoide de latón (R= 14 - 16 Ω)	Inyectores: tensión de apertura 12, con solenoide de latón (R= 14 - 16 Ω)	Inyectores: tensión de apertura 12, con solenoide de latón (R= 14 - 16 Ω)	Inyectores: tensión de apertura 12, con solenoide de latón (R= 14 - 16 Ω)
Medición de aire por plato-sonda	Medición de aire por plato-sonda	Medición de aire por flujómetro de 7 pines	Por flujómetro de 5 pines. Aleta sonda con válvula de sonoridad	Medición de aire por flujómetro de 5 pines	Medición de aire por flujómetro de 4 pines	Medición de aire por flujómetro de 5 pines	Medición de aire por hilo caliente
Relé taquimétrico	Relé taquimétrico	Relé doble e interruptor seguridad electrobomba en flujómetro	Relé taquimétrico	Relé taquimétrico	Relé doble e interruptor seguridad electrobomba por flujómetro electrobomba comandado por la ECU	Relé doble e interruptor seguridad electrobomba por flujómetro electrobomba comandado por la ECU	Relé doble e interruptor seguridad electrobomba por flujómetro electrobomba comandado por la ECU
Inyector de arranque en frío controlado por termo contacto temporizado	Inyector de arranque en frío controlado por termo contacto temporizado	Inyector de arranque en frío controlado por termo contacto temporizado	Inyector de arranque en frío controlado por termo contacto temporizado	No lleva. Duplicación de impulsos en la fase de arranque en frío	No lleva. Duplicación de impulsos en la fase de arranque en frío	No lleva. Duplicación de impulsos en la fase de arranque en frío	No lleva. Duplicación de impulsos en la fase de arranque en frío
Regulación de riqueza por tornillo de accionamiento sobre plato-sonda	Regulación de riqueza por tornillo de accionamiento sobre plato-sonda y control por regulador electro-hidráulico	Regulación de riqueza por by pass en flujómetro	Regulación de riqueza por by pass en flujómetro	Regulación de riqueza por by pass en flujómetro	Potenciómetro de control de oxígeno en el flujómetro	Potenciómetro de control de oxígeno en el flujómetro	Potenciómetro de control de oxígeno en el medidor de hilo caliente
Sin ECU	ECU analógica de 25 pines	ECU analógica de 35 pines	ECU analógica de 25 pines	ECU analógica de 25 pines	ECU digital de 15 pines	ECU digital de 35 pines	ECU digital de 55 pines
Sin ECU	Sin ECU	Sin ECU	Sin ECU	ECU: enriquecimiento en fase de arranque en frío y corte en deceleración.	ECU: enriquecimiento en fase de arranque en frío y corte en deceleración.	ECU: enriquecimiento en fase de arranque en frío y corte en deceleración.	ECU: enriquecimiento en fase de arranque en frío y corte en deceleración.
Sin ECU	ECU en el interior del vehículo	ECU en el interior del vehículo	ECU en el interior del vehículo	ECU en el interior del vehículo	ECU montada sobre el flujómetro	ECU en el interior del vehículo	ECU en el interior del vehículo

Fuente: Trujillo et al. (2020)

En los motores de encendido por compresión naturalmente aspirados sin el sistema de recirculación de gases, no es necesario el control de aire, en parte, los mec actualmente son incorporados con turbo-compresores que los vuelve sobrealimentados y poseen un sistema de recirculación de gases de escape, para evitar inestabilidades entre cada sistema se ha decidido implementar un control independiente para determinadas variables necesarias Trujillo et al. (2020).

Un cuerpo de mariposa para controlar el volumen de flujo de aire en un motor es importante lograr una alta precisión dimensional del hueco de la válvula en el estado de válvula cerrada. Los cuerpos de mariposa de resina tienen dos posibles desventajas que deben resolverse antes de la producción. El primero es una mayor fuga de aire en el estado de válvula cerrada y el segundo es una menor conducción de calor para descongelar la válvula en un clima gélido. La primera desventaja de una mayor fuga se ha resuelto mediante el uso de la primera tecnología de moldeo del mundo que permite el moldeo simultáneo de la válvula y el orificio con el mismo material de resina en el mismo conjunto de troquel de moldeo en las mismas condiciones de moldeo para mejorar la precisión dimensional de espacio entre el orificio de la válvula. Además de eso, la forma de la válvula se ha diseñado para aumentar la resistencia al flujo de aire en el espacio del orificio de la válvula. La segunda desventaja de una conducción de calor más pequeña se ha compensado mediante el uso de una estructura de doble orificio para atrapar las gotas de agua arrastradas en el flujo de aire hacia la válvula Tanaka et al. (2011) citado por Guasumba et al. (2021)

En un sistema de gestión del motor guiado por par, el punto de ajuste de la válvula de mariposa electrónica resulta del par previsto en un modelo de carga del colector de admisión inverso. La posición objetivo de la válvula de mariposa se calcula a partir del comando de par mediante varios pasos, y se establece mediante el controlador de posición de la válvula de mariposa. El objetivo del control de la válvula del acelerador es hacer coincidir con precisión el aire real con la masa de aire deseada del modelo de torque. En la entrada del modelo de carga del colector de admisión, la masa de aire que fluye hacia el motor resulta de la posición de la válvula de mariposa y velocidad, esta relación debe ser exactamente invertible para que la posición objetivo de la válvula de mariposa se pueda calcular Guasumba et al. (2021) . A continuación en la figura 2 se observa el funcionamiento del colector de admisión, los cuales pueden ser usados en vehículos con o sin carburador.

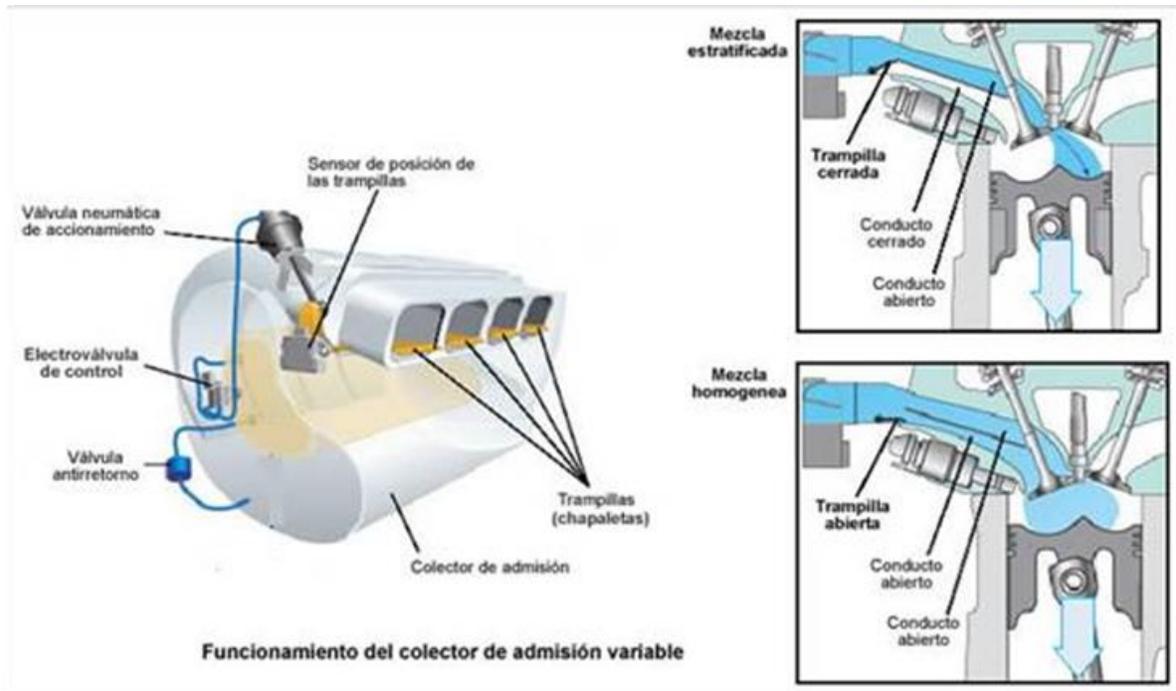


Figura 2. Funcionamiento del Colector de Admisión Variable

Fuente: Van y Schafer (2016)

La señal de entrada para el controlador de posición es la diferencia entre las posiciones real y deseada de la válvula. Dependiendo de esta desviación, un algoritmo de control calcula una señal de control de la señal de modulación de ancho de pulso que influye en el servomotor de la válvula para que la posición real de la válvula de mariposa se mueva a la posición deseada (Ver Figura 3) Van y Schafer (2016)

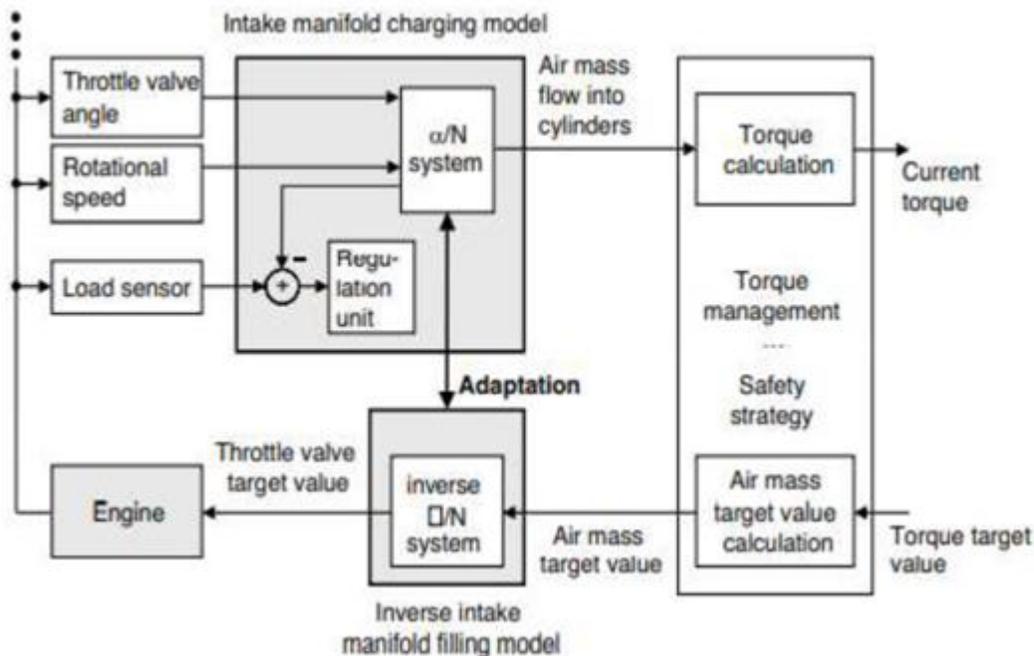


Figura 3. Ruta inversa de carga del colector de admisión.
Fuente: Guasumba et al. (2021)

El funcionamiento del sistema de inyección electrónica depende en gran medida de la información que los sensores envíen, en decir, Así como el cuerpo humano recibe información del exterior por medio de los sentidos como el tacto o el gusto, la inyección electrónica recolecta información del estado del motor mediante los sensores. La información recibida es procesada por la ECU (por las siglas en inglés de unidad de control de energía) y ordena a los actuadores una función específica. Para lograr la mezcla estequiométrica de 14:7 (14 partes de aire por una de combustible), es indispensable conocer: la cantidad de aire que ingresa, la temperatura del motor, si el motor está girando, si está el vehículo detenido o en movimiento, el vacío del múltiple de admisión, etc. Para cada una de estas tareas se pensó un sensor que informa a la ECU del estado del motor. También para cada acción que debe realizar la ECU se pensó un actuador que realice dicha tarea. Por ejemplo: el motor a pasos, o la válvula de ralentí que regulan la marcha lenta según la temperatura del motor, si está funcionando el aire acondicionado o no (Ver Figura 4) Universidad Nacional de la Plata UNP (2018)

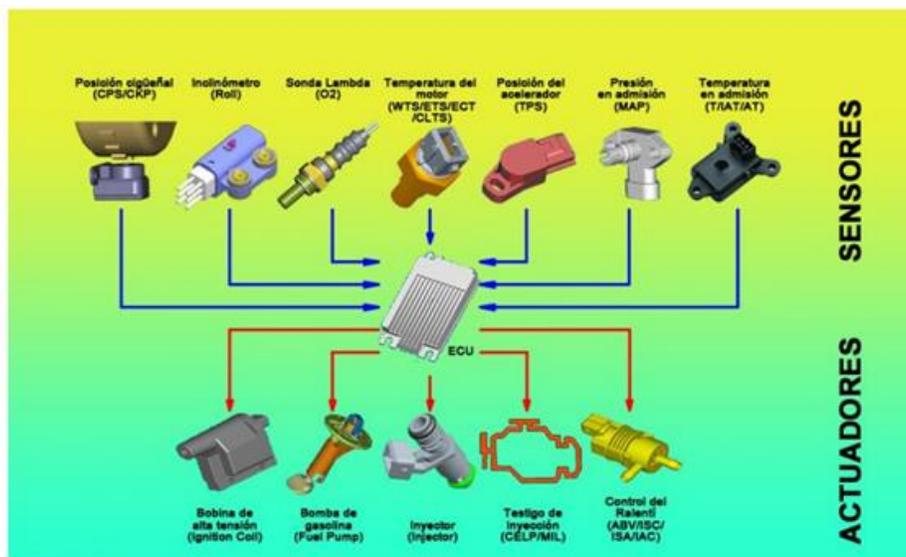


Figura 4. Elementos que intervienen en el sistema de inyección electrónica.

Fuente: UNP (2018)

Las demandas de bajas emisiones vehiculares y menor consumo de combustible, mediante el cual el combustible se inyecta por vía electrónica. Los inyectores de combustible controlados para cilindros individuales en los brazos de admisión de los motores de gasolina son las principales influencias en el diseño de los sistemas de inyección de colectores de admisión modernos. Las medidas para reducir las emisiones más allá de las funciones básicas de los sistemas de control del motor —inyección y encendido— se basan principalmente en los estándares de emisiones requeridos, las emisiones no tratadas del motor de combustión y la clase de peso del vehículo en la prueba de smog. Estas medidas, así como su diagnóstico, aumentan la complejidad de los sistemas de control del motor en forma de sensores, actuadores, cableado y programación informática Van y Schafer (2016)

Se diferencian dos tipos de sistemas de inyección electrónica:

1. Sistema de combustible con un sistema de flujo de retorno. Una característica de este sistema de combustible es que el regulador de presión está directamente en el riel de distribución de combustible. El diafragma de presión recibe la presión del colector de admisión en un lado, de modo que existe una presión diferencial constante entre el combustible en el riel de combustible y el colector de admisión. Dado un tiempo de control

constante del inyector de combustible, esto hace que la cantidad de combustible inyectado sea independiente de la presión del colector de admisión.

2. Se desarrollaron sistemas de combustible sin retorno. Se caracterizan por la integración de la bomba de combustible y la válvula de control de presión en el tanque, o cerca del tanque. La ventaja de este diseño es que el exceso de combustible no tiene que bombearse primero al compartimiento del motor y luego fluye a través del regulador de presión de regreso al tanque. Los tiempos de inyección se corrigen correspondientemente por el sistema de control del motor en función de la presión constante del combustible de aproximadamente 350 kPa (3,5 bar \pm 0,5 bar).

En la Figura 5 se muestra el sistema de distribución de combustible con flujo de retorno y sin retorno.

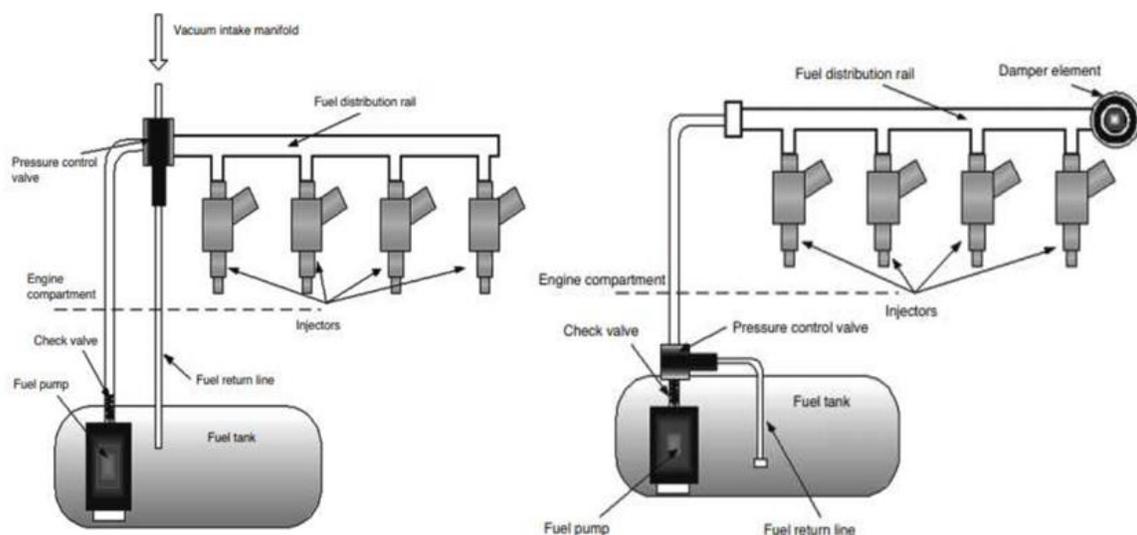


Figura 5. Sistema de distribución de combustible con flujo de retorno y sin retorno.

Fuente: Guasumba (2021)

El sistema de inyección directa, el combustible se inyecta directamente en la cámara de combustión desde un raíl central de distribución de combustible a alta presión mediante inyectores de combustible controlados electrónicamente. Además, la inyección directa enfría el interior del cilindro de la evaporación del combustible, lo que luego reduce los golpes a plena carga. Por tanto, esto permite aumentar la compresión en aproximadamente una unidad. Esto, además, crea un menor consumo específico de combustible Van y Schafer (2016).

Los sistemas de control de gases juegan un papel fundamental para evitar la expulsión al medio ambiente de este tipo de gases que en su mayoría son tóxicos, en un esfuerzo conjunto por preservar el medio ambiente se puede definir a los sistemas de control de emisiones o más conocidos como sistemas anticontaminantes instalados en los vehículos como, todas las nuevas tecnologías diseñadas para disminuir las emisiones de gases contaminantes producto de la combustión producida en los motores de combustión interna de los vehículos. Estos sistemas están diseñados principalmente para reducir las emisiones de gases nocivos para el medio ambiente y por lo tanto están dispuestas en determinadas ubicaciones dependiendo la función que vayan a cumplir (Chicaiza, 2019).

En este sentido, es útil conocer el tipo de gases que emiten los motores, en este caso los motores a Diesel, se muestran a continuación:

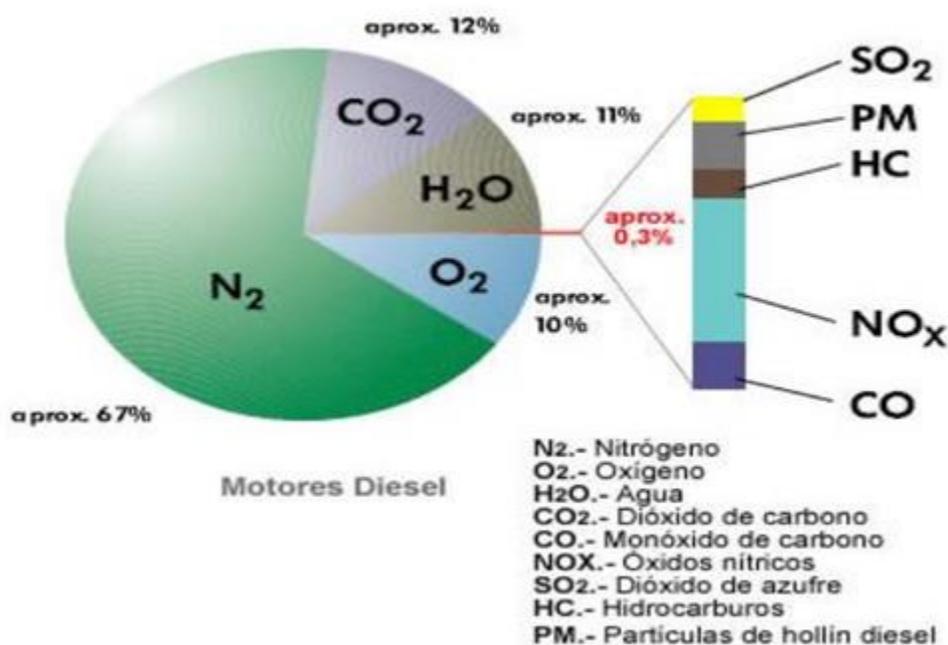


Figura 6. Composición de los gases de escape de los motores Diesel.

Fuente: (Chicaiza, 2019).

Los vehículos han evolucionado al pasar de los años conforme las tecnologías lo han hecho, los sistemas de control de emisiones de gases se han diseñado en pro de evitar la contaminación de estos al medio ambiente y a la salud del ser humano.

Los primeros sistemas fueron controlados por una válvula de obturador que se abre o se cierra por una celda de vacío (accionamiento neumático). En este contexto, la presión de la pipa de inducción sirvió como una variable de control para la celda de vacío. Como tal, la posición de la válvula de esta era dependiente del estado de funcionamiento del motor

Para el sistema de recirculación de gases electrónico, la válvula EEGR se activa mediante un motor paso a paso eléctrico y no utiliza vacío para controlar el Movimiento físico de la válvula. No se utiliza diafragma de vacío. No se utiliza sensor de realimentación de presión diferencial EGR (DPFE). No se utiliza ningún tubo / conjunto de orificio. No se utiliza ningún solenoide regulador de vacío EGR. El refrigerante del motor se encamina a través del ensamblaje en algunas aplicaciones de vehículos. Las aplicaciones son refrigeradas por aire Juchems (2006) mencionado por (Chicaiza, 2019).

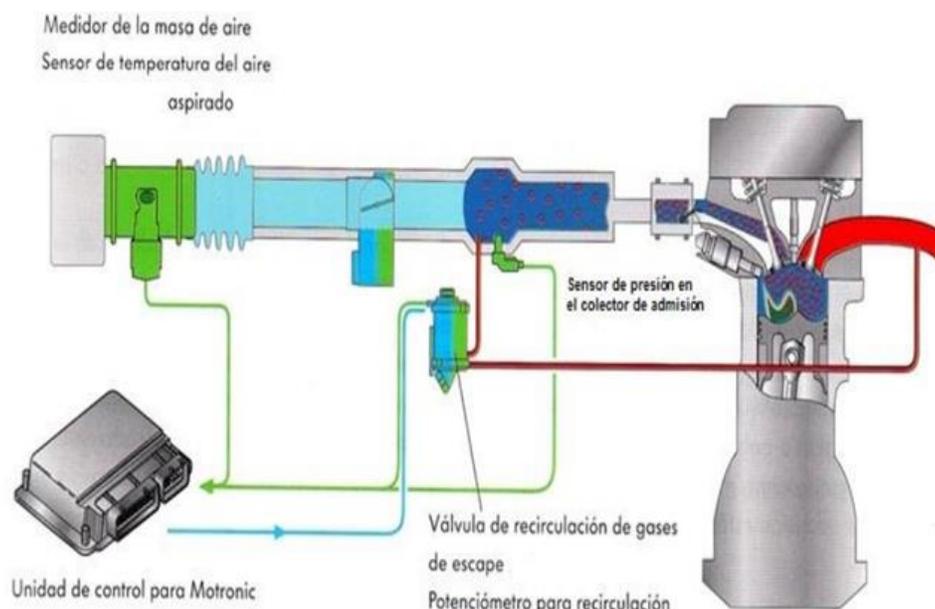


Figura 7. Sistema de recirculación de gases electrónico.

Fuente: (Chicaiza, 2019).

Este sistema utiliza una válvula eléctrica que opera bajo la función de un motor paso a paso que consta de 4 bobinas internamente y depende de la conexión interna para tener 5 o 6 terminales lo cual significa que el motor que opera es un motor paso a paso bipolar Quimis (2013) mencionado por (Chicaiza, 2019).

Referencias

1. Chicaiza, J. (2019). *Evaluar el Funcionamiento de un Motor con Sistema de Inyeccion Electronica CRDI con y sin Recirculacion de Gases de Escape*. . Ibarra: Trabajo de Grado Previo a la Obtencion del Titulo de Ingeniero en Mantenimiento Mecanico de la Univerisdad Tecnica del Norte .
2. Cohen, A. (2004). *Urban air pollution", Comparative Quantification of Health Risks; Global and Regional Burden of Disease Attributabl to Selected Major Risk Factors*.
3. Comisión Económica para América Latina y el Caribe, CEPAL. (2021). *Acerca de Cambio climático*. Recuperado el 10 de Febrero de 2022, de <https://www.cepal.org/es/temas/cambio-climatico/acerca-cambio-climatico>
4. Guasumba, J., Galeano , H., Oramas, D., & Vergara, E. (2021). El control y la gestión de la inyección electrónica de combustible para los motores de encendido provocado. *Dominio de las Ciencias* , 1869-1887.
5. Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, M. (2014). *Metodologia de la Investigacion*. Mexico: Mc Graw Hill.
6. Montero, C., & Paguay, F. (2021). *Estudio e Implementacion de un Sistema de Inyeccion Electronica Programable para el Aumento del Rendimiento y Disminucion de Gases de Escape Contaminantes en un Vehiculo Suzuki forsaga*. Cuenca: Trabajo de Titulacion Previo a la Obtencion del Titulo de Ingeniero en Mecanica Automotriz de la Universidad Politecnica Salesiana .
7. Nuñez, R. (2018). *DIAGNÓSTICO POR IMÁGENES DEL SISTEMA DE INYECCIÓN ELECTRÓNICO DEL MOTOR J20A DEL CHEVROLET GRAND VITARA*. Guayaquil: Trabajo de Grado Previo a la Obtencion del Titulo de Ingeniero en Mecanica Automotriz de la Universidad Internacional del Ecuador.
8. Pineda, B., & Muñoz , C. (2018). Aspectos relevantes de la movilidad y su relación con el medio ambiente en el Valle de Aburrá: una revisión. *Ingenieria y Desarrollo* .

9. Pinilla, T. (2019). *El Automovil 4.0*. 2019: Trabajo de grado para la obtencion del titulo de Ingeniero de Organizacion Industrial de la Escuela Tecnica Superior de Ingenieria Universidad de Sevilla .
10. Trujillo, J., Padilla, C., Buenaño, L., & Cuaical, B. (2020). Evolución y Tendencia de los Sistemas de Control de Motores de Combustión Interna Alternativos, una Revisión Bibliográfica. *Ingenio* .
11. Universidad Nacional de la Plata, UNP. (2018). *Funcionamiento del Sistema de Inyeccion Electronica*. Argentina: Secretaria de extensión universitaria.
12. Van, R., & Schafer, F. (2016). *Internal combustion engine handbookbasics, components, systems and perspectives*. Estados Unidos: Society of Automotive Engineers (SAE).
13. Woodyard, D. (2009). *Motores Diesel y Turbinasde Gas*.