

ANÁLISIS DEL TIEMPO DE INYECCIÓN ELECTRÓNICA DE UN AUTOMÓVIL CHEVROLET SPARK

Paúl Andrés Gudiño Guerrón
pgudino@institutovicentefierro.edu.ec
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9635-525X>
Instituto Superior Tecnológico Vicente Fierro - Ecuador

Jackson David García Sarmiento
jacksongsarmiento2002@gmail.com
ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-5609-5589>
Instituto Superior Tecnológico Vicente Fierro - Ecuador

Recibido: 11/09/23

Aceptado: 15/12/23

Publicado: 01/01/24

RESUMEN

El estudio analizó el consumo de combustible a través del tiempo de inyección de un motor a gasolina de 4 cilindros del vehículo Chevrolet Spark 1,0 L, entre 1560 msnm y 2960 msnm. Para la recolección se utilizó una ficha de observación donde se analizan variables como presión atmosférica (kPa) y régimen del motor (rpm), sin embargo, al ser un experimento cuasiexperimental, destacan ciertas variables de control propias de las condiciones ambientales como la temperatura ambiente y humedad relativa del aire. El estudio se lo realizó en las ciudades de Tulcán, Valle del Chota y Atuntaqui. Una vez procesados los datos, se determinó la incidencia del régimen del motor, la presión atmosférica en el ancho de pulso y su relación directa con el consumo de combustible. Se evidenció la relación directa entre el tiempo de inyección electrónica y la presión atmosférica, al variar las cargas del motor de 2000 a 3000 rpm, con el mismo ángulo de apertura de la mariposa, siendo mayor a una altitud menor. Además, el tiempo de inyección disminuyó a mayor altitud, lo que conllevó a un menor consumo de combustible, fenómeno dado por la presión de aire en el colector de admisión.

PALABRAS CLAVE: motores de combustión interna, tiempo de inyección, altitud, revoluciones por minuto.

CHEVROLET SPARK AUTOMOBIL ELECTRONIC INJECTION TIME ANALYSIS**ABSTRACT**

The study analyzed fuel consumption through the injection time of a 4-cylinder petrol engine of the Chevrolet Spark 1.0 L, between 1560 and 2960 mbsl. For the collection, an observation sheet was used where variables such as atmospheric pressure (kPa) and engine regime (rpm) are analyzed, however, as it is a quasi-experimental experiment, certain control variables specific to environmental conditions such as ambient temperature and relative humidity of the air are highlighted. The study was conducted in the cities of Tulcán, Valle del Chota and Atuntaqui. Once the data were processed, the impact of the engine regime, atmospheric pressure on pulse width and its direct relationship to fuel consumption was determined. The direct relationship between electronic injection time and atmospheric pressure was demonstrated by different engine loads from 2000 to 3000 rpm, with the same opening angle as the butterfly, being greater at a lower altitude. In addition, the injection time decreased at higher altitude, which led to lower fuel consumption, a phenomenon given by the air pressure in the inlet collector.

KEY WORDS: internal combustion engines, injection time, altitude, revolutions per minute.

1. INTRODUCCIÓN

En el área de Mecánica Automotriz, el rendimiento de los vehículos, principalmente de motores de combustión interna a diferentes altitudes, ha sido siempre objeto de estudio. Considerando lo mencionado, se plantea el estudio del comportamiento de un motor de combustión interna de 1,0 L del Chevrolet Spark. Un motor de combustión interna a gasolina, sometido a diferentes condiciones, influye significativamente en el rendimiento del vehículo, incluyendo aspectos como la potencia del motor, el consumo de combustible y el funcionamiento de los sistemas de inyección electrónica (Jiménez et al., 2020).

Es así que la altitud disminuye potencia efectiva. Por tal razón, aumenta el tiempo de inyección electrónica y, por ende, el consumo de combustible en relación a la carga de motor (Serpe G. et al., 2016). Dada la importancia de comprender cómo la altitud afecta al rendimiento de los vehículos, este estudio se enfocó en realizar un análisis comparativo de la inyección electrónica de un automóvil a diferentes altitudes, con el objetivo de contribuir al conocimiento en este campo y proporcionar información relevante para el diseño y la optimización de sistemas de inyección electrónica en vehículos.

Según Molina (2020), en su proyecto de titulación "Análisis de un motor ciclo otto ante diferentes factores atmosféricos mediante un estudio comparativo de parámetros de identificación para obtener el rendimiento energético", de la Universidad Politécnica Salesiana Sede Cuenca, menciona que en su trabajo obtuvieron resultados favorables. El comportamiento del motor depende de diferentes variables de análisis como: cantidad de oxígeno, temperatura, consumo de combustible y emisión de gases, que son fundamentales para comprender su funcionamiento. La adecuada recopilación de esta información permite realizar un estudio eficaz. En este caso, los datos se basaron en un recorrido real en la ruta Cuenca - Guayaquil, lo que añade relevancia y aplicabilidad práctica al estudio presentado.

Según Arroyo, Cevallos, Imbaquingo y Melo (2021), en su artículo "Análisis de un motor ciclo otto ante diferentes factores atmosféricos mediante un estudio comparativo de parámetros de identificación para obtener el rendimiento energético", de la Universidad Técnica del Norte, se aprecia que el análisis de las emisiones contaminantes en un motor de combustión interna, con encendido provocado, revela la influencia de varios factores. La cantidad de oxígeno que ingresa a la cámara de combustión disminuye con la altura y la reducción de presión atmosférica, lo que afecta la generación de emisiones. Al considerar las emisiones de monóxido de carbono en relación con la altura y la variación del régimen del motor, se observa que las revoluciones por minuto son el factor más influyente en la formación de este gas.

Según López y Benítez (2023), en su proyecto de grado previo a la obtención del título con el tema de "Diagnóstico estequiométrico con osciloscopio / Análisis del sistema de encendido del motor 2ZR-FXE" de la Universidad Técnica del Norte indica que las bobinas de encendido del vehículo experimentaron modificaciones

Gudiño Guerrón P., García Sarmiento, J. (2024). Análisis del tiempo de inyección electrónica de un automóvil Chevrolet Spark. *Revista Cotopaxi Tech*, 4(1), 93-105.

<http://ojs.istx.edu.ec/index.php/cotopaxitech/article/view/132>

enero - julio (2024) ISSN 2806-5573

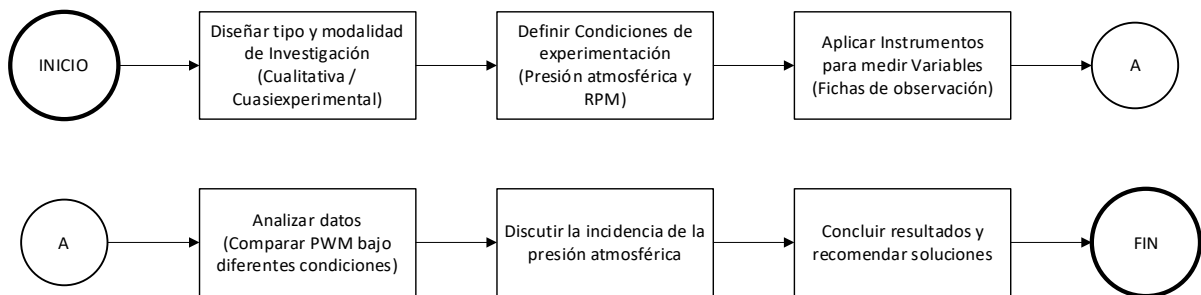
significativas en el flujo eléctrico cuando se alteró la estequiometría en el motor. Estos cambios en el flujo eléctrico se reflejaron a través del osciloscopio, lo que reveló alteraciones en parámetros clave, como el tiempo de combustión de la mezcla y el tiempo de saturación. Desde ese punto, es importante destacar que, a pesar de estos hallazgos, los oscilogramas no proporcionaron información suficiente para identificar posibles fallos en componentes específicos del sistema de encendido, entendiéndose que el motor se encontraba en buen estado.

2. ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS / MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación buscó evaluar cualitativamente el rendimiento del pulso del sistema de inyección electrónica del Chevrolet Spark 2009, ante variaciones controladas de presión atmosférica y régimen del motor (rpm). La metodología usada respeta las actividades mostradas en Figura 1.

Figura 1

Flujograma de variables.



Fuente: autoría propia.

En este marco, se adoptó un enfoque mixto, respaldado por la utilización de fichas de observación, donde se abordaron diferentes parámetros para explorar, de manera detallada, los impactos de las variaciones en la presión atmosférica y el régimen del motor (rpm) en el rendimiento del sistema de inyección electrónica del Chevrolet Spark 2009. La ficha de observación, estructurada meticulosamente para la toma de datos, se implementó durante la manipulación controlada de las dos variables.

En este proyecto de investigación, se adoptó una modalidad cuasiexperimental, debido a la naturaleza de la manipulación controlada de las variables de interés: la presión atmosférica y las revoluciones por minuto (rpm), durante las observaciones del sistema de inyección electrónica del Chevrolet Spark 2009. Aunque el diseño cuasiexperimental comparte similitudes con los diseños experimentales tradicionales, se diferencia en la falta de control de ambiente exterior como temperatura del medio ambiente y humedad relativa. Se buscó analizar los efectos prácticos y observables de las variaciones de estas variables en un entorno casi controlado, permitiendo así la exploración de relaciones causa-efecto de manera más realista y aplicada. La modalidad cuasiexperimental ofrece la flexibilidad necesaria para llevar a cabo este tipo de investigaciones en

condiciones de campo, permitiendo una aproximación más práctica a la comprensión de la influencia de la presión atmosférica y el régimen del motor en el tiempo de inyección del sistema de combustible del vehículo.

La técnica usada se basó en la observación directa, controlando variables como altura sobre el nivel del mar o presión atmosférica y el régimen del motor. Se emplea la ficha de observación como instrumento central en este estudio. La recopilación de datos se llevó a cabo en tres ciudades distintas, cada una caracterizada por variaciones en la presión atmosférica. Durante estas observaciones, se modularon las revoluciones del motor en diferentes rangos, abarcando desde 800 rpm hasta 4000 rpm. La obtención de datos se realizó mediante un escáner automotriz *Launch X431*, que permite la visualización y registro preciso del tiempo de inyección electrónica. Este enfoque integral de recopilación de datos proporcionó una visión detallada de cómo las condiciones atmosféricas y las rpm afectan cualitativamente el rendimiento del sistema de inyección electrónica en el Chevrolet Spark 2009.

La población considerada en este estudio fue los datos recopilados del comportamiento del sistema de inyección electrónica PWM del Chevrolet Spark 2009, 4 cilindros de 1.0L en respuesta a variaciones controladas de presión atmosférica y régimen del motor. La población específica fue los resultados y observaciones obtenidas durante las pruebas del sistema de inyección electrónica del Chevrolet Spark 2009, 4 cilindros 1.0 L bajo condiciones variables de presión atmosférica y rpm.

El análisis del comportamiento del tiempo de inyección electrónica del Chevrolet Spark 2009 1,0 L ante variaciones en la presión atmosférica y el régimen del motor, permite clasificar a las variables de estudio en independientes, dependientes y de control.

VARIABLES INDEPENDIENTES

Presión atmosférica. Se manipula de manera controlada, considerando los metros sobre nivel del mar y tres ubicaciones geográficas diferentes, presentada en la Tabla 1.

Tabla 1

Presión atmosférica en puntos de análisis.

Ciudad	Altitud aproximada (msnm)	Presión atmosférica (kPa / psi)
Tulcán	3000	70.12 / 10.77
Atuntaqui	2200	77.55 / 11.25
Valle del Chota	1600	83.53 / 12.11

Fuente: autoría propia.

En la recolección de datos se pudo evidenciar que, a medida que se desciende en altitud, la presión atmosférica aumenta. Esto en vista que esta corresponde a la presión equivalente al peso de la columna de aire. Por ejemplo, en Tulcán (3000 msnm), la presión es de 70.12Kpa / 10.77psi, mientras que en Atuntaqui (2200 msnm), la presión es de 77.55Kpa / 11.25psi y en el Valle del Chota (1600 msnm), la presión es de 83.53Kpa / 12.11psi. Esto sugiere una relación inversa entre la altitud y la presión atmosférica, lo que es consistente con la teoría atmosférica.

Régimen del Motor (rpm). Se ajustan en diferentes rangos para identificar la influencia en el tiempo de inyección electrónica. Para este caso, se clasificó acorde a la Tabla 2.

Tabla 2

Régimen del motor en base a diferentes cargas.

Tipo de Carga	Régimen del motor (rpm)
Baja Carga (Ralenti)	750 - 850
Mediana Carga	2000 - 3000
Alta Carga	3000 - 4000

Fuente: autoría propia.

Se puede observar que a medida que la carga del motor aumenta, también aumenta el rango de revoluciones por minuto (rpm). Esto sugiere una relación directa entre la carga del motor y las rpm, lo que es consistente con el funcionamiento de un motor de combustión interna.

Variable dependiente

Tiempo de inyección electrónica. Varía en función de las variables independientes, estando directamente relacionado con el régimen del motor y las condiciones de presión atmosférica. Este parámetro se puede considerar crítico para el rendimiento y la eficiencia del motor. Dicho tiempo se tomó a través de un escáner automotriz de la marca *Launch*.

Variables de control

La temperatura ambiente. Es considerada en el análisis debido a su impacto en las propiedades del aire. Tomada a través de una termocupla, es importante destacar que se procuró mantener constante esta variable durante las distintas tomas de datos. La temperatura durante la recopilación de datos fue de 17°C en Atuntaqui y el Valle del Chota, realizándose en diferentes momentos del día: una por la mañana y otra por la noche, respectivamente. Mientras tanto, en Tulcán, la medición se la realizó cuando la temperatura ambiente alcanzó 15° C.

Temperatura del motor. Es importante considerar que las mediciones se realizaron cuando la temperatura del refrigerante del motor alcanzó su temperatura cercana a 80°C. Bajo estas dos condiciones se logra controlar el impacto de las variables mencionadas con el objeto de tener mediciones acertadas para el posterior análisis.

3. RESULTADOS

Los datos recopilados se lo hicieron con el Escáner *Launch X431-Pro* en relación con la ubicación geográfica donde se llevó a cabo la toma de muestras. En el Valle del Chota, en la provincia de Imbabura, de altitud de aproximadamente 1600 msnm se obtuvieron los siguientes datos presentados en la Tabla 3.

Tabla 3

Parámetros de funcionamiento del motor a diferentes cargas en el Valle del Chota a 1600 msnm.

	Ralentí (700 a 900 rpm)	2000 a 3000 rpm	Superior a 3000 rpm
Temperatura del Motor (° C)	91,535	93,785	90,785
Tiempo de Inyección PWM (ms)	2,624	1,916	1,976
Régimen del motor (RPM)	798	2542	3887
Presión del Riel MAP (kPa)	35,552	26,894	26,412
Sensor de apertura de la mariposa de aceleración TPS (V)	4,184	3,876	3,661
Condiciones de la Sonda Lambda (mV)	249,2	224,769	298,063

Fuente: autoría propia.

Se presentó el análisis de la variación del rendimiento del motor, en función del aumento del régimen del motor, en el Valle del Chota a 1600 msnm, considerando la influencia de la menor presión atmosférica a mayor altitud. En este sentido, se observó una disminución en la presión del riel MAP, un accionamiento más rápido del tiempo de inyección, una mayor apertura del TPS y un aumento en las señales de emisiones de la sonda lambda.

En Atuntaqui, en la provincia de Imbabura, de altitud de aproximadamente 2300 msnm se obtuvieron los siguientes datos presentados en la Tabla 4.

Tabla 4

Parámetros de funcionamiento del motor a diferentes cargas en Atuntaqui a 2300 msnm aprox.

	Ralentí (700 a 900 rpm)	2000 a 3000 rpm	Superior a 3000 rpm
Temperatura del Motor (° C)	87,784	90,03	94,536
Tiempo de Inyección PWM (ms)	2,768	1,66	1,872
Régimen del motor (RPM)	809	2039	3214
Presión del Riel MAP (kPa)	34,719	25,185	27,194
Sensor de apertura de la mariposa de aceleración TPS (V)	4,238	3,935	3,724
Condiciones de la Sonda Lambda (mV)	718,282	596,125	312,722

Fuente: autoría propia.

Se presentó la variación del rendimiento del motor en función del aumento del régimen del motor en Atuntaqui que se encuentra a 2300 msnm, y se considera la influencia de menor presión atmosférica a mayor altitud. Así, se observó una disminución en la presión del riel MAP, un accionamiento más rápido del tiempo de inyección, una mayor apertura del TPS y un aumento en las señales de emisiones de la sonda lambda.

En la Tabla 5 se ubican los parámetros de funcionamiento del motor a diferentes cargas en Tulcán que se encuentran a aproximadamente 2950 msnm.

Tabla 5

Parámetros de funcionamiento del motor a diferentes cargas en Tulcán a 2950 msnm aprox.

	Ralentí (700 a 900 rpm)	2000 a 3000 rpm	Superior a 3000 rpm
Temperatura del Motor (° C)	89,284	89,284	92,285
Tiempo de Inyección PWM (ms)	2,54	1,624	1,652

Régimen del motor (RPM)	800	2327	3407
Presión del Riel MAP (kPa)	33,493	24,307	25,756
Sensor de apertura de la mariposa de aceleración TPS (V)	4,208	3,871	3,666
Condiciones de la Sonda Lambda (mV)	806,235	229,65	395,788

Fuente: autoría propia.

Se analizó la variación de rendimiento del motor, en función del aumento del régimen del motor en Tulcán, ubicado a 2950 msnm, considerando la influencia de la menor presión atmosférica a mayor altitud. Se observó una disminución en la presión del riel MAP, un accionamiento más rápido del tiempo de inyección, una mayor apertura del TPS y un aumento en las señales de emisiones de la sonda lambda.

En la Tabla 6, sobre los parámetros de inyección a diferentes altitudes, se presentó la carga del motor y el tiempo de inyección a diferentes altitudes.

Tabla 6

Parámetros de inyección a diferentes altitudes.

Ubicación	Tiempo de Inyección PWM (ms)	Régimen del motor (RPM)	Presión del Riel MAP (kPa)
Valle del Chota (1600 msnm)	2,624	798	35,552
Atuntaqui (2300msnm)	2,768	809	34,719
Tulcán (2950 msnm)	2,54	800	33,493
Valle del Chota (1600 msnm)	1,916	2542	26,894
Atuntaqui (2300msnm)	1,66	2039	25,185
Tulcán (2950 msnm)	1,624	2327	24,307
Valle del Chota (1600 msnm)	1,976	3887	26,412
Atuntaqui (2300msnm)	1,872	3214	27,194
Tulcán (2950 msnm)	1,652	3407	25,756

Fuente: autoría propia.

Se analizó la variación del tiempo de inyección a diferentes altitudes, considerando que el tiempo de inyección aumenta a menor altitud y un mayor consumo de combustible. Esto en función de la presión de aire en el colector de admisión.

4. DISCUSIÓN

En el presente análisis, es importante recalcar que la toma de datos se la realizó mientras el vehículo estaba estacionado. Se aprecia que la temperatura del motor está dentro de los rangos normales de funcionamiento, entre 85 y 95°C. Esto evidencia el buen funcionamiento del sistema de refrigeración, fundamental para garantizar la toma de datos para el presente estudio.

En concordancia con el "Análisis de un motor ciclo otto ante diferentes factores atmosféricos, mediante un estudio comparativo de parámetros de identificación para obtener el rendimiento energético" de Molina, al estudiar la relación entre el consumo de combustible y el ancho de pulso del sistema de inyección que brinda el scanner automotriz, se evidencia una relación directa. Se identifica que cuando el motor del vehículo opera en ralentí, es decir, alrededor de las 800 rpm, el ancho de pulso es mayor respecto a los datos tomados con régimen más altos de motor, por encima de las 2000 rpm. Este patrón se mantiene, independientemente de la presión atmosférica. Sin embargo, el estudio de emisión de gases es fundamental para la optimización del mismo.

Además, se destaca que la cantidad de aire que ingresa en la cámara de combustión es proporcional a la presión del riel, así es mayor a medida que aumenta la presión atmosférica en regiones de menor altitud como en el Valle del Chota, en contraste con las ciudades de estudio como Atuntaqui y Tulcán, situadas a una altitud de 2300 y 2950 metros sobre el nivel del mar respectivamente.

En este sentido, es importante señalar que, en el sensor de apertura de la mariposa de aceleración, los valores son similares cuando el motor oscila entre 2000 y 3000 rpm. Sin embargo, al aumentar a 215 rpm en el régimen del motor entre las ubicaciones geográficas de Tulcán y el Valle del Chota, hay un correspondiente aumento en el ancho de pulso de los inyectores, donde las revoluciones son mayores. El comportamiento es similar en las pruebas realizadas sobre las 3000 rpm. La relación entre la presión atmosférica y el tiempo de inyección están directamente relacionadas, además, dependen de variables externas de control como la humedad y temperatura del aire.

El estudio se realiza con la mezcla estequiométrica ideal aire-combustible, por lo que no se puede determinar la incidencia del ancho de pulso en los inyectores. No obstante, el estudio "Diagnóstico estequiométrico con osciloscopio / Análisis del sistema de encendido del motor 2ZR-FXE", considera esto un factor importante en la eficiencia del consumo de combustible.

Los resultados indican que es claro cómo el sistema de inyección electrónica sufre diversas alteraciones con respecto a la presión atmosférica y distintos

Gudiño Guerrón P., García Sarmiento, J. (2024). Análisis del tiempo de inyección electrónica de un automóvil Chevrolet Spark. *Revista Cotopaxi Tech*, 4(1), 93-105.

<http://ojs.istx.edu.ec/index.php/cotopaxitech/article/view/132>

enero - julio (2024) ISSN 2806-5573

regímenes del motor del Chevrolet Spark 1.0 L en las altitudes mencionadas. En conjunto, la experimentación respecto al tiempo de inyección electrónica sirve para identificar el rendimiento del motor, el ángulo de apertura de la válvula de mariposa de admisión de aire y el tiempo de inyección que depende de la presión atmosférica.

Por último, se constata que los valores de la sonda lambda o sensor de oxígeno se encuentra dentro de los límites permisibles, entre 100 y 900 mV. Este resultado, aunque no con certeza, insinúa un correcto tipo de mezcla que determinar la eficiencia en la mezcla estequiométrica y gases de emisión.

5. CONCLUSIONES / CONSIDERACIONES FINALES

Los resultados validan la variación del sistema de inyección electrónica a diferente presión atmosférica y distintos regímenes del motor del Chevrolet Spark 1.0 L, en ralentí del tiempo de inyección electrónica. En consecuencia, el consumo de combustible se comporta de la siguiente manera: para el caso del Valle del Chota el PWM es de 2,624 (ms) a 798 rpm, en Atuntaqui es de 2,768 (ms) a 809 rpm y en Tulcán es de 2,54 (ms) a 800 rpm. El PWM no varía en gran manera en función de la presión, pero sí conforme a las pequeñas variaciones del régimen del motor. Esto se comprueba en el rango de operación del motor de 2000 rpm a 3000 rpm, para el caso del Valle del Chota a 2542 rpm el PWM es de 1,916 (ms), en Atuntaqui es de 1,66 (ms) a 2039 rpm y en Tulcán es de 1,624 (ms) a 2327 rpm.

La apertura de la mariposa de aceleración no influye directamente con el régimen del motor, sino que depende, en gran magnitud, de la presión atmosférica cuando las revoluciones superan las 2000 rpm. Se observa este fenómeno en los rangos de estudio de 2000 a 3000 rpm y cuando el motor trabaja sobre las 3000 rpm que, a pesar de tener casi la misma apertura las revoluciones, aumentan a menor presión atmosférica. Esto se corrobora con la presión del riel que brinda los datos del sensor MAP.

El consumo de combustible relacionado directamente con el ancho de pulso PWM de los inyectores aumenta a menor presión atmosférica, siendo necesario mayor cantidad de combustible para regular la mezcla estequiométrica. Sin embargo, es importante aclarar que, de igual manera, el rendimiento del motor es mayor. Esto se comprueba con el régimen del motor.

Las pruebas estáticas evidencian que, con la misma apertura en la mariposa, las revoluciones y consumo de combustible aumentan. Sin embargo, para verificar la eficiencia del motor cuando está sometido a la necesidad de vencer un torque para el movimiento del vehículo es necesario desarrollar pruebas dinámicas, es decir, cuando el vehículo este en movimiento.

En esta misma línea, es indispensable llevar a cabo las pruebas en entornos controlados, para garantizar la precisión de los datos recopilados. La humedad relativa, temperatura ambiente y demás propiedades del aire afectan el tiempo de inyección. Por lo tanto, es crucial controlar las condiciones de muestra y

estandarizarlas para obtener resultados precisos y comparables. La calibración adecuada de las bujías, el sistema de refrigeración del vehículo y demás partes funcionales del motor son indispensables antes de llevar a cabo las pruebas, garantizando la validez de los datos para el análisis del consumo de combustible en función del ancho de pulso PWM.

Se sugiere desarrollar un estudio que incluya pruebas dinámicas, es decir, cuando el vehículo este en marcha. La necesidad de superar la inercia del vehículo necesita incrementar el torque de giro del motor. En consecuencia, aumentaría el ancho de pulso del inyector y, por ende, el consumo de combustible. La ejecución de pruebas dinámicas permitiría una comprensión más completa del comportamiento del ancho de pulso en el sistema de inyección electrónica.

En el estudio dinámico de deben considerar otras variables externas que puedan influir en los resultados de las pruebas, como las condiciones climáticas y el estado de la carretera. Estos factores pueden tener un impacto significativo en el rendimiento del sistema de inyección electrónica y deben ser tenidos en cuenta durante el diseño y la ejecución del estudio. Se recomienda realizar un estudio del motor trabajando con la misma presión atmosférica, pero a diferentes condiciones de temperatura y humedad relativa, entre otras propiedades del ambiente donde funciona el vehículo. De igual manera, se podría realizar un estudio de emisión de gases para determinar el análisis de eficiencia en el ámbito ambiental.

6. REFERENCIAS

Arroyo Terán, E. S., Cevallos González, A. F., Imbaquingo Navarrete, R. P., & Melo Obando, J. L. (2020). Estudio del efecto de la altitud sobre las emisiones de gases de escape de motores de combustión interna con encendido provocado. *Ingeniería y Desarrollo*, 38(1), 148-162.

Chevrolet. (12 de abril de 2010). Chevrolet Catálogos. <https://www.chevrolet.com.ec>

Chevrolet. (23 de agosto de 2019). Catalogo Chevrolet. Chevrolet Spark LS, LT y GT.

Delgado, J. (2018). Análisis de Sistema Electrónica del Vehículo Chevrolet Spark del equipo Maxisys. Guayaquil: Universidad Internacional del Ecuador.

Jhean, S. (24 de febrero de 2023). ConmiVehículo. Obtenido de Sensor de detonación: Funcionamiento y sus fallas más comunes

López Valenzuela, C. D., & Benítez Haro, J. A. (2023). Diagnóstico Estequiométrico con Osciloscopio/Análisis del sistema de encendido del motor 2ZR-FXE (Bachelor's tesis).

Molina Patiño, B. A. (2020). Análisis de un motor ciclo Otto ante diferentes factores atmosféricos mediante un estudio comparativo de parámetros de identificación para obtener el rendimiento energético (Bachelor's thesis).

Gudiño Guerrón P., García Sarmiento, J. (2024). Análisis del tiempo de inyección electrónica de un automóvil Chevrolet Spark. *Revista Cotopaxi Tech*, 4(1), 93-105. <http://ojs.istx.edu.ec/index.php/cotopaxitech/article/view/132>
enero - julio (2024) ISSN 2806-5573

Rico, D. (23 de mayo de 2023). Clun Mitsubishi ASX. Obtenido de ¿Qué pasa si se desconecta el sensor de temperatura?

Romeva, C. R. (2010). Diseño concurrente (Vol. 126). Univ. Politèc. de Catalunya.

Jimenez, E., Molina, R., & Andrade, V. (2021). Spark Plug Simulation with the Use of Three Types of Fuels in Direct Injection Engines for the Evaluation of Polluting Factors. *ESPOCH Congresses: The Ecuadorian Journal of S.T.E.A.M.*

Andrade, G.F., & Tenezaca, X.A. (2016). Determinación de la influencia en emisiones contaminantes, torque, potencia y consumo de combustible de un vehículo con motor ciclo otto, de inyección electrónica de gasolina, mediante la variación de 6 tipos de bujías.