

Universidad Internacional del Ecuador



Facultad de Ingeniería Mecánica Automotriz

Trabajo de Integración Curricular

**Artículo Investigación para la obtención del Título de Ingeniero en Mecánica
Automotriz**

**Investigación y análisis de las repercusiones al sistema de aceleración electrónica con
el uso del dispositivo Sprint Booster**

Nombre del Autor: Juan Sebastián Vargas Arias

Director: Ing. Diego Redín

Quito, Junio 2021

CERTIFICACIÓN

Por medio del presente certificado doy a conocer que el artículo presentado es de la autoría de Juan Sebastián Vargas Arias. Declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi propiedad intelectual; este documento no ha sido presentado anteriormente en ningún grado o certificado profesional y que se ha consultado la bibliografía detallada. Cedo los derechos a la Universidad Internacional del Ecuador para su divulgación.



Firma del Graduado

Juan Sebastián Vargas Arias

Yo, Ing. Diego Redín, certifico que conozco al autor de la presente investigación, siendo el responsable exclusivo tanto de su originalidad y de su autenticidad, como de su contenido.



Firma del Director de Trabajo de Grado

Ing. Diego Redín

DEDICATORIA

Dedico esta investigación a mi familia y en especial a mi tío, Marco, que fue quien me aportó con ideas para escribirla; a mi familia por la ayuda a lo largo de este tiempo y por el apoyo que me brindaron en toda mi carrera universitaria para llegar a ser un profesional.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a todos mis maestros de la Universidad, quienes me aportaron desinteresadamente con su conocimiento formándome profesionalmente, gracias a ellos este anhelado momento de convertirme en un buen profesional, hoy es realidad. Gracias a mis padres que fueron mis mayores promotores, en toda mi vida universitaria y principalmente gracias a Dios, que es mi principal apoyo en cada decisión y cada momento de mi vida.

INDICE DE CONTENIDO

CERTIFICACIÓN	iii
DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTO	v
RESUMEN	8
1. INTRODUCCION	9
2. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	9
2.1. <i>Objetivo general</i>	9
2.2. <i>Objetivos específicos</i>	9
3. FUNDAMENTACION TEORICA	9
2.1. <i>Inyección electrónica</i>	9
2.2. <i>Múltiple de admisión</i>	10
2.3. <i>Múltiple de escape</i>	10
2.4. <i>Catalizador</i>	10
2.5. <i>Gases contaminantes</i>	10
2.6. <i>Mezcla estequiométrica en la combustión</i>	10
2.7. <i>Acelerador electrónico</i>	10
2.8. <i>Sensor de posición del pedal de aceleración</i>	11
2.9. <i>Sensor de Posición de la mariposa de aceleración</i>	11
2.10. <i>Módulo de control del acelerador electrónico</i>	11
2.11. <i>Sonda Lambda</i>	11
2.12. <i>Módulo de control del motor</i>	11
2.13. <i>Actuador</i>	12
2.14. <i>Sensor</i>	12
2.15. <i>Potencia</i>	12
2.16. <i>Aceleración</i>	12
4. MATERIALES Y MÉTODOS	12
3.1. <i>Dispositivo y parámetros para la prueba</i>	12
3.1.1. <i>Dispositivo Sprint Booster</i>	12
3.1.2. <i>Vehículo de prueba</i>	12
3.1.3. <i>Dinamómetro</i>	12

3.1.4. Analizador de gases de escape	13
3.2. Adquisición de datos.	13
3.2.1. Prueba dinámica	13
3.2.2. Prueba de emisiones de gases contaminantes.....	13
3.3. Procesamiento de datos.....	13
5. RESULTADOS Y DISCUSION.....	13
4.1. Resultados y comparación de pruebas en dinamómetro.	13
4.1.1. Prueba dinámica sin dispositivo.	14
4.1.2. Comparativa resultados dispositivo modo Race y sin dispositivo.	14
4.1.3. Comparativa resultados dispositivo modo Race y modo Sport.....	14
4.1.4. Comparativa de torque en los resultados del dispositivo y vehículo en todos sus modos.....	15
4.2. Análisis de resultados pruebas dinámicas.	15
4.3. Sensación de conducción.....	16
4.4. Tiempo de respuesta del acelerador electrónico.....	16
4.5. Prueba de emisión de gases contaminantes.	16
4.5.1. Análisis emisión de gases contaminantes con dispositivo y sin dispositivo.	16
6. CONCLUSIONES.....	16
7. REFERENCIAS.....	17

INVESTIGACIÓN Y ANÁLISIS DE LAS REPERCUSIONES AL SISTEMA DE ACELERACIÓN ELECTRÓNICA CON EL USO DEL DISPOSITIVO SPRINT BOOSTER.

MDo¹, Ing. Diego Redín, Sebastián Vargas A.²

¹ Master en Dirección de Operaciones, Seguridad y Salud ocupacional – Ingeniero Mecánico Automotriz; *diredinqu @uide.edu.ec, Quito – Ecuador*

² Ingeniería Automotriz Universidad Internacional del Ecuador; *juavargasar@uide.edu.ec, Quito - Ecuador*

RESUMEN

Introducción: El acelerador electrónico es un dispositivo que reemplaza al antiguo sistema de aceleración por cable, que actualmente viene equipado en los vehículos, estos dispositivos tienen un pequeño retraso en la respuesta, al momento de presionar el pedal; para lo cual se han inventado diferentes dispositivos externos como el Sprint Booster, que elimina el retraso ocasionado por el acelerador electrónico. El objetivo de esta investigación es determinar las repercusiones que ocasiona este dispositivo en el acelerador electrónico. **Metodología:** Se realizaron pruebas de velocidad en el dinamómetro para determinar el comportamiento del vehículo, con el dispositivo conectado y sin él; estas pruebas se realizaron aplicando la normativa SAE J1349 y también la prueba de emisiones de gases contaminantes, aplicando la Norma INEN 2204, vigente en el Ecuador. **Resultados:** Los resultados mostraron que la potencia máxima entregada por el vehículo, se mantiene en 131hp en todas las pruebas, la variación se da en la velocidad de transmisión del torque máximo a las ruedas, con el dispositivo conectado desde la apertura de la mariposa de aceleración; además en el análisis de gases se observó que la variación se da en los HC y con el dispositivo conectado se reducen. **Conclusión:** A partir de los análisis realizados se determinó que el dispositivo Sprint Booster, elimina el retraso en la respuesta del acelerador electrónico y en emisiones cumple con los límites máximos permitidos en la normativa vigente actual en el Ecuador.

Palabras clave: Acelerador electrónico, dinamómetro, gases contaminantes, torque, normativa.

ABSTRACT

Introduction: The electronic accelerator is a device that replaces the old cable acceleration system, which is currently equipped in vehicles. These devices have a small delay in response when pressing the pedal; for which different external devices have been invented such as the Sprint Booster, which eliminates the delay caused by the electronic accelerator. The objective of this investigation is to determine the repercussions that this device causes in the electronic accelerator. **Methodology:** Speed tests were carried out on the dynamometer to determine the behavior of the vehicle, with the device connected and without it; These tests were carried out applying the SAE J1349 standard and also the polluting gas emissions test, applying the INEN 2204 standard, in force in Ecuador. **Results:** The results showed that the maximum power delivered by the vehicle is maintained at 131hp in all tests, the variation occurs in the transmission speed of the maximum torque to the wheels, with the device connected from the opening of the throttle. acceleration; In addition, in the gas analysis it was observed that the variation occurs in the HC and with the device connected they are reduced. **Conclusion:** From the analyzes carried out, it was determined that the Sprint Booster device eliminates the delay in the response of the electronic accelerator and in emissions, it complies with the maximum limits allowed in the current regulations in force in Ecuador.

Keywords: Electronic throttle, dynamometer, polluting gases, torque, regulations.

1. INTRODUCCION

El acelerador electrónico es un dispositivo utilizado actualmente en los vehículos, el cual sustituye al antiguo sistema de aceleración mecánico o manual, que conectaba el pedal de acelerador a la mariposa de aceleración en el colector de admisión por medio de un cable. El sistema de acelerador electrónico tiene varias ventajas, entre ellas, el evitar daños por corrosión que pueden ocasionar ruptura en el sistema mecánico de aceleración, además envía señal a la ECU para que ésta realice la apertura y cierre de la mariposa de aceleración en el colector de admisión; la ECU es la encargada de controlar y corregir todos los parámetros para una combustión más eficiente, lo que ayuda a tener una mezcla estequiométrica más cercana a la ideal, lo cual disminuye la emisión de gases de escape emitidos por el motor de combustión interna. La desventaja de este sistema es el retraso en la respuesta en la aceleración, lo cual causa molestias a muchos usuarios, al momento de conducir un vehículo con este equipamiento.

En la actualidad los fabricantes han corregido, de cierto modo dicho retraso, pero aun así persiste la molestia; por lo que en el mercado se han creado varios dispositivos electrónicos externos, los cuales buscan corregir o disminuir esta problemática; uno de ellos es el dispositivo electrónico denominado SPRINT BOOSTER, el cual se va a analizar en el presente artículo científico, así como también se estudiará las repercusiones que tiene dicho dispositivo en el sistema de aceleración electrónica.

El objetivo de esta investigación, se centra en determinar la manera en la que el dispositivo electrónico SPRINT BOOSTER corrige el retraso existente en los aceleradores electrónicos, así como la variación de la potencia en diferentes modelos de vehículos y su incidencia en las emisiones que se producen en un motor de combustión interna equipado con este sistema. Se realizarán diferentes pruebas en dinamómetro y analizador de gases, los cuales arrojarán datos que serán analizados y comparados tanto con el dispositivo instalado en el vehículo como con el dispositivo sin instalar.

Por medio de la prueba en el dinamómetro se realizará un análisis y comparación de datos, con el fin de determinar el aumento de potencia y aceleración con el dispositivo electrónico SPRINT BOOSTER instalado en el vehículo y sin instalarse en el vehículo. Igualmente, la prueba con el analizador de gases se realizará con el dispositivo instalado y sin instalar, a fin de determinar la variación en gases de combustión emitidos por el motor y su variación, realizando una comparación de los datos de los gases emitidos por el motor y los datos permitidos para esto en la normativa vigente en el Ecuador para emisión de gases en vehículos livianos.

2. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. *Objetivo general*

Determinar como el dispositivo electrónico Sprint Booster corrige el retraso existente en los aceleradores electrónicos, la variación en la potencia en los diferentes modelos de vehículos y su incidencia en emisiones que produce un motor de combustión interna, por medio de diferentes pruebas en el vehículo a prueba.

2.2. *Objetivos específicos.*

- Determinar la mejora o repercusión que existe en el acelerador electrónico con el dispositivo conectado y sin esté conectado.
- Analizar la variación de emisiones en el motor de combustión interna con y sin el dispositivo Sprint Booster conectado.
- Determinar la diferencia de potencia en el motor de combustión interna existe con el dispositivo Sprint Booster o sin esté conectado.

3. FUNDAMENTACION TEORICA

2.1. *Inyección electrónica*

La inyección electrónica de combustible en un motor de combustión interna fue creada para remplazar el sistema convencional por carburador, este sistema electrónico esta

comandado por la ECU que es un módulo electrónico de control y se encarga de controlar todos los sistemas con los datos proporcionados por los diferentes sensores; los cuales son dispositivos que captan magnitudes físicas y las convierten en señales para que la ECU envíe la orden y los actuadores permitan el funcionamiento del motor. La inyección electrónica a comparación del sistema de carburador en su consumo es mucho más eficiente, tiene más rendimiento en combustible y reduce la emisión de gases al medio ambiente (Parera, 1990).

2.2. *Múltiple de admisión*

Este elemento es el encargado de distribuir el aire filtrado que ingresa al motor desde el medio ambiente, pasando por el filtro de aire para ingresar hacia los cilindros del motor, para que con el ingreso del combustible a la cámara directamente con los inyectores y con la chispa emitida por la bujía se produzca la combustión dentro del cilindro (Parera, 1990).

2.3. *Múltiple de escape*

El múltiple de escape es el elemento encargado de recibir los residuos resultantes del proceso de combustión dentro de la cámara de combustión, para expulsarlos al ambiente después del paso de un catalizador para disminuir la contaminación ambiental (Parera, 1990).

2.4. *Catalizador*

Según Robalino (2018) el motor del vehículo, al emitir los gases de escape, eleva la temperatura del catalizador, debido a la reacción química que sufren los gases a su paso por los filtros monolíticos. Este dispositivo alcanza su eficiencia térmica alrededor de los 400° a 750°. El catalizador es un elemento del sistema de escape, su principal función es reducir la emisión de gases contaminantes al medio ambiente, este elemento transforma los gases resultantes de la combustión por medio de una reacción química, para que se reduzca la contaminación al medio ambiente; esta transformación se debe a las altas temperaturas que se manejan dentro del

catalizador y los materiales con los que este elemento es fabricado, el cual tiene una determinada vida útil y el momento en que deja de funcionar correctamente aumenta las emisiones de gases producidas por un MCI y no son tolerables según la normativa vigente en cada ciudad que controlan dichas emisiones.

2.5. *Gases contaminantes*

Según Llanes, Checa (2020) la contaminación ambiental se produce cuando los componentes nocivos para la salud del ser humano, alcanzan niveles mayores al estándar de la calidad de aire y ocasionan daño. Los gases contaminantes son los residuos resultantes de la combustión del motor, estos gases son expulsados al medio ambiente por el tubo de escape después de haber pasado por el colector de escape y el convertidor catalítico; estos gases tienen un nivel de tolerancia permitido en función de la normativa vigente de cada ciudad y el porcentaje de emisión al medio ambiente depende de muchos factores, entre ellos: que la combustión dentro del motor sea eficiente, que sus partes se encuentren en buen estado y que el combustible sea de buena calidad.

2.6. *Mezcla estequiométrica en la combustión*

Para que un motor de combustión interna funcione se necesita de combustible, aire y chispa; al interior del cilindro debe existir la mezcla de aire y combustible para que la chispa dada por la bujía proporcione trabajo y el motor cumpla con su ciclo. La mezcla estequiométrica ideal, entre aire y combustible, para que la combustión se realice de una manera eficiente, es de 14,7 partes de aire por cada parte de gasolina, para vehículos de combustión interna a gasolina. El sensor encargado de medir y controlar en el motor, si la mezcla estequiométrica que llega al cilindro para la combustión, es la adecuada se llama sonda lambda o sensor de oxígeno (Parera, 1990).

2.7. *Acelerador electrónico*

Según Pérez (2016), la innovación con respecto al mundo automotriz se ha ido dando desde años pasados, siendo el

acelerador electrónico una de esas innovaciones la cual fue creada para mejorar la eficiencia y control en un motor de combustión interna. El acelerador electrónico es un dispositivo que fue implementado para reemplazar el antiguo sistema de aceleración mecánica, por medio de un cable conectado desde el pedal hasta la mariposa de aceleración, en el múltiple de admisión de un motor de combustión interna; actualmente el sistema de aceleración electrónica está compuesto por un reóstato o potenciómetro conocido como el sensor de posición del pedal de aceleración, el cual cuando se presiona varía su resistencia y emite un voltaje a la unidad de control, que es la que se encarga de emitir la señal a la mariposa de aceleración que está compuesta por un motor eléctrico que permite abrir o cerrar la válvula de aceleración o mariposa de aceleración, que es considerada un actuador en el múltiple de admisión.

2.8. Sensor de posición del pedal de aceleración

También conocido con sus siglas en inglés APP (accelerator pedal position) este sensor como su nombre lo dice se encarga de emitir a la ECU, la posición donde se encuentra el pedal cuando el conductor del vehículo presiona el acelerador, enviando una señal a la ECU para que esta ordene la apertura de la mariposa de aceleración en el colector de admisión de un motor de combustión interna (Pérez, 2016).

Cuerpo de aceleración: el cuerpo de aceleración es el encargado de regular el ingreso de aire a la cámara de combustión. El pedal de aceleración se presiona gradualmente y la mariposa de aceleración se abre o se cierra, esta mariposa de aceleración es accionada por un motor eléctrico que funciona por orden de la ECU la cual envía el voltaje y señal. En varios de los modelos de los vehículos actuales, cuando el pedal de aceleración varía, en el cuerpo de aceleración electrónica vienen incorporados sensores como el MAP y el TPS. (Pérez, 2016)

2.9. Sensor de Posición de la mariposa de aceleración

También conocido como sensor TPS (throttle position sensor), este sensor es el encargado de emitir una señal a la ECU para conocer en qué posición se encuentra la mariposa de aceleración dentro del múltiple de admisión de un motor de combustión interna; con esta señal la ECU envía la cantidad de combustible a la cámara de combustión, para que al mezclarse con el aire, el cual entra por la mariposa de aceleración, sea lo más cercana a la mezcla ideal y la combustión sea mucho mejor, con lo que se evita tanto fallas en el motor, como un consumo excesivo de combustible y una reducción de emisiones al medio ambiente (Pérez, 2016).

2.10. Módulo de control del acelerador electrónico

Este módulo de control es el encargado de reunir toda la información y los datos de los componentes del acelerador electrónico y compartirlos con la ECM, que es el módulo de control del motor, para que, con estos datos emita señales a los actuadores y el motor funcione de una manera eficiente (Pérez, 2016).

2.11. Sonda Lambda

Este sensor es el encargado de medir el oxígeno en los gases de escape producto de la combustión, para enviar una señal a la ECU y que esta regule la mezcla estequiométrica dentro del cilindro para que la combustión sea más eficiente y de esta manera, reducir la emisión de gases al medio ambiente (Parera, 1990).

2.12. Módulo de control del motor

Según Vargas (2021), el módulo de control del motor también conocido por sus siglas en inglés (Engine Control Module) es un módulo electrónico encargado de controlar las funciones de todos los sensores y actuadores del motor, emite y envía señales de los sensores para los actuadores, para el óptimo funcionamiento de un motor de combustión interna, en varios modelos. La ECM está controlada por la ECU que es el

módulo de control central de todo el vehículo.

2.13. Actuador

El actuador es un dispositivo controlado electrónicamente por un módulo de control, el cual transforma señales electrónicas o eléctricas a energía o movimiento, la cual causa un efecto sobre el motor de combustión interna (JE Guarella, 2011).

2.14. Sensor.

Los sensores en un motor de combustión interna son dispositivos que captan magnitudes físicas y las convierten en señales para que la ECU envíe la orden y los actuadores permitan el funcionamiento del motor (JE Guarella, 2011).

2.15. Potencia

La potencia de un vehículo nos indica que tan rápido puede hacer un trabajo el motor de combustión interna y aplicar su máximo torque, la potencia desarrollada por un motor de combustión interna depende de su cilindrada y relación de compresión. (Jairo Castillo, 2017)

2.16. Aceleración

La aceleración es la capacidad que tiene un vehículo de pasar de una velocidad a otra en un determinado tiempo. La aceleración de un vehículo depende de varios factores como son: la cilindrada del vehículo, la relación de compresión y la programación electrónica en la ECU. (Xavier, 2019)

4. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Dispositivo y parámetros para la prueba.

3.1.1. Dispositivo Sprint Booster.

Según el fabricante, el dispositivo electrónico Sprint Booster, sirve para eliminar el retraso existente en la respuesta del acelerador electrónico, al momento de presionar el acelerador. Este dispositivo tiene dos modos de conducción, el modo SPORT SB que mejora la reacción al

momento de acelerar y el modo RACE SB el cual elimina el retraso tardío en el acelerador electrónico; estos modos son utilizados según sea requerido por el usuario, los cuales modifican la programación de la ECU, para obtener una mejora en la respuesta del acelerador electrónico.

3.1.2. Vehículo de prueba.

Para las pruebas se contó con un vehículo que estuviera en condiciones óptimas de funcionamiento, es decir que no presente ningún problema mecánico, eléctrico o electrónico, que afecte los datos de la presente investigación. Sus especificaciones técnicas se detallan en la tabla 1.

Tabla 1. Especificaciones técnicas del vehículo

DENOMINACION	DESCRIPCION
Marca	Toyota
Modelo	New Fortuner
Año de fabricación	2018
Cilindrada total	2.700 cc
Numero de cilindros	4
Potencia máxima	160hp
Torque máximo	245 Nm

Fuente: Manual de propietario vehículo.

3.1.3. Dinamómetro.

El dinamómetro es un dispositivo para medir fuerzas, en el caso de un dinamómetro automotriz con rodillos, éste se utiliza para absorber o disipar la potencia generada por un vehículo con motor de combustión interna, entregándonos el cálculo estimado de potencia de cada vehículo; estos instrumentos de medición dependiendo el modelo de su software, también nos proporciona datos de aceleración (Avelino, 2016). Sus especificaciones se muestran en la figura 2.



Figura 2. Especificaciones Dinamómetro
Fuente: autor

3.1.4. Analizador de gases de escape.

El analizador de gases es un dispositivo óptico/químico que mide la concentración de gases, con base en una muestra tomada directamente del tubo de escape y llevado hacia el aparato medidor, con el propósito de conocer las emisiones de un motor de combustión interna (Cervantes, 2015). Sus especificaciones técnicas se muestran en la tabla 2.

3.2. Adquisición de datos.

3.2.1. Prueba dinámica

El vehículo seleccionado para las pruebas es de transmisión automática por lo que se realizaron las pruebas en el dinamómetro, denominadas pruebas de velocidad. Se efectuaron dos pruebas al vehículo, la primera en condiciones normales y la otra con el dispositivo Sprint Booster conectado en el pedal. Cada prueba se la realizó siguiendo el protocolo amparado en la normativa SAE J1349, donde se encuentra establecido el método general de ensayo para la evaluación del rendimiento de vehículos automotores, cuyo propósito es determinar los valores de aceleración y potencia a carga completa del vehículo a prueba. La normativa vigente en el país, establece que se puede utilizar cualquier dispositivo para medir el rendimiento del motor de combustión interna para todo tipo de vehículos; en esta investigación se utilizó el dinamómetro de rodillos. Las pruebas realizadas para esta investigación se realizaron bajo el siguiente protocolo:

- Uso del mismo tipo de combustible; en este caso se utilizó gasolina super de 92 octanos.
- Mismas condiciones geográficas para la prueba en el dinamómetro, es decir la altura en la ciudad de Quito (2850 msnm), que es el lugar de la investigación; por lo tanto, la presión barométrica es de 0.72 bar.
- Misma temperatura de trabajo del refrigerante del motor, es decir de 87 a 95°C.

3.2.2. Prueba de emisiones de gases contaminantes.

Para esta investigación se utilizó el analizador de gases, con el objetivo de comparar la variación en la emisión de gases contaminantes del vehículo de prueba, en los dos escenarios, con el dispositivo Sprint Booster conectado al pedal del vehículo y sin él. Cada prueba se la realizó siguiendo el protocolo establecido en la normativa vigente en el Ecuador, que es la NTE INEN 2204, la cual establece los límites máximos de emisiones contaminantes de vehículos.

Tabla 3. Límites máximos de emisiones permitidos para fuentes móviles con motor de gasolina.

Año modelo	% CO ^a		ppm HC ^a	
	0 - 1500 ^b	1500 - 3000 ^b	0 - 1500 ^b	1500 - 3000 ^b
2000 y posteriores	1,0	1,0	200	200
1990 a 1999	3,5	4,5	650	750
1989 y anteriores	5,5	6,5	1000	1200

^a Volumen

^b Altitud = metros sobre el nivel del mar (msnm).

Fuente. NTE INEN 2204

3.3. Procesamiento de datos.

Una vez realizado las pruebas dinámicas y las pruebas de emisiones contaminantes de gases, con el dispositivo Sprint Booster y sin éste, se procede a realizar gráficas comparativas de los datos emitidos por los diferentes equipos de medición para conocer los resultados de este estudio y dar a conocer las repercusiones del dispositivo electrónico Sprint Booster en el acelerador electrónico del vehículo a prueba.

5. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1. Resultados y comparación de pruebas en dinamómetro.

Las pruebas dinámicas realizadas se la realizó en un dinamómetro inercial, según el protocolo amparado en la normativa SAE J1349. Las pruebas realizadas en el dinamómetro, son denominadas pruebas de velocidad, debido a que el vehículo a prueba, está equipado con transmisión automática. Se realizaron varias pruebas: sin el dispositivo conectado, con el dispositivo conectado en modo SPORT SB y con el dispositivo conectado en modo RACE SB. Estas pruebas las vamos a comparar con los

modos de conducción que tiene el vehículo de fábrica que son el modo POWER STD y modo SPORT STD. Los datos dados por el dinamómetro se encuentran plasmados en la presente investigación en gráficos, que nos permiten comparar la potencia máxima del motor, el torque máximo del motor y la velocidad con la que el torque se transmite a las ruedas desde la apertura de la mariposa de aceleración. Cabe recalcar que la potencia máxima alcanzada por el motor (131hp) al igual que el torque máximo (29, 2kg.m) se mantienen en todas las pruebas realizadas, es decir que el dispositivo electrónico Sprint Booster no modifica la potencia ni el torque del vehículo en ninguno de sus modos de conducción; únicamente modifica la velocidad con la que el torque se transmite a las ruedas, desde la apertura de la mariposa de aceleración.

4.1.1. Prueba dinámica sin dispositivo.

En esta prueba de velocidad realizada en el dinamómetro, según el protocolo amparado en la normativa SAE J1349, con el vehículo sin el dispositivo Sprint Booster conectado al pedal del vehículo. Según la figura 3 podemos observar que la potencia máxima del motor es de 131hp de potencia, alcanzando su torque máximo (29.2 kg.m) a partir de los 40 km/h, es decir que en el transcurso de tiempo en que el vehículo llega a esta velocidad, el torque máximo llega a las ruedas desde la apertura total de la mariposa de aceleración.

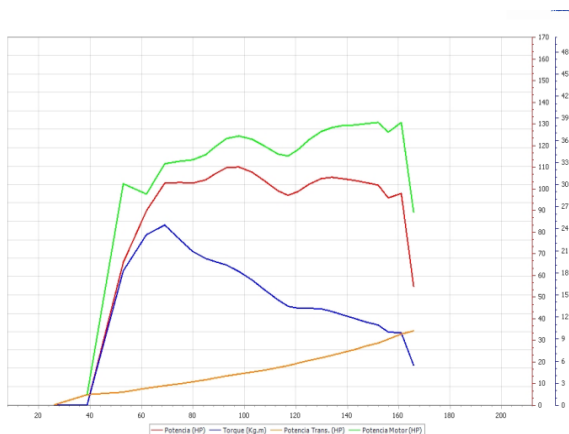


Figura 3. Relación de potencia y torque de vehículo.

Fuente: Dinamómetro

4.1.2. Comparativa resultados dispositivo modo Race y sin dispositivo.

En estas pruebas de velocidad realizadas en modo RACE SB y sin el dispositivo conectado al pedal, según la figura 4, observamos que el torque máximo alcanzado en ambos casos es el mismo (29,2kg.m) y en modo RACE SB el torque que representa la línea roja, se dispara a partir de los 20km/h, antes que la línea azul que representa la curva del torque sin el dispositivo conectado, la cual se dispara a partir de los 40km/h; esto nos indica que con el dispositivo Sprint Booster conectado al pedal, el torque máximo en el vehículo llega más rápido a las ruedas desde la apertura de la mariposa de aceleración, que sin el dispositivo conectado al pedal; es decir que el dispositivo electrónico modifica el tiempo de apertura de la mariposa de aceleración haciéndolo más rápido.

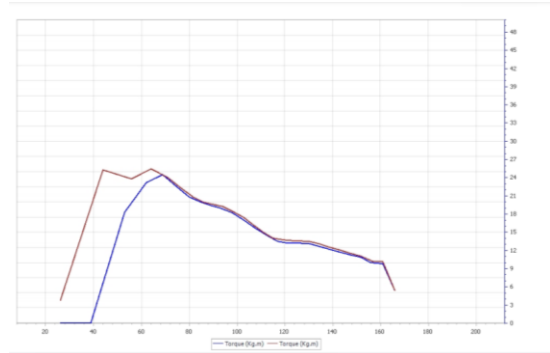


Figura 4. Relación de torque modo Race SB y sin dispositivo.

Fuente: Dinamómetro

4.1.3. Comparativa resultados dispositivo modo Race y modo Sport.

El dispositivo electrónico Sprint Booster en sus dos modos de conducción, presentó una pequeña variación en el tiempo de transmisión de torque entre el motor y las ruedas del vehículo, mientras que el torque máximo en estos dos modos se mantiene en 29,2 kg.m. Ya que como se puede observar en la figura 5, la línea roja que representa la curva de torque en modo RACE SB sube cuando la velocidad del vehículo es de 20 km/h y la línea amarilla que representa la curva de torque en modo SPORT SB sube cuando la velocidad del vehículo es de 25km/h. Es decir, en modo SPORT SB el tiempo de transmisión de torque desde la

mariposa de aceleración hasta las llantas aumenta, pero no lo hace de una manera total.

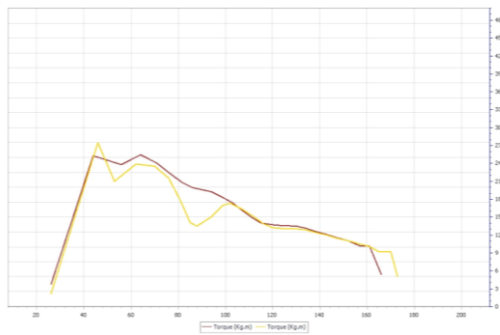


Figura 5. Relación de torque en modo Race SB y modo Sport SB.
Fuente: Dinamómetro

4.1.4. Comparativa de torque en los resultados del dispositivo y vehículo en todos sus modos.

Realizadas las pruebas dinámicas en el vehículo de prueba, en la figura 6 podemos observar la variación del torque según la velocidad del vehículo en las diferentes pruebas realizadas, en la gráfica dada por el sistema del dinamómetro cada prueba esta identificada por una línea de color que representa la curva de torque en el vehículo, según la velocidad en km/h del mismo, lo que nos indica la velocidad en que el torque es transmitido a las ruedas hasta llegar a su torque máximo, el cual es de 29.2kg.m en todas las pruebas realizadas. En los modos SPORT SB y RACE SB del dispositivo Sprint Booster, el aumento en la transmisión del torque máximo a las ruedas es más rápido que, con los modos de conducción dados por el fabricante del vehículo, esto nos indica que el vehículo en sus modos de conducción SPORT STD y POWER STD aumentan la transmisión del torque a las ruedas de una manera más progresiva en comparación al dispositivo Sprint Booster.

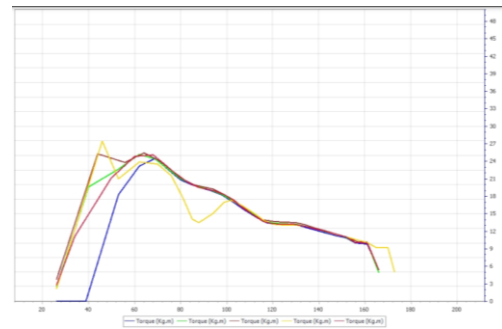


Figura 6. Comparativa de torque modos de conducción Race SB, Sport SB, Power STD, Sport STD.
Fuente: Dinamómetro

4.2. Análisis de resultados pruebas dinámicas.

Según las pruebas de velocidad que se realizaron en el dinamómetro, se puede evidenciar que en el grafico 3 donde observamos la relación de potencia y torque del vehículo sin el dispositivo Sprint Booster conectado al pedal, la potencia del vehículo se mantiene en todas las pruebas según los datos del dinamómetro, mientras que en la figura 4 podemos observar que el modo RACE SB y modo SPORT SB del dispositivo Sprint Booster presentan una mínima variación en la transmisión de torque a las ruedas con respecto a la velocidad, es decir llegan al torque máximo en menos tiempo. En la figura con relación a la gráfica 6, en la cual comparamos todos los modos de conducción del dispositivo y del vehículo, en el cual podemos observar que el vehículo con los modos de conducción dados por el fabricante se comporta de una manera diferente, debido al aumento de velocidad en la transmisión de torque a las ruedas de una manera más rápida pero no tan brusca, como con el dispositivo Sprint Booster en sus dos modos de conducción, según el análisis dado por las pruebas dinámicas en dinamómetro, el aumento de velocidad en transmitirse el torque a las ruedas con el dispositivo conectado al pedal, se debe a que la mariposa de aceleración se abre más rápido que en condiciones normales, lo que nos indica que el dispositivo Sprint Booster modifica la configuración electrónica de la ECU y envía la señal de apertura de la mariposa en menor tiempo.

4.3. Sensación de conducción.

La sensación de conducción con el dispositivo Sprint Booster varía notablemente a comparación del vehículo sin el mismo. Se puede percibir con el dispositivo conectado en modo RACE SB, que el vehículo todo el tiempo se mantiene en altas revoluciones, el momento que se realiza el cambio de marcha, lo cual produce una sensación de mejor reacción en el acelerador al momento de rebasar y en alcanzar una velocidad alta más rápido y con el dispositivo en modo SPORT STD se puede percibir que la reacción del acelerador aumenta pero al momento que se realiza el cambio de marcha las revoluciones bajan, es decir el vehículo se demora más en alcanzar una velocidad más alta. Debido al peso del vehículo y a su cilindraje, se siente pesado el mismo, al momento de acelerar y al momento de rebasar a otros vehículos, lo cual con el dispositivo Sprint Booster mejora.

4.4. Tiempo de respuesta del acelerador electrónico.

Realizadas las pruebas de velocidad en el vehículo se observa que existe una variación en la aceleración del vehículo a prueba, esto se da con el dispositivo conectado al pedal en modo RACE SB y en modo SPORT SB, según la tabla 6 de resultados de aceleración de 0 a 100 km/h del vehículo a prueba dada por el dinamómetro, podemos observar que el tiempo de respuesta del acelerador electrónico mejora en 2 segundos.

Tabla 6: Resultados de aceleración.

Denominación	Aceleración de 0 a 100 km/h
Sin dispositivo	12,4 s
Con dispositivo	10,2 s

Fuente: Dinamómetro.

4.5. Prueba de emisión de gases contaminantes.

Las pruebas de emisiones contaminantes se realizaron amparadas en la normativa vigente NTE INEN 2204 de Ecuador, en

donde se pudo observar que la variación en emisiones contaminantes es mínima y se da únicamente en las partículas por millón dadas por los HC tanto con el dispositivo conectado y sin él, como podemos observar en la tabla 7.

Tabla 7: Comparativa emisiones contaminantes vehículo a prueba.

Denominación	CO	O2	HC
Con dispositivo	0,6	3,5	169
Sin dispositivo	0,6	3,5	600

Fuente: autor

4.5.1. Análisis emisión de gases contaminantes con dispositivo y sin dispositivo.

Según la tabla 6 de comparativa de emisión de gases con el dispositivo conectado y sin él, podemos evidenciar que la variación en emisiones se da únicamente en los HC, que son los hidrocarburos no combustiónados; lo cual como evidenciamos en la sensación de manejo en el vehículo con el dispositivo conectado al pedal, el motor se mantiene con altas revoluciones, mientras el vehículo está en movimiento, lo que ocasiona que el catalizador se mantenga a una temperatura más elevada, cuando manejamos el vehículo con el dispositivo conectado; por lo que entre más temperatura se mantenga el catalizador va a emitir en menor cantidad HC al ambiente y mientras el catalizador se mantenga a menos temperatura, emitirá HC más altos; por lo que el vehículo conectado el dispositivo electrónico Sprint Booster al pedal, cumple con la normativa vigente en el Ecuador.

6. CONCLUSIONES

Mediante la presente investigación se determinó que el dispositivo electrónico Sprint Booster, no aumenta ni disminuye la potencia en todas las pruebas realizadas.

Según las pruebas realizadas se comprueba que, con el dispositivo conectado al pedal, el torque máximo en el vehículo se transmite más rápido a las ruedas desde la apertura de la mariposa de aceleración, es decir el dispositivo ocasiona la apertura de la aleta de aceleración más rápido, es decir que el dispositivo Sprint Booster elimina el retraso

en el acelerador electrónico, entregando una respuesta más rápida al momento de presionar el pedal.

Se determinó que las emisiones contaminantes emitidas por el motor con el dispositivo Sprint Booster conectado al pedal, cumple con los límites máximos permitidos en la normativa vigente actual en el Ecuador.

7. REFERENCIAS

- [1] Chucuyan Pérez, Carlos Alejandro. (2016). Análisis de funcionamiento del Sistema de acelerador electrónico del motor S4A del vehículo chevrolet sail. Facultad de Mecánica Automotriz. UIDE. Guayaquil. 90p.
- [2] Robalino Pontón, Sebastián; Sebastián, Francisco Javier. (2018). Eficiencia Térmica de los Catalizadores. Facultad de Mecánica Automotriz. UIDE. Quito. 127p.
- [3] JE Guarella, JP Heredia, L Rodríguez, I Bagatto. (2011). Sensores y actuadores en el motor. Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional de La Plata. Buenos Aires. 26p.
- [4] Parera, A. M. (1990). Inyección Electronica en motores de gasolina. Barcelona: Marcombo S.A.
- [5] Castillo Jairo; Rojas Vicente; Martínez Jorge. (Abril, 2017). Determinación del torque y potencia de un motor de combustión interna a gasolina mediante el uso de bujía con sensor de presión adaptado y aplicación de un modelo matemático. Revista Politécnica, 39, 9.
- [6] NTE INEN 2203 (2000). Gestión ambiental. aire. vehículos automotores. Determinación de la concentración de emisiones de escape en condiciones de marcha mínima o “ralenti” .prueba estática.
- [7] NTE INEN 2204 (2017). Gestión ambiental. aire. vehículos automotores. límites permitidos de emisiones producidas por fuentes móviles terrestres que emplean gasolina.
- [8] Manual de Usuario del dispositivo Sprint Booster.
- [9] Barros Edgar; Espinosa Sebastián (Febrero, 2014). Diseño del mando electrónico del acelerador para el vehículo Chevrolet Luv 2.2L.
- [10] Xavier, C.Q. (2019). Caracterización de la respuesta dinámica en aceleración de un vehículo Aveo 1.6 en función de los PIDs obtenidos a través de OBD II. Cuenca: Universidad Politécnica Salesiana.
- [11] Jairo Castillo, V.R. (2017). Determinación de torque y potencia de un motor de Combustion Interna .9.
- [12] Cervantes, A. (2015). Diseño y Construcción de un opacímetro para motores Diesel. Quito. UIDE.
- [13] Avelino, A. (2016) Estudio e Implementación del Dinamómetro de chasis, Modelo X tracción 2 ruedas del fabricante DYNOCOM. Guayaquil, UIDE.
- [14] SAE J1349, Engine Power Test Code-Spark ignition and Compression Ignition net power rating, PP 7. (2004).