



Plagiarism Checker X Originality Report

Similarity Found: 1%

Date: miércoles, abril 06, 2022

Statistics: 74 words Plagiarized / 5001 Total words

Remarks: Low Plagiarism Detected - Your Document needs Optional Improvement.

Behavior analysis **of the vacuum pump** in the conversion from MCI to EV. Análisis del comportamiento de la bomba de vacío en la conversión de MCI a EV Cristian Daniel Guamán¹ Emerson Daniel Tipan² Christian Loachamin³ ¹Autor de investigación ISU Central Técnico, Quito, Ecuador E-mail: cristian19_guaman@hotmail.com ²Autor de investigación ISU Central Técnico, Quito, Ecuador E-mail: emerdani818@gmail.com ³Coautor de investigación ISU Central Técnico, Quito, Ecuador E-mail: cloachamin@istct.edu.ec RESUMEN Años atrás la mayor parte de los servofrenos que encontramos en los vehículos, funcionaban gracias al vacío generado en el múltiple de admisión en los motores de combustión interna, el vacío que se generaba el motor no era suficiente para cumplir los requerimientos del servofreno, ya que algunos componentes externos como el aire acondicionado requerían un porcentaje de fuerza del motor, debido a esto el vacío que llegaba al servofreno no era suficiente.

En la actualidad los motores tanto híbridos como eléctricos no generan vacío, por esta situación se ha creado una bomba de vacío alterna la cual brinda el vacío adecuado para el correcto funcionamiento del servofreno y de otros componentes que requieren vacío para su funcionamiento. En el vehículo Audi Q5 híbrido encontramos dos tipos de motores, un motor de combustión interna y un motor eléctrico, este vehículo al poseer un motor de combustión interna genera un vacío el cual va al servofreno, pero cuando se activa el motor eléctrico el motor de combustión interna trabaja a bajas revoluciones por lo que el vacío que genera no es suficiente para su correcto funcionamiento, por lo cual en este sistema híbrido se integra una bomba de vacío la cual se encarga de completar adecuadamente el

vacío requerido por los diferentes componentes que lo que para un correcto funcionamiento.

Palabras clave Bomba de vacío, bomba de vacío eléctrica, motor de combustión interna, motor eléctrico vehículo híbrido
ABSTRACT Years ago, most of the brake boosters that we found in vehicles worked thanks to the vacuum generated in the intake manifold in internal combustion engines, the vacuum generated by the engine was not enough to meet the requirements of the brake booster, since some external components such as the air conditioning required a percentage of power from the engine, due to this the vacuum reaching the brake booster was not sufficient.

At present, both hybrid and electric motors do not generate vacuum, due to this situation an alternate vacuum pump has been created which provides the adequate vacuum for the correct operation of the brake booster and other components that require vacuum for their operation. In the Audi Q5 hybrid vehicle we find two types of engines, an internal combustion engine and an electric motor, this vehicle at Having an internal combustion engine generates a vacuum which goes to the brake booster, but when the electric motor is activated, the internal combustion engine works at low revolutions, so the vacuum it generates is not enough for its correct operation, so in This hybrid system integrates a vacuum pump which is in charge of adequately completing the vacuum required by the different components, which for proper operation. Keywords Vacuum pump, electric vacuum pump, Internal combustion engine, electric motor hybrid vehicle 1.

1. INTRODUCCIÓN. En el campo automotriz los vehículos han mejorado de forma sorprendente y de esta manera han ido evolucionando para ser amigables con el medio ambiente, proporcionando un notable cambio, es decir a la utilización de vehículos eléctricos y vehículos híbridos, optimando los diversos sistemas del automotor.

Cuando se creó el automóvil, los fabricantes mejoraron sus sistemas de seguridad activa y seguridad pasiva, con el paso del tiempo los sistemas más importantes que sea innovado es el sistema de frenos ya que este brinda mejor seguridad y confort para el conductor y sus ocupantes. En el Audi Q5 el sistema de frenos trabaja con una bomba de vacío eléctrica, puesto que se ha empleado con el propósito de brindar un mejor funcionamiento y fiabilidad.

La aplicación y la instalación de una bomba de vacío en el sistema de frenos representa una de las más importantes en el vehículo para aprovechar toda la

potencia de frenado en todo momento y de una forma constante y efectiva. Años atrás la mayor parte de los servofrenos del automóvil, emplearon el vacío que se generaba por el múltiple de admisión en motores de combustión interna, para su funcionamiento en determinadas ocasiones, este vacío que se generaba no era lo suficiente y tampoco el adecuado ya que en trayectorias a grandes alturas o en la utilización del aire acondicionado e inclusive en el arranque en frío, el vacío obtenido seguía siendo insuficiente.

Los motores de combustión interna, los nuevos vehículos eléctricos y vehículos híbridos no pueden crear presión de vacío para lo cual fue necesario la implementación de una bomba de vacío eléctrica (figura 1), para poder establecer el vacío adicional que necesita esta nueva tecnología y así garantizar que el funcionamiento del sistema de frenos seguirá siendo eficiente.

En el caso de los vehículos híbridos dichas bombas eléctricas mantendrán la fuerza de frenado en el caso que el motor de combustión interna se encuentre apagado y así respetara las normas de seguridad. Figura 1: Bomba de vacío eléctrica. Fuente: (Rheinmetall, 2018) 1.1 Tipos de conexión de la bomba de vacío. Los tipos de conexiones de las bombas de vacío van a depender del vehículo, ya que existen dos prototipos de bombas de vacío en un sistema de frenos, para esto se ha encontrado la bomba de vacío regulada y la bomba de vacío controlada.

Dichas bombas se diferencian entre sí en la utilización del sensor de presión, la una que trabaja en el conducto de vacío y la otra que trabaja sin sensor. 1.1.1 Bomba de vacío regulada. La función principal de la bomba de vacío regulada es la de monitorear por medio de la unidad de control del motor (figura 2) y a través de un relé que la bomba se active en caso de ser necesario por medio del sensor de presión del servofreno del automóvil.

Este sensor de presión llevará un registro constante de la presión real del sistema y transmitirá este valor a una unidad de control (ECU). La unidad de control del vehículo compara los datos obtenidos del sensor de presión, con los valores nominales, esta los regulara considerando las necesidades del automóvil, con el tiempo de encendido de la bomba de vacío.

La activación eléctrica realizada por la unidad de control tiene lugar a través de un relé conectado a la bomba de vacío. (Hella, s.f.). Figura 2: Esquema de conexión de la bomba de vacío regulada. Fuente: (Hella, s.f.) 1.1.1.1 Características de la bomba de vacío regulados El sistema de control (figura 3) compara los valores medidos por los sensores con los valores teóricos que tiene memorizados y se encarga de

regular **el funcionamiento del actuador** correspondiente (VolkswagenAG, 2017).
Figura 3: Estructura del sistema. Fuente: (VolkswagenAG, 2017) 1.1.1.2

Condiciones de funcionamiento de la bomba de vacío regulada. Las condiciones del funcionamiento de la bomba de vacío preceden de la activación y desactivación en una gama de presión específica, ya que después de la desactivación conserva la presión existente hasta el accionamiento el freno. Figura 4: Esquematación eléctrica de la bomba de vacío regulada. Fuente: (VolkswagenAG, 2017) 1.1.2

Bomba de vacío controlada. Este tipo de bomba de vacío trabaja sin sensor de presión y es controlada por medio del diagrama operativo (figura 5) de presión del colector de admisión almacenado en **la unidad de control del** motor.

La presión del colector de admisión se calcula a través de los valores de salida, el nº de revoluciones del motor, la carga del motor, la colocación de la válvula de mariposa y el interruptor de la luz de freno. (Hella, s.f.). Figura 5: Esquema de conexión de la bomba de vacío controlada. Fuente: (Hella, s.f.) 1.1.2.1
Características de la bomba de vacío controlada.

Las características que presentan estos sistemas controlados es el control de las magnitudes de salida por medio de las magnitudes de entrada (figura 6). En **la unidad de control** (ECU) se tiene programada un modelo matemático de la presión en el colector de admisión. **La unidad de control** (ECU) calcula la presión en el amplificador de servofreno, previo al análisis de las magnitudes de entrada (VolkswagenAG, 2017).

Figura 6: Estructura del sistema. Fuente: (VolkswagenAG, 2017) 1.2.2.2 Condiciones de funcionamiento de la bomba de vacío controlada. Las condiciones de activación de la bomba de vacío controlada dependerán de la presión del entorno, calculada por el colector de admisión el cual si supera una magnitud de la curva característica programada transmitirá una señal de masa a **la unidad de control** la cual pondrá en marcha (figura 7).

Figura 7: Esquematación eléctrica de la bomba de vacío controlada. Fuente: (VolkswagenAG, 2017) 1.2 Ventajas de la bomba de vacío. Como principales ventajas que presenta una bomba de vacío eléctrica en los vehículos es la de garantizar o brindar un menor consumo de energía ya que depende de las necesidades del funcionamiento de la bomba, como también favorecen en la reducción de las emisiones del dióxido de carbono (CO₂), son muy compatibles con todo tipo de motor, de esta forma sus mantenimientos y su funcionalidad en

seco le brinda una auto lubricación sin tener necesidad de ningún circuito de aceite unido al motor, de esta forma podemos mencionar que no dependen de la tecnología de un motor de combustión interna. 2. Funcionamiento del sistema.

Para asegurar toda la potencia de frenado y que esté presente en todo instante y de manera inmediata, se necesita una bomba de vacío. Hasta hace poco, la mayoría de los servofrenos utilizaban el vacío creado por el canal de admisión de los motores de combustión en determinadas circunstancias de funcionamiento el vacío creado por el motor ya no es suficiente (Pagid, 2018).

Para solucionar el problema de la insuficiencia de vacío, se implementó una bomba de vacío eléctrica la cual se encarga de dar un funcionamiento correcto del servofreno. Los motores de combustión interna han evolucionado implementando nuevas tecnologías como los motores eléctricos e híbridos los cuales no crean vacío en su funcionamiento, para solucionar este problema la bomba de vacío eléctrica (figura 8) crea un vacío adicional que requieren este tipo de motores.

Figura 8: Bomba de vacío eléctrica Fuente: (Pagid, 2018) En el vehículo Audi Q5 al ser híbrido encontraremos dos tipos de motores el motor MCI y el motor eléctrico, en el motor de combustión interna encontraremos la bomba de vacío ubicada directamente en la culata y es accionada por el árbol de levas. El vacío es la diferencia de presión, generalmente medida en pulgadas de mercurio, entre el interior del colector de admisión y la presión del aire exterior (Stevenson C. , 2018).

El vacío es obtenido cuando las válvulas de admisión se abren y el pistón pasa de PMS al PMI creando una succión o vacío, este vacío se genera siempre que el motor se encuentre encendido y es utilizado en diferentes tipos de componente como actuadores, el sistema de aire acondicionado y principal mente **en el sistema de frenos** ya que este utiliza el vacío para ayudar a la potencia de frenado.

Cuando el motor eléctrico se encuentra activo entra en funcionamiento una bomba de vacío auxiliar eléctrica la cual compensa el vacío que necesitan los diferentes sistemas que lo requieren. El funcionamiento principal de la bomba de vacío se basa (figura 9) en el principio de compresión rotativa con paletas deslizantes, por medio del motor eléctrico se pone en movimiento giratorio el eje de la bomba, y con ello también el rotor.

Por todo ello, el aire se desplaza desde la zona de admisión hasta la zona de presión por las celdas formadas por la pared de la carcasa y por cada dos paletas. (Hella, s.f.) Figura 9: Partes de la bomba de vacío. Fuente: (AudiAG, 2019) 3.

Componentes. 3.1 Componentes del sistema de freno de bomba de vacío controlada 3.1.1 Servo freno.

El servofreno (figura 10), es un elemento que funciona por medio de un vacío que proporciona el colector de admisión, en el funcionamiento involucran un pistón ubicado en la parte posterior del pedal de freno, en su interior existen dos cámaras las cuales determinan si el freno se encuentra accionado. El vacío generado por el colector de admisión es aprovechado en crear presión atmosférica inferior en el interior de las cámaras. (Race, 2021). Figura 10: Servofreno.

Fuente: (VolkswagenAG, 2017) 3.1.2 Unidad de control del motor. La unidad de control electrónica (figura 11), es un dispositivo que lee todas las señales de los sensores que son ubicados en diferentes partes del motor del automóvil y dependiendo de la información recolectada controla diversas unidades con los respectivos actuadores.

La ECU compara los valores obtenidos de la presión que llega a la bomba de vacío de esta forma compara con los valores ya programados en la unidad de control para determinar su buen funcionamiento. (Ramirez, 2018) Figura 11: Unidad de control. Fuente: (Bosch, 2020) 3.1.3 Válvula de retención. Válvula de retención de vacío (figura 12), comprende una primera salida asociada a un motor o una bomba generadora de presión reducida y una segunda salida asociada al dispositivo de servofreno, está conectada a la cámara de admisión del motor en cuyo interior se dispone por lo menos una membrana y una trayectoria de flujo que recorre el aire que viene del servofreno, creándose vacío, en la que: si la válvula de retención se ha roto, no retiene el vacío y el pedal se endurece (Aparicio, 2020); y se dispone una varilla de unión que tiene un primer extremo asociado a la parte central de la membrana y un segundo extremo opuesto, asociable a un encaje; estando caracterizada la válvula por el hecho de que la varilla comprende un cono asociable selectivamente aun anillo de estanqueidad y por lo menos un empalme situado en el encaje cónico. (Baranauskas, 2017); si la válvula de retención se ha roto, no retiene el vacío y el pedal se endurece. Figura 12: Válvula de retención.

Fuente: (Baranauskas, 2017) 3.1.4 Bomba eléctrica de vacío con unidad de control. Estas bombas se activan generalmente por la unidad de control del motor en función de la señal suministrada por el sensor de vacío del servofreno, aunque también puede tener en cuenta señales tales como: las revoluciones del motor, la posición de la mariposa de admisión, la presión exterior.

La bomba eléctrica (figura 13) y el sensor de vacío están incluidas en el sistema de

autodiagnóstico de la unidad de motor, por lo que es posible verificar las averías relacionadas mediante una diagnosis. (Digital, 2020). Figura 13: Bomba de vacío eléctrica. Fuente: (Hella, s.f.)

4. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. Materiales

Los materiales utilizados al momento de realizar las diferentes pruebas de campo fueron tanto el vehículo principal un auto Audi modelo Q5 híbrido y para realizar las diferentes pruebas se utilizó un escáner y un vacuómetro automotriz.

Vehículo: el vehículo que se utilizó fue un Audi Q5 híbrido el cual está modificado en su totalidad para realizar diferentes pruebas en todos los sistemas que este vehículo posee. **Escáner:** este equipo fue de vital importancia ya que en él se pudo observar de manera precisa como fluctuaba las diferentes presiones que podemos encontrar en el sistema de vacío del vehículo.

Vacuómetro: este componente fue importante ya que en él se pudo observar y verificar las diferentes variaciones que se dan en la bomba de vacío eléctrica.

4.2. Métodos

Para realizar la recopilación de datos del trabajo investigativo se han implementado algunas técnicas de recolección de datos más efectivas para obtener la mayor cantidad de datos con respecto a la investigación.

Descriptivo: este método es muy importante ya que se debió observar con mucha intención tanto el funcionamiento como los componentes del sistema, y reflexionar solo los datos obtenidos tanto por el scanner como por el vacuómetro.

Experimental: el método utilizado es de vital importancia ya que nos permitió delimitar las diferentes condiciones en las que se recolectaron los diferentes datos y poder compararlos entre sí.

Explicativo: el método utilizado es muy importante ya que nos permitió familiarizarnos con el tema y nos permitió transmitir nuestro punto de vista sobre la investigación. **Procedimental:** el método utilizado nos permitió ejecutar diferentes estrategias y formas de conducir el vehículo para poder obtener los diferentes datos requeridos para la realización de esta investigación.

5. RESULTADOS.

En el sistema de frenos en la sección del servofreno como base de la investigación que se realiza en el vehículo Audi Q5 está basada en el comportamiento que se genera en la bomba de vacío durante la conversión de modo MCI a modo EV. Mediante el análisis verificado por medio del scanner automotriz se determinó los cambios que se producen en la bomba de vacío al momento de presionar y soltar el pedal de freno observando las ondas que se generan en su funcionamiento.

De igual forma mediante el análisis del vacuómetro se determinó el estado de la depresión que se genera y así también poder detectar posibles anomalías. Dada esta breve explicación se procede a realizar las siguientes pruebas en el vehículo Audi Q5 **sobre el funcionamiento del** servofreno y se determina los siguientes resultados con el scanner automotriz y el vacuómetro. 5.1. Obtención del oscilograma de la bomba de vacío del servofreno. 5.1.1.

Medición de la presión de la bomba de vacío con el vehículo en posición parking (P). Pruebas con el scanner automotriz de la bomba de vacío con su comportamiento adecuado. Modo Eléctrico: En el diagrama del escáner (figura 14), demuestra que al momento de accionar el pedal del freno los valores del vacío van a ascender progresivamente hasta llegar **a un valor de** casi 200 hPa (A).

Al instante de soltar **el pedal de freno** el valor del vacío sube a 400 hPa (B) para que luego descienda y mantenerse en reposo de 131.45 hPa (C). Figura 14: Oscilograma comportamiento de la presión en la bomba de vacío modo eléctrico. Fuente: Propia. Modo de combustión: En el diagrama del escáner (figura 15), demuestra que al momento de accionar el pedal del freno se mantiene un valor constante de 77.15 hPa (A).

Al instante de soltar **el pedal de freno** el valor del vacío que genera la bomba asciende a 289.45 hPa (B) como valor máximo aproximado, para luego descender al valor constante de 77.15 hPa. Figura 15: Oscilograma comportamiento de la presión en la bomba de vacío modo de combustión. Fuente: Propia. 5.1.2

Medición en depresión de la bomba de vacío valor con el vehículo en posición parking(P). Pruebas con el scanner automotriz de la bomba de vacío con su comportamiento adecuado. Modo Eléctrico: En el diagrama del escáner (figura 16), demuestra que al momento de accionar el pedal del freno (A) los valores del vacío irán descendiendo levemente hasta llegar **a un valor de** 542.97 hPa luego descendiendo al valor pico de 435.62 hPa (B) luego dicho valor ascenderá.

En el momento de tener suelto **el pedal de freno** (C) el valor del vacío se mantiene en reposo con un valor de 597.34 hPa. Figura 16: Oscilograma comportamiento de la depresión en la bomba de vacío modo eléctrico. Fuente: Propia. Modo de Combustión: En el diagrama del escáner (figura 17), demuestra que al momento de accionar el pedal del freno (A) los valores del vacío van a mantenerse constantes en un valor de 651.72 hPa. Al momento de soltar **el pedal de freno** (B) el valor del vacío que genera la bomba es de 477.97 hPa siendo el valor pico en la gráfica para luego ascender y mantenerse en un valor constante.

Figura 17: Oscilograma comportamiento de la depresión en la bomba de vacío modo de combustión. Fuente: Propia. 5.1.3. Medición de la depresión en la bomba de vacío en el vehículo en posición drive (D). Pruebas realizadas con el escáner automotriz a la bomba de vacío con el vehículo en movimiento.

Modo Eléctrico: En el diagrama del escáner (figura 18), demuestra que al estar en movimiento el vehículo con una velocidad de 10km/h la bomba de vacío eléctrica sufre una depresión de 442.89 hPa (A) y al momento de presionar el pedal de freno (B) a fondo la depresión llega a un valor pico de hasta 584.02hPa, soltamos el pedal de freno (C) y la depresión descenderá hasta su valor de reposo siendo este 442.89hPa.

Figura 18: Oscilograma depresión de la bomba de vacío con el modo eléctrico. Fuente: Propia. Modo de Combustión: En el diagrama del escáner (figura 19), cuando el vehículo se encuentra en movimiento con el motor de combustión interna encendido el vacío que podemos ver en las gráficas es el generado dentro de los cilindros, por lo cual el vacío siempre será constante de 651.41hPa (A), al momento de presionar el pedal de freno la depresión que podemos observar en la gráfica se mantiene sin mostrar una variación.

Figura 19: Oscilograma depresión de la bomba de vacío con el modo de combustión interna. Fuente: Propia 5.1.5. Medición de la presión en la bomba de vacío en el vehículo en posición drive (D). Las pruebas fueron realizadas con el escáner automotriz con el vehículo en movimiento. Modo Eléctrico: En el diagrama del escáner (figura 20), que se puede observar en el escáner automotriz con el vehículo en movimiento con el motor eléctrico encendido a una velocidad de 10km/h, la bomba de vacío eléctrica da una presión aproximada de 285.86hPa (A) y cuando presionamos el pedal de freno (B) a fondo la presión baja a un valor de 144.73hPa, al soltar el pedal de freno la presión aumenta nuevamente a un valor de 285.86hPa. Figura 20: Oscilograma presión de la bomba de vacío con el modo eléctrico.

Fuente: Propia. Modo de combustión: En el diagrama del escáner (figura 21) con el vehículo en movimiento con el motor de combustión interna encendido nos da una presión constante de 77.15hPa (A), y al momento de presionar el pedal de freno se puede observar que no existen una variación de presión.

Figura 21: Oscilograma presión de la bomba de vacío con el modo de combustión interna Fuente: Propia 5.2. Análisis del sistema de vacío mediante la utilización del

vacuómetro. 5.2.1. Esquema funcional de la bomba de vacío del servo freno. El sistema de la bomba de vacío del servofreno que se presenta en la siguiente figura 22, podemos observar cuál es la ubicación del servofreno y de la bomba de vacío con su respectivo paso del vacío. Figura 22: Esquema funcional de la bomba de vacío del servofreno. Fuente: (AudiAG, 2019). 5.2.2. Medición de vacío.

Pruebas con el vacuómetro automotriz en la bomba de vacío. Modo eléctrico: En el vacuómetro (figura 23) indica un valor de 14.5 in Hg de vacío al momento de no accionar el pedal de freno el cual al momento de presionar dicho pedal asciende a un valor de 15 in Hg de vacío. Figura 23: medición de vacío en motor eléctrico.

Fuente: Propia Modo de combustión: El manómetro (figura 24), indica un valor de 0 al momento de presionar el pedal al fondo y al instante de soltar el pedal el valor de vacío asciende a 13.5 in Hg de vacío. Figura 24: Medición de vacío en motor de combustión. Fuente: Propia 6. DISCUSIÓN 6.1. Análisis de los parámetros obtenidos con el scanner automotriz.

Mediante el análisis del sistema de la bomba de vacío y las gráficas se pudo obtener los siguientes datos que se van a detallar en las siguientes tablas 1 Y 2. Tabla 1 Parámetros comparativos en el momento de presión y depresión de la bomba de vacío en modo EV. Servofreno depresión Pedal presionado Pedal suelto Drive Parking Valor 542.97 hPa 597.27 hPa 572.89 hPa 597.3

hPa Presión Servofreno Pedal presionado Pedal suelto Drive Parking Valor 186.91 hPa 131.45 hPa 120.59 hPa 131.45 hPa Fuente: propia Con los datos obtenidos con el vehículo utilizando el motor eléctrico existen grandes variaciones de vacío ya que solo cuenta con la bomba de vacío eléctrica. Tabla 2 Parámetros comparativos en el momento de presión y depresión de la bomba de vacío en modo de MCI encendido.

Servofreno depresión Pedal presionado Pedal suelto Drive Parking Valor 477.97 hPa 651.72 hPa 651.45 hPa 477.97 hPa Presión Servofreno Pedal presionado Pedal suelto Drive Parking Valor 289.45 hPa 77.15 hPa 77.15 hPa 289.45 hPa Fuente: propia Con los datos obtenidos con el motor de combustión interna activo, se ha determinado que al estar en parking y presionar el pedal de freno existe una variación tanto de presión como de depresión y entra en funcionamiento la bomba de vacío eléctrica para compensar el vacío, pero al momento de que el vehículo se encuentra en modo Drive no existe ninguna variación tanto de depresión como de presión ya que el motor se encarga de dar el vacío suficiente para que no existan variaciones. 6.2. Análisis de los parámetros obtenidos con el vacuómetro.

Mediante el análisis que se realiza con el vacuómetro se pudo obtener los siguientes datos que se van a detallar en la tabla 3. Tabla 3 Motor Pedal Suelto Pedal Presionado Motor Eléctrico 14.5 in Hg vac 15 in Hg vac Motor de Combustión 13.5 in Hg vac 0 in Hg vac Fuente: Propia. Se determina que el vacío que se genera cuando funciona en modo eléctrico y accionado el pedal de freno genera un valor de 15 in Hg de vacío, al momento de soltar el pedal de freno descenderá a un 14.5 in Hg de vacío.

Mientras tanto cuando se encuentra el MCI encendido y al momento de accionar el pedal de freno este no indica ningún valor y al instante de soltar el pedal de freno este sube a un valor de 13.5 in Hg de vacío. Con los datos obtenidos en los modos EV y MCI se puede indicar que, si existe variación en la bomba de vacío al momento de accionar y soltar el pedal de freno, pues esto indica que el vacío que existe será mínimo de 0.5 in Hg en EV.

En cambio, en MCI el vacío que existe al momento de no accionar el pedal de freno este será, de 13.5 pulgadas de mercurio ya que su valor nulo se presenta al momento de accionar el pedal. 6.3. Análisis de los parámetros medidos de la masa de aire en el vehículo en marcha P (parking) y D (drive) (Transmisión).

Mediante el análisis del sistema de la bomba de vacío con el scanner automotriz y colocando en la posición de parking y drive en la transmisión del vehículo se pudo obtener los siguientes datos que se van a detallar en la tabla 4. Tabla 4 Parámetros comparativos que genera la masa de aire en el comportamiento del modo eléctrico y el modo de combustión.

Masa de aire Parking Drive Unidad Modo eléctrico 0.69 0.69 g/s Modo de combustión 2.77 16.47 g/s Fuente: propia Con los datos obtenido podemos señalar que en el Audi Q5 en el modo eléctrico no va a existir variación alguna ya que en posición P(parking) y D(drive) los valores se mantienen ya que se pudo observar que el motor de vacío eléctrico se mantiene activo siempre.

Mientras tanto con el MCI encendido y en posición P(parking) el valor será de 2.77 g/s ya que el motor se mantendrá en ralentí generará el mismo vacío. Cuando nos encontramos en posición D(drive) el valor será de 16.47 g/s indicando que el flujo de la masa de aire que existe si cambia ya que el motor generará más vacío. 7.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES Mediante el análisis con el scanner automotriz y el vacuómetro se puede determinar que si existe una falla o una fuga

de aire en el sistema del servofreno la bomba de vacío se mantiene encendida constantemente. Cuando el vehículo se encuentra utilizando el motor de combustión interna no existe una variación de vacío en sistema ya que el motor compensa siempre la variación **al pisar el pedal de freno.**

Cuando el vehículo se encuentra con el motor de combustión interna activo y en posición de marcha P (parking) la bomba de vacío eléctrica entra en funcionamiento al momento de soltar **el pedal de freno** para poder compensar la presión y depresión utilizada al momento de frenar. Cuando apagamos el vehículo tanto el motor de combustión interna y el motor eléctrico el vacío generado va disminuyendo de 13.5Hg hasta 0 en un tiempo de 01:10.63seg.

8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS Aparicio, J. P. (07 de Marzo de 2020). Autofacil. Recuperado el 24 de Julio de 2021, de <https://www.autofacil.es/tecnica/sistema-servofreno-averiado/185569.html#:~:text=Rotura%20de%20la%20v%C3%A1lvula%20de,pinzas%20de%20freno%2C%20latiguillos%20etc.> AudiAG. (2019). Sistema de frenos (02 ed.). Ingolstadt, Alemania. Recuperado el 09 de Marzo de 2022 Baranauskas, R. (2017). Válvula de retención de vacío para servofreno, dispositivo de servofreno y vehículo. Recuperado el 24 de Julio de 2021, de <https://patentimages.storage.googleapis.com/20/8f/c1/cad0150d31f506/ES2413188T3.pdf> Bosch, R. (15 de ABRIL de 2020). BOSCH. Recuperado el 24 de Julio de 2021, de <https://www.bosch-mobility-solutions.com/en/solutions/control-units/engine-control-unit/> Digital, G. E. (2020). Servofreno: Bomba de vacío. Recuperado el 24 de Julio de 2021, de <https://precampuseina.com/mod/book/view.php?id=7730&forceview=1> EuroTaller. (07 de Enero de 2022). ¿Qué causa las averías en la bomba de vacío? Recuperado el 25 de Marzo de 2022, de <https://www.eurotaller.com/noticia/que-cause-las-averias-en-la-bomba-de-vacio> Hella. (s.f.). HELLA TECH WORLD. Recuperado el 24 de Julio de 2021, de HELLA TECH WORLD: <https://www.hella.com/techworld/es/Informacion-Tecnica/Electricidad-y-electronica-del-automovil/Revision-de-la-bomba-de-vacio-electrica-53588/#> Moya, C. (24 de Mayo de 2016). EL SERVOFRENO. Recuperado el 24 de Julio de 2021, de <https://blog.autingo.es/2016/05/24/que-es-el-servofreno-y-para-que-sirve/> Pagid, H. (20 de 08 de 2018). HELLA. Obtenido de Bombas de vacío eléctricas: <https://www.hella.com/techworld/es/ti/Bombas-de-vacio-electricas-10082/> Race.

(12 de Abril de 2021). Tecnología y Motor. Recuperado el 24 de Julio de 2021, de <https://www.race.es/que-es-el-servofreno-importante-para-seguridad> Ramirez, W.

J. (26 de Mayo de 2018). MECATRONNIX. Recuperado el 24 de Julio de 2021, de <https://mecatronnix.blogspot.com/2018/05/modulo-de-control-electronico.html>

Rheinmetall. (2018). Bombas de vacío. Recuperado el 24 de Julio de 2021, de Bombas de vacío:

<https://www.ms-motorservice.com/es/productos-y-aplicaciones/productos-en-torno-al-motor/product/bombas-de-vacio/> Stevenson, C. (21 de Julio de 2017). Puro Motores. Recuperado el 26 de Junio de 2021, de Cómo un motor de un vehículo crea un vacío:

<https://www.ventos.site/como-repararlo/como-crea-un-vacio-el-motor-de-un-automovil/#:%7E:text=Cuando%20se%20abre%20la%20v%C3%A1lvula,crea%20una%20succ%C3%B3n%20o%20vac%C3%ADo.>

Stevenson, C. (04 de 09 de 2018). Puro MOtores. Obtenido de Cómo un motor de un vehículo crea un vacío:

<https://www.puromotores.com/13143608/como-un-motor-de-un-vehiculo-crea-un-vacio> Taller, E. (07 de Enero de 2022). ¿Qué causa las averías en la bomba de vacío? Recuperado el 25 de Marzo de 2022, de <https://www.eurotaller.com/noticia/que-cause-las-averias-en-la-bomba-de-vacio>

Vermin-Club. (s.f.). Síntomas de una bomba de vacío de refuerzo de freno mala o defectuosa. Recuperado el 24 de Julio de 2021, de <https://es.vermin-club.org/symptoms-of-bad-or-failing-brake-booster-vacuum-pump-5272> VolkswagenAG. (02 de Julio de 2017). Bomba eléctrica de vacío para amplificador de servo freno. Recuperado el 24 de Julio de 2021, de <https://fddocuments.ec/document/257-bomba-electrica-de-vacio-para-amplificador-de-servofrenopdf.html?page=20>

Vermin-Club. (s.f.). Síntomas de una bomba de vacío de refuerzo de freno mala o defectuosa. Recuperado el 24 de Julio de 2021, de <https://es.vermin-club.org/symptoms-of-bad-or-failing-brake-booster-vacuum-pump-5272>

Vermin-Club. (s.f.). Síntomas de una bomba de vacío de refuerzo de freno mala o defectuosa. Recuperado el 24 de Julio de 2021, de <https://es.vermin-club.org/symptoms-of-bad-or-failing-brake-booster-vacuum-pump-5272>

Vermin-Club. (s.f.). Síntomas de una bomba de vacío de refuerzo de freno mala o defectuosa. Recuperado el 24 de Julio de 2021, de <https://es.vermin-club.org/symptoms-of-bad-or-failing-brake-booster-vacuum-pump-5272>

INTERNET SOURCES:

<1% -

<https://www.evpvacuum.com/vacuum-pump-heat-dissipation-and-cooling-techniques.html>

<1% - https://en.wikipedia.org/wiki/Manifold_vacuum

<1% -

<https://www.mech4study.com/2019/01/what-is-brake-booster-how-brake-booster-works.html>

<1% -

<https://www.audi.com/en/company/sustainability/core-topics/products-and-services/plug-in-hybride.html>

<1% -

<http://www.elconductor.com/que-es-el-sistema-de-frenos-abs-y-como-funciona/>

<1% - <https://www.scegliauto.com/es/video/volkswagen/tutorial/34010/>

<1% - <https://kripkit.com/unidad-de-control-del-motor/>

<1% - <https://www.mundodelmotor.net/sistema-de-encendido-dis/>

<1% - <https://es.scribd.com/document/355428530/Tutorial-Elsawin>

<1% -

<https://urgente24.com/dinero/capital/ahora-si-estallo-la-guerra-usa-oficializo-25-impuestos-china>

<1% - <https://www.youtube.com/watch?v=tETgQcs6Gpw>

<1% -

<https://www.coursehero.com/file/p6tq3h16/Recuperado-el-27-de-Abril-de-2020-desde-httpspolikraciacomes-el-ser-humano-malo/>

<1% - <https://www.youtube.com/watch?v=kKY5H4RwutY>

<1% -

<https://www.yumpu.com/es/document/view/65481490/edicion-12-de-abril-de-2021>

<1% -

<https://www.coursehero.com/file/p3db0i25/kennertech-26-de-Mayo-de-2020-Recuperado-el-5-de-Mayo-de-2021-de-Servidores-y/>