



ING. AUTOMOTRIZ

**Artículo Científico de Investigación y Desarrollo previo a la obtención del título de
Ingeniería Automotriz**

AUTORES:

Veloz Salazar Eduardo Andrés

Soto Granda Lenin Patricio

TUTOR:

Ing. Diego Redin

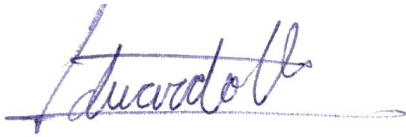
**Fabricación de Máquina de Vacío para Evitar Contaminación de Aire en el Aceite de un
Amortiguador Trasero de Motocicleta de Competencia**

QUITO – ECUADOR

2023

Certificado de Autoría

Nosotros, **EDUARDO ANDRÉS VELOZ SALAZAR Y LENIN PATRICIO SOTO GRANDA**, certificamos en juramento, que el trabajo aquí realizado es de autoría propia, el cual no se ha presentado posteriormente en ningún grado o reconocimiento profesional y se ha consultado en la biografía detallada.



Eduardo Andrés Veloz Salazar



Lenin Patricio Soto Granda

Aprobación del Tutor

Yo, Diego Francisco Redin Quito, puedo asegurar que conozco a los autores intelectuales del artículo presentado, siendo de manera exclusiva el responsable de la originalidad y autenticidad del mismo , como de su contenido.

A handwritten signature in black ink that reads "Diego Redin". The signature is written in a cursive style with a large, prominent loop at the beginning of the word "Diego".

Ing. Diego Redin

Tabla de contenido

CERTIFICADO DE AUTORÍA	II
APROBACIÓN DEL TUTOR	III
RESUMEN	3
ABSTRACT	5
INTRODUCCIÓN	7
METODOLOGÍA	7
FIGURA 0 MÁQUINA DE VACÍO VACUUM MASTER SHOCK FILLING TOOL / TSVM 01 - V2 SINGLE HOSE FABRICADA POR LA EMPRESA RACE TECH INC	9
MARCO TEÓRICO	10
BOMBA DE VACÍO.....	10
FUERZA DE AMORTIGUACIÓN.....	10
FUERZA DE FRICCIÓN.....	11
ENERGÍA.....	11
CAVITACIÓN	12
<i>Figura 1(1) Control de cavitación</i>	12
<i>Figura 1(2) Control de cavitación</i>	13
<i>Figura 1(3) Control de cavitación</i>	13
<i>Figura 1(4) Control de cavitación</i>	14
HORQUILLA	15
<i>Figura 2 Cartucho presurizado</i>	15
EL ACERO INOXIDABLE Y SU RESISTENCIA AL ACEITE	16
<i>Grado del Acero Inoxidable</i>	16
<i>Acabado de la Superficie</i>	16
<i>Condiciones Ambientales y de Operación</i>	17
MATERIALES, PARTES Y MÉTODO DE FABRICACIÓN	17
BOMBA DE VACÍO.....	17
<i>Especificaciones técnicas importantes</i>	17
CILINDRO PRINCIPAL	18
<i>Resistencia a la Corrosión</i>	18
<i>Temperatura</i>	18
<i>Ductilidad</i>	18
PARTES ADICIONALES	18
<i>Ligereza</i>	18
<i>Durabilidad</i>	19
<i>Ductilidad</i>	19
DISEÑO	19
FABRICACIÓN.....	19
PRUEBAS Y RESULTADOS	19
PRUEBAS	19
RESULTADOS	20

CONCLUSIONES.....	20
REFERENCIAS	22
APÉNDICE A	25
PIEZAS ADQUIRIDAS.....	25
<i>Figura 1. Bomba de Vacío.....</i>	25
<i>Figura 2. Manguera de alta presión y neoplos</i>	25
PIEZAS DISEÑADAS	26
<i>Figura 3. Diseño de cilindro.....</i>	26
<i>Figura 4. Diseño para tapas de cilindro</i>	26
PLANOS.....	27
<i>Figura 5. Plano para la elaboración de: cilindro, tapa de cilindro y pernos.....</i>	27
APÉNDICE B	28
MÁQUINA DE VACÍO PARA EVITAR CONTAMINACIÓN DE AIRE EN EL ACEITE DE UN AMORTIGUADOR TRASERO DE MOTOCICLETA DE COMPETENCIA	28
<i>Figura 1. Máquina de llenado y vacío – Vista Panorámica.....</i>	29
<i>Figura 2. Máquina de llenado y vacío – Vista Superior.....</i>	30
<i>Figura 3. Manómetro principal de la máquina de llenado y vacío.....</i>	30
<i>Figura 4. Máquina de vacío Vacuum Master Shock Filling Tool / TSVM 01 - V2 Single Hose fabricada por la empresa Race Tech Inc.....</i>	31
APÉNDICE C	32
PUESTA EN MARCHA DE LA MÁQUINA DE VACÍO PARA EVITAR CONTAMINACIÓN DE AIRE EN EL ACEITE DE UN AMORTIGUADOR TRASERO DE MOTOCICLETA DE COMPETENCIA	32
<i>Figura 1. Motocicleta para motocross. Modelo: Husqvarna FC450.....</i>	32
<i>Figura 2. Amortiguador Trasero (visión desarmado y visión ya ensamblado).....</i>	33
<i>Figura 3. Máquina de llenado y vacío en funcionamiento.....</i>	34

Resumen

La fabricación de una máquina de vacío para evitar la contaminación del aire en el aceite de un amortiguador trasero de motocicletas de competencia será de gran ayuda para los motociclistas y aficionados; con esta técnica se evitará la posible falla del amortiguador misma que puede llevar a accidentes catastróficos. La fabricación de la máquina de vacío inicia con ingeniería inversa basada en el modelo de la máquina de vacío VACUUM MASTER SHOCK FILLING TOOL / TSVM 01 - V2 SINGLE HOSE fabricada por la empresa Race Tech Inc.; en base a esta máquina estudiamos su construcción y funcionamiento para dar inicio a la fabricación de nuestra máquina de vacío con la selección de los materiales adecuados para su construcción.; dado que la máquina trabajará en ambientes hostiles, los materiales seleccionados deben ser: Resistentes al desgaste, la corrosión y altas temperaturas; la máquina constará de: una bomba de vacío, un cilindro con capacidad para almacenar el aceite, una manguera conectada al amortiguador trasero. Una vez seleccionados los materiales, se procede con la construcción de la máquina; la bomba de vacío trabaja succionando todo el aire del sistema de amortiguación, mientras que el cilindro permitirá el almacenamiento del aceite para su reutilización; el funcionamiento de la máquina de vacío consta de las siguientes etapas: Vaciado y Limpieza: Se vacía el aceite antiguo del amortiguador y se purga la zona para asegurarse que no queden residuos. Conexión y funcionamiento: Se conecta la máquina al amortiguador y se deja funcionar durante al menos una hora. Cierre y desconexión: Se cierra la válvula de vacío y se retira la manguera conectada; este proceso permite que el nuevo aceite se infiltre en el amortiguador eficazmente sin que quede aire en el sistema. Con esta técnica se evita la falla del amortiguador y se reduce el riesgo de accidentes para los motociclistas y aficionados en eventos de competición, adicionalmente permitirá a los

competidores sobresalir en el mundo automotriz al demostrar un enfoque innovador en la preparación de sus motocicletas.

Palabras clave: Bomba de vacío, máquina de vacío, amortiguador trasero, contaminación de aire.

Abstract

The manufacturing of a vacuum machine to prevent air contamination in the oil of a rear motorcycle suspension, designed for competitive use, will be of significant assistance to both motorcycle riders and amateurs. This technique aims to prevent potential failures in the suspension that could lead to catastrophic accidents. The manufacturing process of the vacuum machine commences with reverse engineering, based on the model of the VACUUM MASTER SHOCK FILLING TOOL / TSVM 01 - V2 SINGLE HOSE vacuum machine manufactured by Race Tech Inc. This involves a thorough study of its construction and operation in order to initiate the production of our vacuum machine, with the careful selection of suitable materials for its construction. Given that the machine will operate in harsh environments, the selected materials must possess resistance to wear, corrosion, and high temperatures. The machine will consist of the following components: a vacuum pump, a cylinder with the capacity to store oil, and a hose connected to the rear suspension. Once the materials are chosen, the machine's construction phase begins. The vacuum pump operates by removing all air from the suspension system, while the cylinder allows for oil storage and reuse. The operation of the vacuum machine consists of the following stages: Draining and Cleaning: The old oil from the suspension is drained, and the area is purged to ensure no residue remains. Connection and Operation: The machine is connected to the suspension, and it is allowed to run for at least one hour. Closure and Disconnection: The vacuum valve is closed, and the connected hose is removed. This process ensures efficient infiltration of the new oil into the suspension without any air remaining in the system. This technique effectively prevents suspension failures and reduces the risk of accidents for motorcycle riders and enthusiasts participating in competitive events. Additionally, it enables

competitors to stand out in the automotive world by demonstrating an innovative approach to motorcycle preparation.

Keywords: Vacuum pump, vacuum machine, rear suspension, air contamination.

Fabricación de Máquina de Vacío para Evitar Contaminación de Aire en el Aceite de un Amortiguador Trasero de Motocicleta de Competencia

El sistema de suspensión de los vehículos de carretera es de fundamental importancia para la seguridad y el confort, la presencia de defectos en los componentes de la suspensión está relacionada con problemas de estabilidad del vehículo y degradación del desempeño de manejo; el amortiguador es uno de los componentes principales del sistema de suspensión, su función principal es disipar energía, lo que contribuye a aislar el chasis de la moto del exceso de vibraciones y movimientos inducidos en la interacción pista-rueda.

Al momento de dar servicio o preparación a un amortiguador trasero de motocicleta, no tenemos en cuenta que el sangrado del amortiguador es muy importante para evitar contaminación por aire en el aceite, evitando así la cavitación y daños internos en nuestra suspensión; en esta investigación aplicando lo que es ingeniería inversa e implementando mejoras a una máquina de vacío, buscamos que al aplicar nuestro amortiguador a varios ciclos de llenado y vacío obtengamos un llenado de aceite libre de contaminación por aire.

Metodología

La utilización de una máquina de vacío específica para eliminar el aire en el aceite del amortiguador trasero de una moto de competencia, según las técnicas de fabricación modernas y utilizando materiales de alta calidad, mejorará la eficiencia y la seguridad del sistema de suspensión, lo que se traducirá en un mejor rendimiento y tiempos de vuelta más rápidos en la pista.

La fabricación de una máquina de vacío para evitar la contaminación por aire en el aceite de un amortiguador trasero de moto de competencia es de gran importancia en la industria de las carreras de motocicletas; la presencia de aire en el aceite del amortiguador puede afectar el

rendimiento y la estabilidad del vehículo, lo que podría ocasionar graves consecuencias para el piloto y su equipo; por lo tanto, la eliminación del aire en el aceite es fundamental para garantizar una experiencia de conducción óptima y segura.

En la actualidad, existen diferentes métodos para eliminar el aire del aceite de los amortiguadores traseros de motos de competencia, pero la mayoría de estos métodos pueden ser costosos y requieren de una gran cantidad de tiempo y recursos, dicho esto, la fabricación de una máquina de vacío específica para esta tarea puede ser una alternativa más económica y eficiente, además, la posibilidad de personalizar la máquina según las necesidades del equipo y las características del modelo de moto de competencia puede hacer aún más efectiva su utilización. En consecuencia, este proyecto para la fabricación de una máquina de vacío puede representar una importante innovación en la industria de las carreras de motocicletas; con este proyecto no queremos evitar solamente un problema en la suspensión de las motocicletas si no también buscamos implementar la venta de nuestras máquinas en el país.

Entre los métodos que actualmente se usan para eliminar el aire del aceite de los amortiguadores traseros de motos de competencia, se encuentran las máquinas de vacío industriales, que requieren de una gran cantidad de espacio y recursos; otra opción es la compra de un equipo de servicio de suspensión especializado que incluya una máquina de vacío, pero estos equipos profesionales suelen ser muy costosos y pueden estar fuera del alcance de muchos equipos de carreras de motocicletas; en ambos casos, la inversión requerida puede ser significativa y no viable para los mismos, considerando esto, la fabricación de una máquina de vacío personalizada es una solución más rentable y adaptada a las necesidades específicas de cada equipo de competición.

Para la fabricación de la máquina de vacío hemos utilizado la ingeniería inversa; nos basamos en el modelo de la máquina VACUUM MASTER SHOCK FILLING TOOL / TSVM 01 - V2 SINGLE HOSE fabricada por Race Tech Inc.; empresa especialista en reajustar componentes de suspensión originales utilizando kits de válvulas Gold probados; estudiando su construcción y funcionamiento dimos inicio a la fabricación de nuestra máquina de vacío para Evitar Contaminación de Aire en el Aceite de un Amortiguador Trasero de Motocicleta de Competencia

Figura 0
máquina Vacuum Master Shock Filling Tool / TSVM 01 - V2 Single Hose fabricada por Race Tech Inc



Nota. [Con la aplicación de ingeniería inversa de la máquina dimos inicio a la fabricación de nuestra máquina de vacío para Evitar Contaminación de Aire en el Aceite de un Amortiguador Trasero de Motocicleta de Competencia]

Marco Teórico

En este proyecto se necesita una bomba de vacío para extraer el aire del amortiguador de la motocicleta y evitar que la presencia de burbujas de aire en el aceite afecte el rendimiento del sistema de suspensión

Bomba de Vacío

Una bomba de vacío es un dispositivo mecánico que se utiliza para extraer o eliminar gas y aire de un espacio, creando así una zona de vacío, las bombas de vacío se utilizan en una variedad de aplicaciones incluyendo: La industria química, la industria alimentaria, la medicina y la ingeniería mecánica.

Las bombas de vacío funcionan sacando el aire y otros gases de un espacio cerrado utilizando diferentes tecnologías, como la expansión y la contracción de un pistón en una cámara con distintas fases de compresión y expansión, la rotación a alta velocidad de un rotor, o la utilización de turbinas y ventiladores. Cuando se elimina el aire, el espacio produce una zona de vacío, en la que la presión es menor a la presión atmosférica normal.

Un uso típico de las bombas de vacío es en sistemas de aire acondicionado, donde se utilizan para extraer el aire húmedo y compresible que puede afectar la eficiencia de los sistemas de enfriamiento.

Fuerza de amortiguación

Las fuerzas de amortiguación dependen de: La viscosidad del aceite, el tamaño de los orificios, el tamaño del pistón, el valvulado, la configuración de los calzos y, sobre todo, de la velocidad; cabe señalar que nos referimos a la velocidad del amortiguador (la rapidez con la que el amortiguador se comprime o rebota), no a la velocidad del vehículo.

Fuerza de fricción

Las fuerzas de fricción dependen de: Los materiales en contacto (el coeficiente de rozamiento), de la fuerza normal (la fuerza perpendicular a las superficies en contacto) y de si hay movimiento o no (si las fuerzas son estáticas o dinámicas).

Energía

En el plano energético, los muelles almacenan energía, en otras palabras, transforman la energía cinética (energía debida al movimiento) en energía potencial o almacenada; los amortiguadores y la fricción transforman la energía cinética en calor. ¿Por qué nos fijamos en la energía?, a un nivel básico, la configuración de la suspensión es la gestión de la fuerza y la energía. Una nota sutil en este punto, si el amortiguador se calienta durante el uso, está haciendo su trabajo; más amortiguación significa más calor; cuanto más y más grandes son los baches y cuanto más rápido los golpeas, más energía se convierte en calor; entre más calor, más se calienta el amortiguador; muchos pilotos han pensado erróneamente que: Si el amortiguador se calienta, algo va mal.

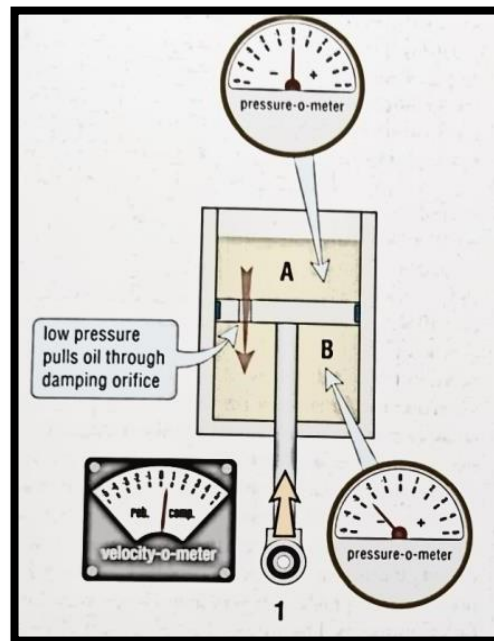
En las siguientes páginas desvelaremos parte del misterio del arte negro de la suspensión, tenga en cuenta que "la suspensión es simple"; eso puede parecer una broma, pero una vez que tenga claros los fundamentos, será mucho más fácil comprender los aspectos más complejos: Horquilla de doble cámara y otras horquillas presurizadas y la cavitación

Con la llegada de la válvula central aumentó el potencial de cavitación; antiguamente, antes de la horquilla de doble cámara, solíamos introducir este tema en la sección de amortiguadores de los seminarios de suspensión Race Tech Technical Edge, pero ahora también es una parte importante del diseño de horquillas.

Cavitación

La cavitación es la formación de burbujas de vapor en un líquido que fluye, causada por una disminución de la presión, esto ocurre específicamente en un área donde la presión del líquido cae por debajo de su presión de vapor, una forma de reducir la tendencia a la cavitación es presurizar el cartucho. Consulte la Figura 1A numero 1.

Figura 1(1)
Control de cavitación

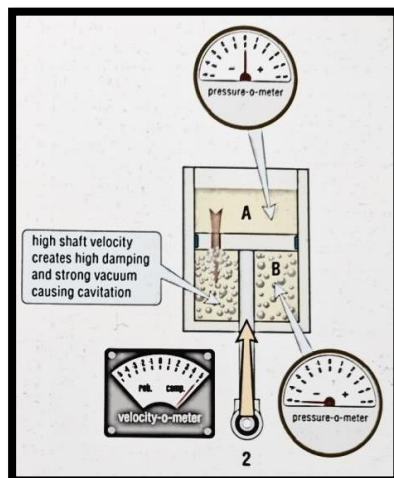


Nota. [Aquí tenemos un eje de amortiguador unido a un pistón sólido en un cuerpo de amortiguador parcialmente lleno de aceite, hay un agujero en el pistón y el pistón puede deslizarse, pero sella bien en el cuerpo. No hay "tope" en el amortiguador por lo que está abierto a la presión atmosférica. Antes de que se inicie el movimiento, la presión en ambas cámaras A y B es igual a 0.]

Si comprimimos el amortiguador muy lentamente, la presión en la cámara B se vuelve negativa (un vacío) mientras que la presión por encima del pistón permanece atmosférica a 0. (Debe tenerse en cuenta que en este ejemplo estamos utilizando presiones manométricas, no presiones absolutas: La presión absoluta a la presión atmosférica estándar es de aproximadamente 14,7 psi, o 1 atmósfera. La presión manométrica a presión atmosférica es 0

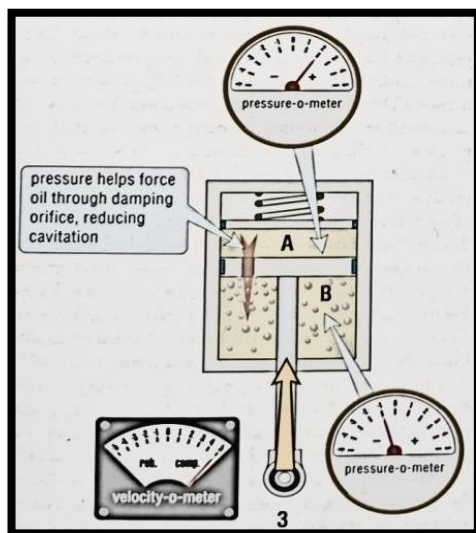
psi, o 0 atmósferas. 0 psi absoluta es un vacío absoluto), a esta velocidad tan baja hay muy poca cavitación, pero con suficiente resistencia puede haber alguna. Consulte la Figura 1 número 2.

Figura 1(2)
Control de cavitación



Nota. [A medida que aumentamos la velocidad del eje, la presión se vuelve lo suficientemente baja como para crear vacíos o bolsas de vacío en el fluido, cuanto más rápido se mueve el eje, más cavitación se produce; cuanto más pequeño es el hueco y, por tanto, mayor es el efecto de amortiguación antes, se produce la cavitación.]

Figura 1(3).
Control de cavitación

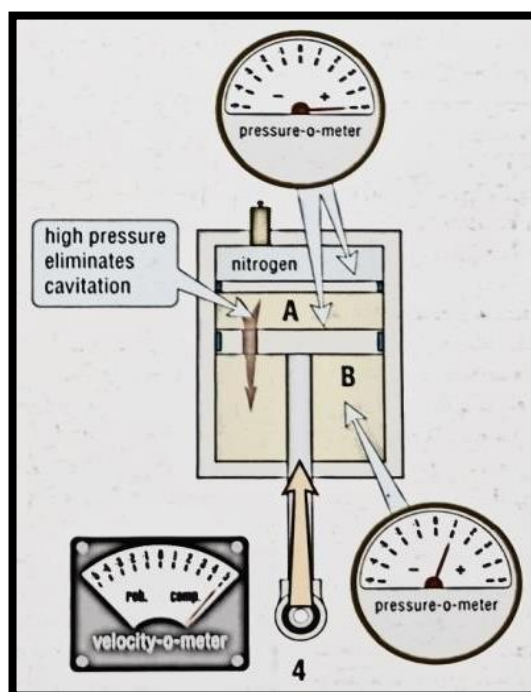


Nota. [Para remediar el problema, podríamos poner un pistón flotante en la parte superior del fluido en la cámara A y colocar un muelle helicoidal con precarga contra el lado opuesto del pistón, de esta forma, la presión inicial tanto en la cámara A como en la cámara B no sólo empiezan igual antes del movimiento, sino que están a una presión más alta.]

Cuando se inicia el movimiento, la fuerza del muelle crea una presión que ayuda a empujar el aceite a través del orificio hacia la cámara B, reduciendo así la cavitación; si hay suficiente presión inicial creada por el muelle, la cavitación puede eliminarse por completo. En realidad, ésta puede ser una solución difícil de montar, pero se utiliza cuando las presiones necesarias para eliminar la cavitación son bastante bajas (como en las horquillas).

Figura 1(4).

Control de cavitación



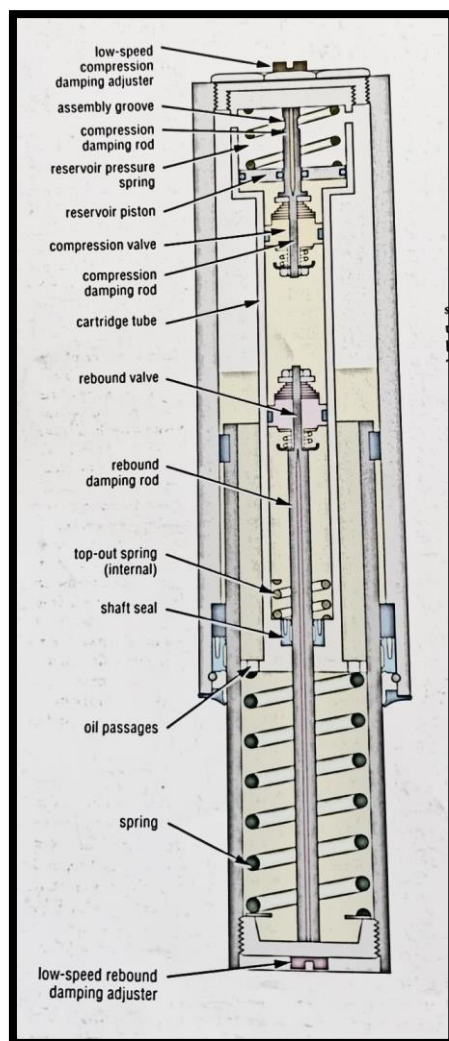
Nota. [En un amortiguador las fuerzas son bastante elevadas, por lo que una solución más práctica es el uso de gas comprimido en lugar de un muelle helicoidal para crear la presión dentro de las cámaras de amortiguación]

Es importante tener en cuenta que cuando el sistema está en reposo, las presiones en las tres cámaras (A, B y la cámara de nitrógeno) son las mismas; si la presión del nitrógeno es lo suficientemente alta como para vencer la resistencia al flujo, se elimina la cavitación. Tenga en cuenta que, en lo que respecta a la eliminación de la cavitación, no importa si se utiliza un pistón o una vejiga en el depósito.

Horquilla

Ahora para hablar sobre la horquilla delantera, miremos la figura 2; si queremos presurizar el cartucho, necesitamos hacer espacio para una cámara de presión, si montamos el cartucho al revés, podemos fijar la barra de amortiguación a la parte inferior de la horquilla. El tubo del cartucho y la válvula de compresión, junto con el pistón del depósito, se fijan entonces a la tapa de la horquilla en la parte superior.

Figura 2.
Cartucho presurizado



Nota. [Esta ilustración se basa en una Showa Twin-Chamber Se omiten algunos detalles, pero observe la parte escotada del eje de amortiguación de compresión justo debajo de la tapa de la horquilla—está marcado como "ranura de montaje".]

Observe que el eje al que está unido el pistón de compresión es el mismo sobre el que se desliza el pistón del depósito; puede ver que el depósito se presuriza con un muelle helicoidal. Esta es la solución de Showa para el montaje, brevemente, cuando el cartucho se monta inicialmente, se sobrellena de aceite; a continuación, la varilla de amortiguación se comprime completamente, desplazando el pistón del depósito y comprimiendo el muelle de presión hasta que alcanza la ranura de montaje.

En este punto, la junta del eje del pistón del depósito deja de sellar y el pistón del depósito deja de moverse hacia arriba, el aceite sobrante "se escapa". Cuando se suelta el eje, el muelle de presión se extiende y el pistón del depósito se mueve hacia abajo y vuelve a sellar, atrapando la cantidad correcta de aceite dentro del cartucho.

El acero inoxidable y su resistencia al aceite

El acero inoxidable tiene una buena resistencia al aceite, este material es conocido por su durabilidad y resistencia a la corrosión, por lo que a menudo se utiliza en equipos y maquinarias que tienen contacto con aceite y lubricantes; sin embargo, la resistencia específica dependerá del grado y acabado del acero inoxidable utilizado, así como de las condiciones ambientales y de operación a las que esté expuesto, algunos de los principales factores que influyen en la resistencia de este material son:

Grado del acero inoxidable: Existen distintos grados de acero inoxidable, los cuales tienen diferentes propiedades y niveles de resistencia a la corrosión, algunos de los grados comúnmente utilizados en aplicaciones industriales son: 304, 316, 410 y 420.

Acabado de la superficie: El acabado de la superficie del acero inoxidable puede afectar su resistencia al aceite, un acabado rugoso o con irregularidades facilita la acumulación y

retención de aceite, lo que podría provocar corrosión. Por otro lado, un acabado liso y uniforme reduce la adherencia del aceite y mejora la resistencia a la corrosión.

Condiciones ambientales y de operación: Factores como la temperatura, la humedad, la presencia de otros productos químicos y la exposición a la intemperie pueden afectar la resistencia del acero inoxidable al aceite. En general, se recomienda un mantenimiento adecuado de las instalaciones y equipos, así como una limpieza regular para evitar la acumulación de residuos.

Materiales, Partes y Método de Fabricación

El presente artículo tiene como objetivo diseñar y fabricar una máquina de vacío para evitar la contaminación de aire en el aceite de un amortiguador trasero de motocicleta de competencia, para ello, se aplicó la ingeniería inversa analizando los diferentes métodos y técnicas utilizadas para la fabricación de la máquina VACUUM MASTER SHOCK FILLING TOOL / TSVM 01 - V2 SINGLE HOSE fabricada por Race Tech Inc. sobre la cual basamos la fabricación.

Materiales:

Bomba de Vacío: Utilizaremos la bomba de vacío marca ZENY modelo VP125+ que es una bomba de vacío de una etapa y capacidad de 3.5 CFM (pies cúbicos por minuto), la cual es ideal para el uso al que se la va a aplicar.

Especificaciones técnicas importantes:

- Potencia del motor: 1/4 HP
- Voltaje: 110V/60Hz
- Tamaño de la entrada de puerto: 1/4 pulgadas & 3/8 pulgadas SAE
- Rango de vacío: 0-400 micrones

- Interruptor ON/OFF con protección de sobrecarga térmica
- Diseño de carrocería de aluminio ligero para una fácil portabilidad
- Peso de la bomba: 10.6 kilogramos

Cilindro Principal: Donde se almacenará el aceite, utilizaremos el acero inoxidable 304, un grado común de este material, conocido por su versatilidad y amplia gama de aplicaciones en diferentes industrias. En cuanto a su resistencia al aceite, se pueden mencionar los siguientes datos:

Resistencia a la corrosión: El acero inoxidable 304 presenta una buena resistencia a la corrosión en ambientes de baja y media agresividad, lo que incluye la exposición a aceites, grasas y lubricantes. Además, este material cuenta con una resistencia superior en comparación con los aceros al carbono y a los aceros aleados.

Temperatura: el acero inoxidable 304 puede ser utilizado en temperaturas que oscilan entre los -196°C y los 800°C , lo que lo hace adecuado para aplicaciones que involucran aceites y temperaturas elevadas.

Ductilidad: El acero inoxidable 304 es altamente dúctil y maleable, lo que facilita su conformado y soldadura, esto significa que puede ser utilizado en una variedad de formas y tamaños para adaptarse a diferentes necesidades.

Partes adicionales: Para la fabricación de partes adicionales: tapas y pernos, se utilizará aluminio para reducir peso y garantizar durabilidad en la máquina, dado por algunas de las cualidades del aluminio como:

Ligereza: El aluminio es muy ligero, con una densidad de solo 2,7 gramos por centímetro cúbico, esto lo hace ideal para aplicaciones donde se requiere un material ligero pero resistente.

Durabilidad: El aluminio tiene una alta resistencia a la corrosión y una larga vida útil, no se oxida como otros metales y se mantiene en buenas condiciones incluso después de años de exposición a los elementos.

Ductilidad: El aluminio es muy dúctil, lo que significa que se puede moldear en diferentes formas y tamaños sin perder su fuerza.

Diseño: La máquina de vacío para evitar contaminación de aire en el aceite de amortiguador trasero de motocicleta de competencia, fue diseñada utilizando ingeniería inversa para su fabricación.

Fabricación: La fabricación de las diferentes piezas y componentes para la máquina de vacío para evitar contaminación de aire en el aceite de amortiguador trasero de motocicleta de competencia se las elaboró mediante técnicas de mecanizado CNC

El proceso de fabricación de la máquina de vacío implicó la selección cuidadosa de los materiales y herramientas, asegurando la calidad y precisión de las piezas. Además, la creación de un equipo de trabajo capacitado y con experiencia en la fabricación de máquinas de precisión fue fundamental para el éxito en la creación del prototipo.

Pruebas y Resultados

Pruebas: Una vez fabricada la máquina de vacío, se procedió a su prueba y validación utilizando un amortiguador trasero de la motocicleta para motocross (modelo: Husqvarna FC450), se midieron diferentes variables como:

- Velocidad de bombeo
- Presión de entrada de aceite
- Presión de vacío que ejercemos a nuestro amortiguador
- Tiempo de sangrado óptimo

- Velocidad y constancia de funcionamiento

Resultados: Los resultados obtenidos demostraron que la máquina de vacío diseñada y fabricada fue capaz de eliminar todo el aire en el aceite del amortiguador trasero de la motocicleta para motocross (modelo: Husqvarna FC450):

- Evitando la contaminación y
- Garantizando un óptimo rendimiento del amortiguador en competición.

La creación de la máquina de vacío implicó una investigación sobre los procesos de amortiguación y la forma en que el aire contaminado puede afectar el rendimiento del aceite. A partir de esta investigación se pudo diseñar un prototipo, aplicando la ingeniería inversa, que cumpla con las especificaciones técnicas requeridas y que evite generar daños adicionales en los componentes del amortiguador.

Conclusiones

Eficiencia y Seguridad Mejoradas: La aplicación exitosa de la máquina de vacío específica para eliminar el aire en el aceite del amortiguador trasero de motocicletas de competencia ha demostrado mejoras significativas en la eficiencia y la seguridad del sistema de suspensión. Esta eficiencia mejorada se traduce en un rendimiento superior y tiempos de vuelta más rápidos en la pista, lo que es fundamental para la competitividad en carreras de motocicletas de alto nivel.

Importancia en la Industria de Carreras de Motocicletas: La fabricación de esta máquina de vacío es de gran relevancia en la industria de las carreras de motocicletas, la presencia de aire en el aceite del amortiguador puede tener consecuencias graves en el rendimiento y la estabilidad del vehículo, lo que podría poner en peligro la seguridad del piloto y

su equipo; por lo tanto, la eliminación efectiva del aire en el aceite es crucial para garantizar una experiencia de conducción óptima y segura en competiciones de motocicletas.

Potencial de Innovación: Este proyecto representa una innovación importante en la industria de las carreras de motocicletas, no solo se aborda un problema en la suspensión de las motocicletas, sino que también se abre la posibilidad de comercializar estas máquinas en el mercado, lo que puede generar ingresos adicionales y oportunidades de negocio.

Ventajas sobre Métodos Existentes: En comparación con los métodos tradicionales, como las máquinas de vacío industriales o la compra de equipos de servicio de suspensión especializados, la máquina de vacío personalizada se destaca por su rentabilidad y adaptabilidad. Puede ofrecer resultados similares o incluso mejores sin la necesidad de grandes inversiones y con la capacidad de personalización para satisfacer las necesidades individuales de los equipos de competición.

En resumen, la máquina de vacío para amortiguadores traseros de motocicletas de competencia es una herramienta esencial para mejorar el rendimiento, la seguridad y la vida útil de las motocicletas en carreras de alto nivel; la máquina es relativamente sencilla de usar y puede ser personalizada para satisfacer las necesidades específicas de cada equipo de carreras, su implementación exitosa en este proyecto demuestra su eficacia y rentabilidad, y se recomienda su uso en motocicletas de competición para garantizar la eficiencia y durabilidad de las mismas.

Referencias

- García-González, Cabal, García-Álvarez, Pantaleón-Sánchez, (2019). Design and Development of a Monoshock Suspension *System for an Off-Road Vehicle* [Diseño y desarrollo de un sistema de suspensión monoshock para un vehículo todo terreno]. *Procedia Manufacturing*, 39, 568-575. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.01.081>
- Vu, Nguyen, Lee, Kim, (2020). The Effect of Cavitation on the Performance of a Centrifugal Pump [Efecto de la cavitación en el rendimiento de una bomba centrífuga]. *Results in Physics*, 17, 103047. <https://doi.org/10.1016/j.rinp.2020.103047>
- Bhattacharyya, Singh, (2017). Design of a Vacuum Pumping System for a Large-Scale Synchrotron Radiation Facility [Diseño de un sistema de bombeo al vacío para una instalación de radiación sincrotrón a gran escala]. *Vacuum*, 146, 475-482. <https://doi.org/10.1016/j.vacuum.2017.02.002>
- Liu, Gao, Fu, Wang, Yu (2020). Experimental Study on the Cavitation Characteristics of a Butterfly Valve [Estudio experimental sobre las características de cavitación de una válvula de mariposa]. *Journal of Fluids and Structures*, 98, 103094. <https://doi.org/10.1016/j.jfluidstructs.2020.103094>
- Rahman, Djurdjanovic, Gao, Mba-Wright (2018). Development of a Robust Controller for a Monoshock Suspension System using Adaptive Control Techniques [Desarrollo de un controlador robusto para un sistema de suspensión monoshock utilizando técnicas de control adaptativo]. *ISA Transactions*, 81, 149-158. <https://doi.org/10.1016/j.isatra.2018.03.015>
- Mancini, D'Ignazio, Papadopoulos, (2022). A comprehensive study of monoshock suspension systems: From kinematics to dynamic behavior [Un estudio exhaustivo de sistemas de

- suspensión monoshock: desde la cinemática hasta el comportamiento dinámico]. *Journal of Sound and Vibration*, 531, 115558. <https://doi.org/10.1016/j.jsv.2021.115558>
- Jones, Marques, (2019). Design and Development of a Monoshock Suspension System for an Off-Road Vehicle [Diseño y desarrollo de un sistema de suspensión monoshock para un vehículo todo terreno]. *Procedia Manufacturing*, 38, 309316. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2019.07.044>
- Zhang, Z., Zhang, Y., Liu, Wang, Y. (2020). The Effect of Cavitation on the Performance of a Centrifugal Pump [Efecto de la cavitación en el rendimiento de una bomba centrífuga]. *Journal of Mechanical Science and Technology*, 34(7), 2825-2833. <https://doi.org/10.1007/s12206-020-0643-6>
- Xia, Chen, Zhao, Wu, (2018). Experimental Investigation on Cavitation Characteristics of Butterfly Valve [Investigación experimental sobre las características de cavilación de una válvula de mariposa]. *Journal of Fluids Engineering*, 140(5), 051103. <https://doi.org/10.1115/1.4038332>
- Chen, Li, Liang, Li, (2022). Numerical investigation on air bubbles behavior in a centrifugal pump under different operating conditions [Investigación numérica sobre el comportamiento de burbujas de aire en una bomba centrífuga bajo diferentes condiciones de operación]. *Applied Thermal Engineering*, 195, 117022. <https://doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2021.117022>
- Rongchao Zhao, et.al Performance analysis and optimization of a novel cooling plate with non-uniform pin-fins for lithium battery thermal management, *Applied Thermal Engineering*, Volume 194, 2021, 117022, ISSN 1359-4311, [Análisis de rendimiento y optimización de una nueva placa de refrigeración con aletas no uniformes para la gestión térmica de la

batería de litio, Ingeniería térmica aplicada].

<https://doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2021.117022>.

Race Tech, Inc. (2023) Race Tech. Suspension & Engines. <https://racetech.com/>

Race Tech, Inc. (2023) Vacuum Master Shock Filling Tool TSVM 01 - V2 Single Hose

<https://racetech.com/page/title/IP%20TSVM%2001%20VACUUM%20MASTER>

Race Tech, Inc. (2023) Vacuum Master Shock Filling Tool

<https://racetech.com/page/title/TSVM%2001%20Vacuum%20Master>

Apéndice A

Piezas

Piezas Adquiridas

Figura 1.
Bomba de vacío



Nota. [En el contexto de este proyecto, se utilizará la bomba de vacío marca ZENY, modelo VP125+, que es una bomba de vacío de una etapa con una capacidad de 3.5 CFM (pies cúbicos por minuto). Esta elección se basa en su idoneidad para la aplicación prevista.]

Figura 2.
Manguera de alta presión y neoplos

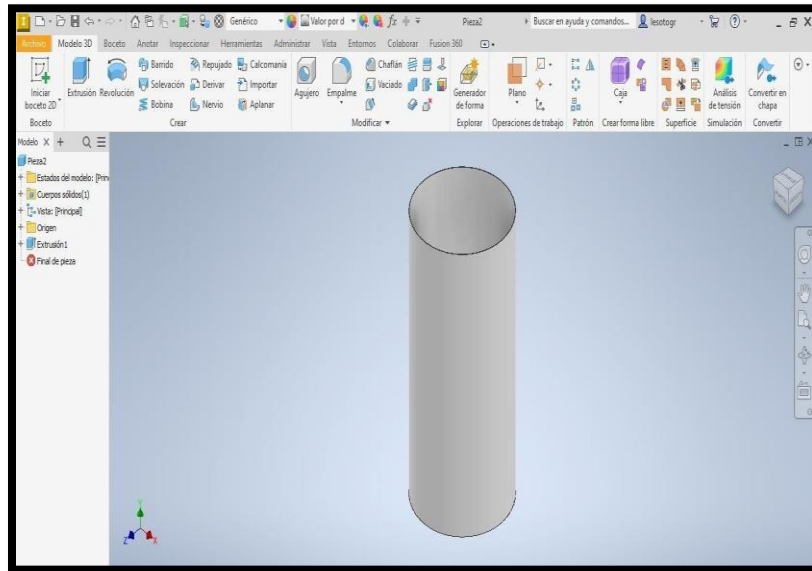


Nota. [Se ilustra la manguera de alta presión y neoplos utilizados en las válvulas de la Máquina de Vacío para Evitar Contaminación de Aire en el Aceite de un Amortiguador Trasero de Motocicleta de Competencia]

Piezas Diseñadas

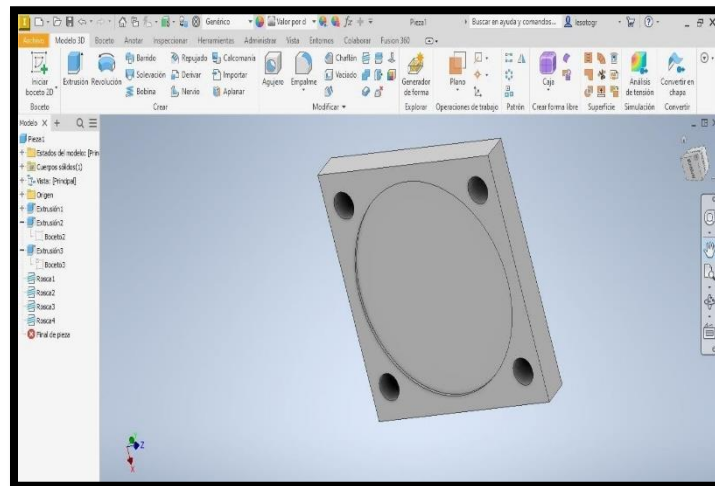
Cilindro de Almacenaje

Figura 3.
Diseño de cilindro



Nota. [El Cilindro Principal de almacenamiento de aceite está fabricado con acero inoxidable 304, un material conocido por su versatilidad y amplia aplicabilidad en diversas industrias]

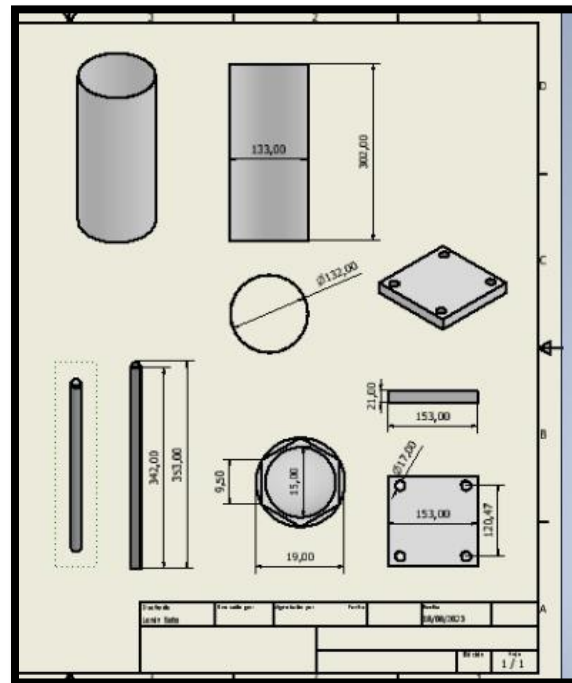
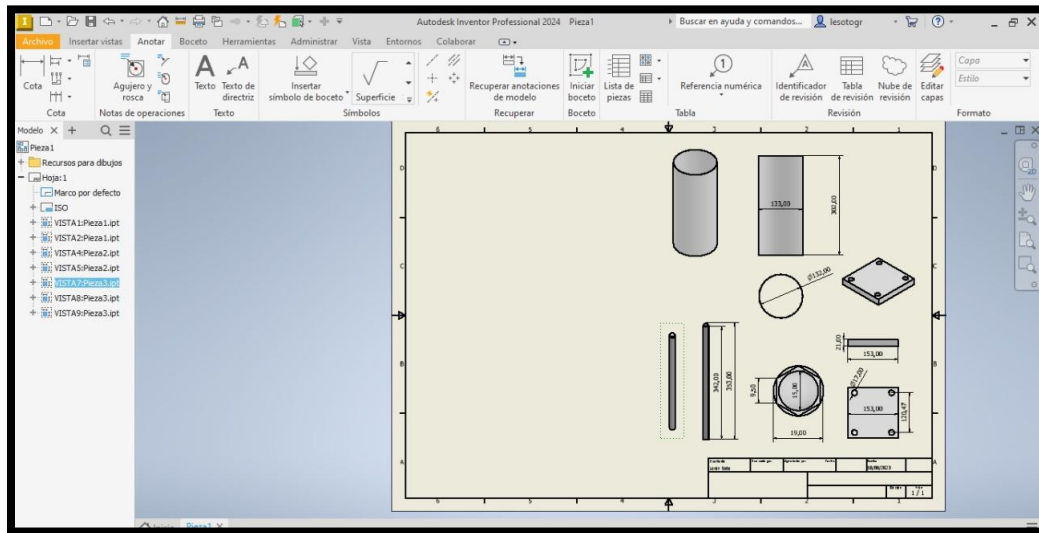
Figura 4.
Diseño para tapa de cilindro



Nota. [La Tapa de cilindro está fabricada con acero inoxidable 304, un material conocido por su versatilidad y amplia aplicabilidad en diversas industrias]

Planos

Figura 5.
Plano para la elaboración de cilindro, tapa y pernos



Nota. [El diseño de piezas se lo hará con el Software para modelado 3D “Inventor”]

Apéndice B
Máquina de Vacío para Evitar Contaminación de Aire en el Aceite de un Amortiguador
Trasero de Motocicleta de Competencia

Figura 1.
Máquina de llenado y vacío – Vista Panorámica



Nota. [Vista panorámica de la máquina de vacío para Evitar Contaminación de Aire en el Aceite de un Amortiguador Trasero de Motocicleta de Competencia terminada]

Figura 2.
Máquina de llenado y vacío – Vista Superior



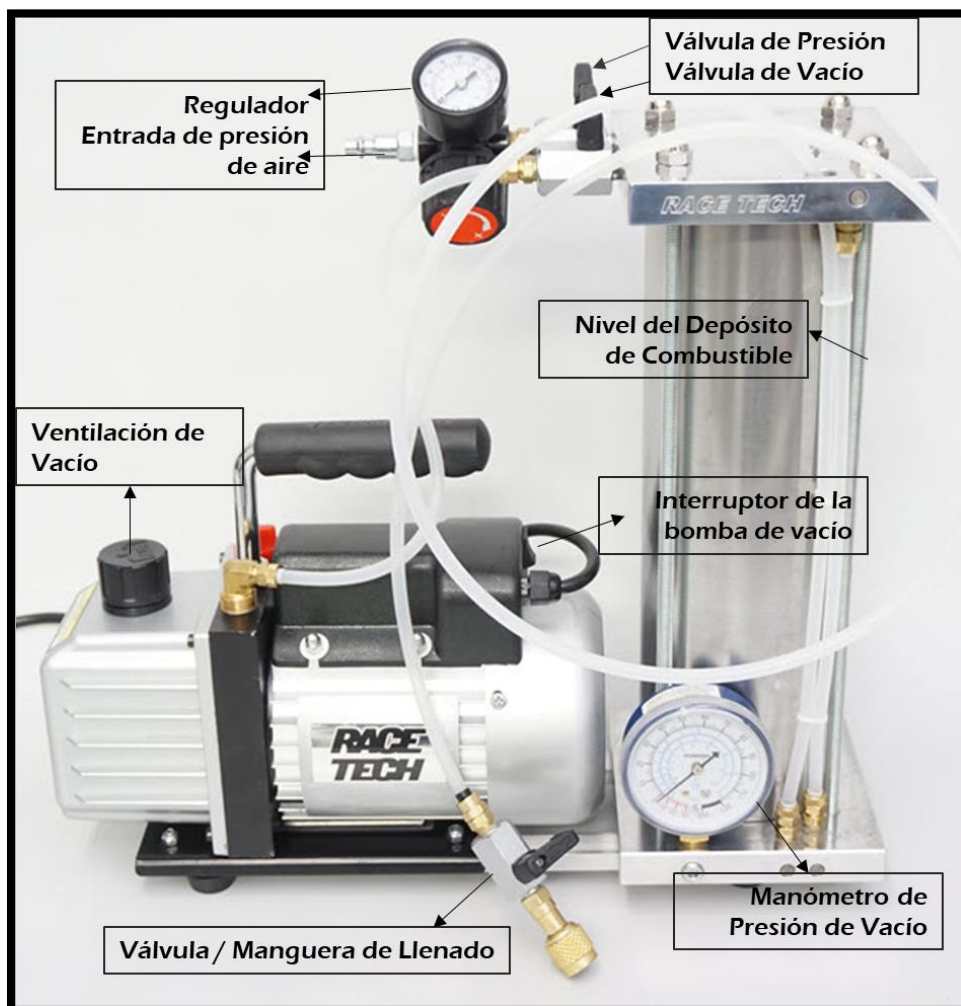
Nota [La llave de paso para la entrada de aire con una válvula reguladora dispone de una trampa de agua para garantizar un aire puro, al igual que una llave de paso con una manguera que estará conectada directamente a la bomba de vacío]

Figura 3.
Manómetro principal de la máquina de llenado y vacío



Nota [El manómetro principal permite visualizar la presión de aire que se ejerce para introducir el aceite hacia el amortiguador, al igual que el vacío que ejerce la máquina para succionar todo este aceite y aire que se encuentra dentro del amortiguador mediante una manguera con acople para conectarlo directamente hacia el mismo]

Figura 4.
máquina Vacuum Master Shock Filling Tool / TSVM 01 - V2 Single Hose fabricada por Race Tech Inc



Nota. [El modelo de la máquina "VACUUM MASTER SHOCK FILLING TOOL / TSVM 01 - V2 SINGLE HOSE" fabricada por Race Tech Inc. se utiliza en la industria para reajustar componentes de suspensión originales mediante la utilización de kits de válvulas Gold probados]

Apéndice C
Puesta en Marcha de la Máquina de Vacío para Evitar Contaminación de Aire en el Aceite
de un Amortiguador Trasero de Motocicleta de Competencia

Figura 1.

Motocicleta para motocross. Modelo: Husqvarna FC450



Nota [Se utiliza la moto para motocross (modelo: Husqvarna FC450) para las pruebas respectivas]

Figura 2.

*Amortiguador Trasero Motocicleta Doble Propósito. Modelo: Husqvarna FC450
(visión desarmado y visión ya ensamblado)*



Nota [Se conecta la máquina de vacío al amortiguador trasero de la motocicleta para motocross (modelo: Husqvarna FC450)]

Figura 3.
Máquina de llenado y vacío en funcionamiento



Nota [Una vez conectada la máquina de vacío al amortiguador trasero de la motocicleta para motocross (modelo: Husqvarna FC450) se realiza el proceso de prueba y validación del sistema]