

Diseño e implementación de precalentamiento del
combustible mediante los gases de escape para un motor de
combustión interna

Alumno

Juan Felipe Silva Gallego

Institución universitaria

Pascual Bravo

Tecnología mecánica automotriz

Tesis de grado

Medellín

2016

Diseño e implementación de precalentamiento del
combustible mediante los gases de escape para un motor de
combustión interna

Alumno

Juan Felipe Silva Gallego

Institución universitaria

Pascual Bravo

Tecnología mecánica automotriz

Tesis de grado

Medellín

2016

Diseño e implementación de precalentamiento del
combustible mediante los gases de escape para un motor de
combustión interna

Alumno

Juan Felipe Silva Gallego

Institución universitaria

Pascual Bravo

Tecnología mecánica automotriz

Trabajo de grado para optar el título de tecnólogo en
mecánica automotriz

Asesor de proyecto

Luis Carlos Olmos Villalba

Departamento de mecánica y afines

Medellín

2016

Dedicatoria

A todas las personas que hicieron posible la elaboración de este proyecto especialmente a mis padres por el apoyo incondicional que tuvieron conmigo. A mis docentes que con sus enseñanzas me dieron los conocimientos necesarios para el desarrollo de dicho proyecto y por supuesto a mi alma mater la cual me acogió e hizo de mí un alumno con una proyección clara de la profesión a la cual me dedicare el resto de mi vida.

Agradecimientos

Muchas gracias a toda mi familia que estuvo conmigo a lo largo de mi carrera, a mis docentes que fueron claves para el desarrollo de mi trabajo. A las personas que me ayudaron en la elaboración de dicho proyecto (Soldadores. Mecánicos profesores, asesores)

En fin a todo el que tuvo que ver con la elaboración del proyecto.

CONTENIDO	Pág.
1. Introducción.....	9
1.1. Identificación del problema.....	9
1.2. Justificación del problema.....	9
1.2.1. Problemática ambiental.....	9
1.2.2. Problemática alto consumo.....	10
1.2.3. Problemática de mejor eficacia.....	10
2. Justificación.....	11
3. Objetivos.....	12
3.1. Objetivo general.....	12
3.2. Objetivos específicos.....	12
4. Referente Teóricos.....	13
5. Metodología.....	16
5.1. Procedimiento y descripción de actividades.....	16
5.2. Descripción de circuitos.....	17
5.3. Reactor de prototipo basado en el sistema GEET pantone.....	17
5.4. Cronograma de ensamble del prototipo.....	19
5.5. Presupuesto	26
6. Resultados del proyecto.....	26
7. Conclusiones.....	26

8. Recomendaciones.....	27
9. Bibliografía.....	28
10. Cibergrafía.....	28
11. Anexos.....	29

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1.	19
Figura 2.	20
Figura 3.	20
Figura 4.	21
Figura 5.	22
Figura 6.	22
Figura 4.	23
Figura 5.	23
Figura 6.	24

1. Introducción

A través de la historia se ha buscado que los motores sean más eficaces y que el consumo de combustible sea el menor posible; por otra parte y por problemáticas de calentamiento global el motor en sí, debe tener una modificación, la cual nos lleve a ser más productivos y más generosos con el medio ambiente.

Este prototipo tiene como fin modificar un motor de combustión interna a gasolina en un motor el cual su funcionamiento sea más amable con el medio ambiente reduciendo las emisiones de gases contaminantes, y a su vez haciéndolo más eficaz y económico con respecto al consumo de combustible.

La idea surge al leer un artículo sobre Paul Pantone quien patentó un motor en 1998, el cual denominó GEET (global environmental energy technology); este no generaba polución, por lo que aumentó el interés sobre dichas investigaciones.

También este prototipo busca reducir el consumo de gasolina como tal, sin que esto afecte el desempeño y fuerza del motor. Lo cual aumentaría la eficiencia de dicho motor, pues con menos combustible generaría el mismo trabajo que un motor normal.

1.1 Identificación del problema

De acuerdo a lo mencionado anteriormente, el mundo después de la revolución industrial ha venido en una decadencia en el ámbito ambiental; por lo cual surge una gran preocupación en el campo de los motores de combustión interna.

La alta contaminación que producen dichos motores y el elevado consumo de combustible (recursos no renovables) nos lleva a hacernos una serie de preguntas:

¿Cómo hacemos para reducir el impacto ambiental y minimizar el consumo de combustibles de origen no renovable?

¿Qué método es el más eficaz para aumentar el rendimiento del motor sin que se afecte el desarrollo del trabajo?

¿Qué le ocurre al aceite del motor cuando trabaja con solo gasolina en tres oportunidades?

¿Y qué sucede si se manipula de igual manera con una mezcla de gasolina y agua?, ¿Qué fenómeno se produce?

1.2 Justificación del problema

Es importante realizar este prototipo debido a que se le busca una solución a ciertos problemas, que giran en torno al funcionamiento de los motores de combustión interna de cuatro tiempos, tales como:

1.2.1 Problemática ambiental

Es posible reducir el impacto ambiental que generan estos motores, logrando reducir la emisión de gases contaminantes a un nivel mínimo. Posibilitando también la disminución en el consumo de un combustible de características no renovables.

1.2.2 Problemática alto consumo

Se puede lograr disminuir la cantidad de gasolina consumida durante el proceso de combustión del motor, aproximadamente a un cincuenta por ciento menos del consumo habitual, puesto que se remplazaría el otro cincuenta con agua.

1.2.3 Problemática de mejor eficacia

Es posible hacer un motor más eficaz mejorando su desempeño habitual en una medida más alta.

2. Justificación

Esta investigación nos lleva a buscar métodos eficaces que nos permitan lograr bajar la contaminación a unos niveles sostenibles, lo cual ayuda a que el ambiente donde vivimos sea un ambiente sano sin tantas partículas dañinas en el aire. También conduce a lograr que nuestra economía supere el bache económico del sostenimiento de un auto en una población sin mucho poder adquisitivo, y a que el motor sea mucho más eficaz en su funcionamiento.

Este prototipo informa al lector datos a los cuales muchos individuos no tenían ni idea que existieran, como la gasolina que adicionándole agua tiene un funcionamiento eficaz para el desempeño de un motor. Dependiendo de como siga la investigación, esta clase de motor se puede expandir, logrando que cualquier casa automotriz se dedique a elaborarlo y hacerlo comercial.

Con la información que se obtenga de este prototipo se puede llegar a conclusiones, las cuales ayuden a futuras experiencias en el mismo campo; logrando mejorar la eficacia del prototipo y dejando a un lado los errores de ensamblaje que se pudiesen haber cometido.

Con las bases que dejamos en este prototipo y el adelanto tecnológico, se puede lograr mejorar la forma en que se desarrolle un nuevo proyecto, haciéndolo más adaptable a un auto para ser comercializado en el campo automotriz.

3. Objetivos

3.1 Objetivo general

Diseñar e implementar un sistema de precalentamiento del vapor del combustible, mediante el aprovechamiento de la salida de los gases de escape, los cuales salen a una temperatura óptima, a la cual se le puede transferir dicha temperatura a la mezcla de aire y vapor de gasolina, previo a ingresar a la cámara de combustión de un motor de combustión interna.

3.2 Objetivos específicos

3.2.1 Medir la temperatura y observar el comportamiento del aceite lubricante en el motor modificado, cambios físicos producto de la temperatura desarrollada en el sistema de precalentamiento.

3.2.2 Encontrar el nivel o porcentaje de sustitución de la mezcla agua-gasolina, que permita un óptimo funcionamiento del motor.

3.2.3 Caracterizar experimentalmente el efecto de la adición de la mezcla agua-gasolina en un MCI, evaluando las emisiones, el consumo de combustible primario y la estabilidad de la combustión.

4. Referentes teóricos.

-El motor de combustión interna se desarrolla como una evolución de la máquina de vapor. En este motor el trabajo se obtiene por la combustión de una mezcla de aire y combustible, a diferencia de la máquina de vapor que aprovecha la presión del vapor de agua que procede por una combustión externa.

El primer motor de combustión interna fue construido por el francés Etienne Lenoir en 1863. Este motor fue mejorado notablemente por el alemán Nikolaus Otto que, en 1876, inventó el primer motor que funcionaba con el ciclo de 4 tiempos. En su honor este motor de explosión se denomina motor Otto. En 1886, Karl Benz construye el primer automóvil de tres ruedas. Ese mismo año Daimler aplica el motor de Maybach sobre un carruaje de cuatro ruedas. La historia del automóvil había comenzado.

En 1892 el alemán Rudolf Diesel inventa un motor que funciona con combustibles pesados y no necesita sistema de encendido, que se llamará motor diesel. Cinco años después, en 1897, se construye el primero de estos motores.

Será aplicado en un camión por primera vez en año 1923, aunque ya en 1912 se había montado en una locomotora.

En 1957, el alemán Félix Wankel prueba con éxito un nuevo motor de pistón rotativo, que es conocido con el nombre de su inventor motor Wankel.

-Motor térmico de combustión interna

Se denomina así al motor que transforma la energía térmica en energía mecánica, mediante la combustión de una mezcla de aire y carburante que se quema interiormente, generando un trabajo mecánico.

-Funcionamiento del motor de combustión interna de cuatro tiempos

Aquí se detallan los diferentes tiempos (actividades realizadas durante el ciclo) y sus características.

- 1-Primer tiempo o admisión: en esta fase el descenso del pistón aspira la mezcla aire combustible en los motores de encendido provocado o el aire en motores de encendido por compresión. La válvula de escape permanece cerrada, mientras que la de admisión está abierta. En el primer tiempo el cigüeñal gira 180° y el árbol de levas da 90° y la válvula de admisión se encuentra abierta y su carrera es descendente.

- 2-Segundo tiempo o compresión: al llegar al final de la carrera inferior, la válvula de admisión se cierra, comprimiéndose el gas contenido en la cámara por el ascenso del pistón. En el 2º tiempo el cigüeñal da 360º y el árbol de levas da 180º, y además ambas válvulas se encuentran cerradas y su carrera es ascendente.
- 3-Tercer tiempo o explosión/expansión: al llegar al final de la carrera superior el gas ha alcanzado la presión máxima. En los motores de encendido provocado o de ciclo Otto salta la chispa en la bujía, provocando la inflamación de la mezcla, mientras que en los motores diésel, se inyecta a través del inyector el combustible muy pulverizado, que se auto inflama por la presión y temperatura existentes en el interior del cilindro. En ambos casos, una vez iniciada la combustión, esta progresa rápidamente incrementando la temperatura y la presión en el interior del cilindro y expandiendo los gases que empujan el pistón. Esta es la única fase en la que se obtiene trabajo. En este tiempo el cigüeñal gira 180º mientras que el árbol de levas gira 90º respectivamente, ambas válvulas se encuentran cerradas y su carrera es descendente.
- 4 -Cuarto tiempo o escape: en esta fase el pistón empuja, en su movimiento ascendente, los gases de la combustión que salen a través de la válvula de escape que permanece abierta. Al llegar al punto máximo de carrera superior, se cierra la válvula de escape y se abre la de admisión, reiniciándose el ciclo. En este tiempo el cigüeñal gira 180º y el árbol de levas gira 90º.

(Recuperado de https://es.m.wikipedia.org/wiki/Ciclo_de_cuatro_tiempos. Referencia completa en p.28)

- La idea surge al leer un artículo sobre Paul Pantone quien patentó un motor en 1998, el cual denominó GEET (global environmental energy technology) este no generaba polución, por lo que aumentó el interés sobre dichas investigaciones.

Después de observar con atención modelos anteriores nos dimos cuenta de algunas falencias, por lo que optamos por hacer algunas modificaciones, las cuales hacen más eficaz el desempeño del motor.

Paul es un inventor cruelmente perseguido y desarrollador de motores experimentales y generadores destinados a consumo de combustible por agua, ya que reducen los gases de invernadero y contaminantes en un 90%.

-Este prototipo nos lleva a generar una hipótesis; cuando se enciende el motor se genera una temperatura en aumento, la cual descompone la mezcla agua – gasolina que proviene del depósito, que por reacción térmica genera vapores, los cuales ingresan por la admisión del motor en su primer ciclo para ser comprimidos, aumentando aún más la temperatura de la mezcla. En el segundo ciclo, salta la chispa en la bujía, provocando la inflamación del vapor de la mezcla, la cual se transforma en energía mecánica y hace funcionar el motor. Después de este último ciclo se producen gases residuales, los cuales ya no son tan nocivos, debido a las modificaciones realizadas en dicho prototipo, culminando así el cuarto y último ciclo del motor.

-La mezcla del vapor de agua junto con la gasolina vaporizada, es propiamente el combustible del GEET antes de ser explosionado en la cámara del pistón. Actualmente es objeto de debate el hecho de que la explosión del motor se deba (según la aportación del agua) o bien a la extracción y posterior explosión del oxígeno y el hidrógeno que contiene, o bien, a las propiedades muy expansivas del vapor del agua. También parece ser que se obtiene una especie de combustible plasmático.

Finalidad del aceite lubricante:

Nos imaginamos normalmente el aceite lubricante como una sustancia destinada a reducir a un mínimo el desgaste del motor y las pérdidas de potencia por rozamiento. Sin embargo, el aceite tiene una serie de funciones adicionales. El aceite lubricante debe:

- Lubricar las partes móviles para que el desgaste sea mínimo.
- Lubricar las partes móviles para reducir las pérdida de potencia por rozamiento.
- Disipar el calor del motor, actuando como agente refrigerante.
- Absorber los choques en los cojinetes y otras piezas del motor, reduciendo así el ruido del motor y alargando su duración.
- Formar una buena hermeticidad entre los segmentos del pistón y las partes del cilindro.
- Actuar como agente limpiador.

(Crouse y Anglin, 1996, p.133)

Propiedades del aceite:

El aceite lubricante del motor debe poseer ciertas características: tener adecuada viscosidad (cuerpo y fluidez) y ser resistente a la oxidación y la herrumbre, las presiones extremadas y a la formación de espuma; debe actuar también como un agente limpiador, fluir a bajas temperaturas y tener buena viscosidad dentro de una alta gama de temperaturas.

Ningún aceite mineral posee estas propiedades por sí mismo. Por consiguiente, los fabricantes de aceites de motor incorporan aditivos al lubricante durante el proceso de fabricación. Un aceite para servicio duro puede tener alguno, o todos los aditivos que se indican a continuación:

- Mejorador de índice de viscosidad.
- Una sustancia para rebajar la temperatura de congelación.
- Inhibidores.
- Detergentes dispersantes.
- Agentes para presiones extremas.

(Crouse y Anglin, 1996, p.134)

Aditivos: al aceite se le añaden ciertos compuestos químicos llamados aditivos.

El propósito de estos aditivos es el de dotar al aceite de propiedades que no posee en el estado original de refinado. El proceso de refinado determina la viscosidad y otras características básicas, y los aditivos le confieren unas propiedades adicionales. Estos aditivos incluyen, mejorado de viscosidad, sustancias que rebajan la temperatura, inhibidores detergentes dispersantes y compuestos para presiones extremas. (Crouse y Anglin, 1996, p.135)

5. Metodología

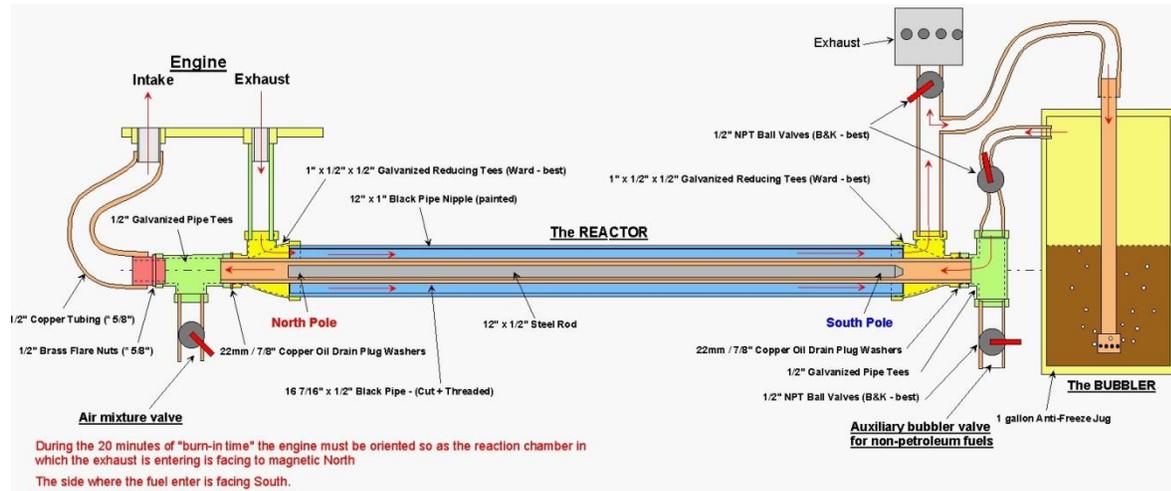
5.1 Procedimiento y descripción de actividades:

Explicación. Se necesita un motor de combustión interna normal y corriente, de cuatro tiempos y bujía. Al cual se le realizaran unas modificaciones:

- Añadir una serie de tubos y componentes que constituyen el sistema pantone, después de instalados, el motor en vez de gasolina, funcionará con una mezcla de 50% gasolina y 50% agua (aproximadamente).
- Por simplificar, se supone que tenemos un motor de moto de aproximadamente 150 cc (centímetros cúbicos). Pero valdría cualquier otro motor de cualquier tamaño.
- Este tipo de motores tienen dos tubos que van a parar a la cámara de combustión (donde está el pistón) .
- Tubo 1 circuito azul salida de gases de escape.
- Tubo 2 circuito naranja entrada de combustible. A este tubo es donde va conectado normalmente el carburador que le mete gasolina a la cámara de combustión.
- Por tanto, el prototipo va a tener dos circuitos distintos que no se mezclan.

5.2 Descripción de los dos circuitos:

Figura



(Circuito1) tubo1 (circuito azul) el circuito por el que circulan los gases de escape. Ahora veremos lo que hace.

Circuito 2) tubo 2 (circuito naranja) el circuito por donde circula el combustible (mezcla de gasolina-agua) ahora veremos lo que hace. En un motor normal por aquí entraría la gasolina a la cámara de combustión. En el prototipo, por acá va a circular una mezcla gaseosa de 50% gasolina y 50% agua, que será el nuevo combustible que se le suministrará a la cámara de combustión.

5.3 Reactor del prototipo basado en el sistema GEET pantone.

Esta es la parte más importante del sistema. En la figura esta dibujada con varias franjas de varios colores: una franja gris gruesa, otra azul claro, naranja, una amarilla y otra verde.

- Franja gris gruesa: barra de acero inoxidable maciza
Diámetro aproximado: ½ pulgada
Longitud aproximada: 12 pulgadas
- Naranja tubo metálico hueco (1/2, o media pulgada) dentro de este tubo irá puesta la barra de acero inoxidable anterior.
Tipo de material tubería de hierro galvanizado
Diámetro Aproximado ½ pulgada
Longitud aproximada: 17 pulgadas
- Azul claro ese es el espacio interior del tubo hueco anterior (el tubo hueco naranja). Como la barra de acero inoxidable va puesta dentro del tubo hueco naranja, entre el exterior de la barra de acero inoxidable y la pared interior del tubo hueco naranja queda una ranura de un milímetro de espesor a todo alrededor de la barra de acero inoxidable. O sea, si el diámetro de la barra maciza de acero inoxidable es de trece

milímetros, el diámetro interior del tubo naranja debe ser de 15 milímetros. Por eso queda una ranura de un milímetro entre ambas cosas.

- El combustible (mezcla 50% agua 50% gasolina) que entre en la cámara de combustión va a circular por esa fina ranura de un milímetro de espesor que queda entre la barra de acero inoxidable y el tubo hueco naranja.
- Amarillo: tubo tipo “T” metálico hueco de una pulgada con reducción a media pulgada (1”, o una pulgada). Dentro de este tubo hueco irá colocado el otro tubo hueco metálico de menor diámetro, el naranja.
 - Tipo material: hierro galvanizado.
 - Diámetro interior (aproximado): 26 mm.
 - Diámetro exterior (aproximado): 34 mm.
- Verde: tubo tipo “T” metálico hueco de ½ pulgada encargada de recibir y/o distribuir los gases que circulan por el tubo naranja.

En esta fotografía se aprecia en orden descendente el tubo de 1 pulgada debidamente cortado y con las “T” acopladas con sus respectivas reducciones a media pulgada. La barra de acero maciza torneada con punta en el extremo norte y concavidad en el extremo sur, y por último el tubo de 1/2 pulgada el cual va dentro del tubo de 1 pulgada. Y a su vez porta la barra de acero dentro de sí en el ensamble del reactor.

5.4 Cronograma del ensamble del prototipo:

Después de conseguir los elementos necesarios para empezar el proyecto nos colocamos a diseñar unas rutinas de trabajo las cuales nos abrieron el camino para la consecución del prototipo pensado.

Iniciamos trabajo el día 16 de abril procediendo a desmontar el tanque de combustible, el carburador, y el tubo de escape; para tener acceso a la admisión y el escape de la cámara de combustión.

Figura 1.



Abril 23: Se cortan los tubos galvanizados según la medida requerida para el proyecto:

- Tubo de una pulgada: se necesita para este prototipo uno de 12 pulgadas de longitud.
- Tubo de $\frac{1}{2}$ pulgada: se necesita uno de 17 pulgadas de longitud.
- Se necesitan dos "T" tipo hembra de una pulgada, con cuatro reducciones de una pulgada a $\frac{1}{2}$ pulgada con cuatro "T" de media pulgada. Además de cuatro válvulas de paso tipo esfera y mangueras de $\frac{1}{2}$ con sus respectivos racores.

Figura 2

Abril 30: Se procede a realizarle rosca tipo cónica a cada extremo de los dos tubos galvanizados, además se manda a elaborar una barra de acero maciza con punta y concavidad en cada extremo respectivamente a la polaridad del reactor, se le añaden ocho cuñas a esta barra (cuatro a cada extremo) para mantener la barra centrada dentro del tubo de $\frac{1}{2}$ pulgada.

Figura 3



Mayo 7: Se realiza el ensamble de la tubería para armar el reactor por el cual circularán los gases, además de la planeación de los trabajos de soldadura realizados en el motor y en el reactor.

Figura 4



Mayo 14: Se realizan trabajos de soldadura tales como la modificación del escape al reactor y la fabricación de acoples para la admisión, se ajustan las mangueras que van al contenedor de la mezcla de agua-gasolina, y la manguera del reactor hacia la admisión de la cámara de combustión.

Figura 5

Mayo 21 al 26: Se procede a la revisión de los ensambles, se realizan las primeras pruebas y se hace un seguimiento para ver los resultados obtenidos.

Figura 6

Octubre 24: Se consigue y se instala en el tapón del Carter un termopar para medir cambios en la temperatura del aceite.

Se enciende el motor en tres fases, cada una de una hora, para así poder medir la temperatura del motor trabajando con gasolina únicamente, luego se hace lo mismo pero añadiendo parte de agua y parte de gasolina tomándole la temperatura nuevamente.

Al terminar cada sección se saca el aceite para llevarlo a un laboratorio y notar cambios en su estructura para así culminar sabiendo si hay cambios importantes en el aceite y poder dar una conclusión veraz.

Noviembre 2: Se procede a la fabricación de un perfil mecano para soportar el motor como una base, y se le fabrican soportes de motor con cuatro rodajas de caucho de 1 pulgada y cuatro tornillos de 7/16 por 2.5 pulgadas de largo para reducir las vibraciones producidas en el motor.

Figura 7



Noviembre 5: Se le adapta un mofle o silenciador de motocicleta al tubo de salida de los gases para disminuir el impacto de ruido.

Figura 8



Noviembre 16: Se realiza la medición del aceite con un termopar a temperatura ambiente de 21°C, después dos horas de funcionamiento con combustible solo gasolina se realiza la segunda medida de temperatura del aceite, arrojando una medida de 75 °C y presentando los primeros cambios físicos en la viscosidad del aceite lubricante, presentando una resistencia de fluidez mucho menor.

Noviembre 25 al 27: En las medidas realizadas a la temperatura del aceite en intervalos de tres horas, funcionando únicamente con vapor de gasolina se descubrió que las temperaturas más altas variaban entre 76 y 80 °C de acuerdo a su margen de RPM. En cuanto al consumo de combustible se determina que el motor consume un exactamente galón de gasolina en un tiempo de 2 horas 48 minutos.

Figura 9



5.5 Presupuesto

Costo de materiales		
Producto	Unidad	precio
Buhcing	4	11.600
Tee galvanizado	5	95.00
Válvula gasflex	4	55.600
Tee galvanizado	1	13.800
Tapón macho rosado galvanizado de ½ pulgada	1	6.000
Tubo de cobre gas 1 mt	1	24.700
Tubo galvanizado 1 pulgada	1	20.000
Tubo galvanizado ½ pulgada	1	20.000
Cinta teflón	1	1.200
Trabajo de soldadura	1	80.000
Frasco de plástico	1	2.000
Soportes de caucho	4	8.000
Gasolina galón	4	36.000
Silenciador de motocicleta	1	40.000
Elaboración perfil mecano	1	70.000
Pintura en aerosol negra	1	14.000
Manguera 1/2 pulgada	2	4.000
Tornillos con tuercas de seguridad de 7/16'' x 3''	4	2.000
Silicona roja	1	4.000
Bujes de aluminio	2	15.000
Total		437.400

6. Resultados del proyecto:

Con las modificaciones realizadas al motor se puede suministrar gasolina o mezcla agua – gasolina o algún otro agente combustible para generar combustión dentro de la cámara del cilindro en el motor, además de que se demostró una notable reducción del consumo de combustible sin afectar cambios negativos en el aceite lubricante.

Suprimiendo el carburador como sistema de alimentación y demostrando con el diseño del sistema de tubería galvanizada, se puede suministrar combustible en estado gaseoso, precalentando el combustible aprovechando la salida de los gases de escape.

7. Conclusiones

Se logró el objetivo de poder reutilizar los gases de escape para precalentar la mezcla, dándole así una funcionalidad previa a su liberación a la atmósfera.

Este prototipo pudo funcionar con la mezcla agua – gasolina tal y como lo estableció Paul Pantone mediante sus investigaciones para desarrollar el sistema GEET, siendo así un motor eficaz, sostenible y contribuyente a la reducción del impacto ambiental.

8. Recomendaciones

El sistema de tubos a medida que se prolonga el tiempo de funcionamiento va presentando desajustes y por ende comienzan a presentarse fugas. Se recomienda que antes de realizar el armado del sistema de tubos, se utilice algún producto que selle y resista las altas temperaturas para que así no presente fugas.

Otra recomendación es utilizar válvulas de paso de tipo aguja, ya que las válvulas de esfera al ser sometidas a vibraciones tienden a sufrir desajustes, además de que midiendo la cantidad de giros se ajusta más fácil el balance de mezcla aire – combustible que necesita ingresar al sistema para que el motor pueda realizar firmemente su combustión.

9. BIBLIOGRAFÍA

- Crouse, William H. y Anglin, Donald L. Mecánica de los pequeños motores. Barcelona, España: Marcombo S.A.

Editor: Alfaomega Grupo Editor S.A. de C.V. (1996). Mecánica de los pequeños motores. México, D.F: Alfaomega.

10. CIBERGRAFÍA

- Halfdrag, (última edición 09/01/17) Ciclo de cuatro tiempos. Recuperado de https://es.m.wikipedia.org/wiki/Ciclo_de_cuatro_tiempos

-Proyecto Zero Multimedia. Pantone, Paul. (05/05/2013). Motor GEET de Pantone. Proyecto Zero. Recuperado de <http://www.proyectozero.org/index.php/energia-libre/separador/motores-geet>

- Pantone, Paul. (05/07/2012). GEET Motor Pantone. Recuperado de <http://energialibresincensura.blogspot.com.co/2012/07/geet-motor-pantone.html>

11. Anexos

Paul Pantone, un ingeniero estadounidense que había patentado en 1998 un revolucionario motor de combustión, que sería capaz de funcionar con una mezcla de agua y otro componente, que puede ser petróleo crudo, solventes, adelgazadores de pintura, alcoholes, aceite de motor y similares. Y no sólo eso, esta tecnología permitiría ahorrar hasta un 50% de combustible y tendrían un 90% menos de emisiones.