

SISTEMAS DE ENFRIAMIENTO SECUNDARIO DE UN MOTOR DE COMBUSTION INTERNA

SECONDARY COOLING SYSTEMS OF AN INTERNAL COMBUSTION ENGINE

Pedro Díaz Romero

Tecnológico Nacional de México / ITS del Sur de Guanajuato, México
T16120152 @alumnos.itsur.edu.mx

Daniel Guzmán Cerrato

Tecnológico Nacional de México / ITS del Sur de Guanajuato, México
T16120152 @alumnos.itsur.edu.mx

Juan Hernández Ballesteros

Tecnológico Nacional de México / ITS del Sur de Guanajuato, México
T16120152 @alumnos.itsur.edu.mx

Raúl Avalos López

Tecnológico Nacional de México / ITS del Sur de Guanajuato, México
T16120152 @alumnos.itsur.edu.mx

Jesús Ledesma Sosa

Tecnológico Nacional de México / ITS del Sur de Guanajuato, México
T16120152 @alumnos.itsur.edu.mx

Recepción: 29/abril/2020

Aceptación: 29/octubre/2020

Resumen

La investigación del presente proyecto es acerca del sistema de enfriamiento de un motor de combustión interna, la idea principal es implementar un sistema de enfriamiento auxiliar debido a que mediante una encuesta el 93% de los usuarios de automóvil han tenido un problema de sobrecalentamiento en el motor de su vehículo, el sistema de enfriamiento auxiliar pretende ayudar el funcionamiento del vehículo aun cuando el sistema principal falle. La primera etapa del proyecto incluye el ensamble de un motor de combustión interna convencional de 350 pulg³, en esta primera etapa se realizó una maqueta del funcionamiento del motor y del sistema de enfriamiento principal, los resultados obtenidos dentro de la primera etapa permiten el funcionamiento correcto del motor, en la segunda etapa se implementará el sistema auxiliar con el objetivo de ahorrar dinero en refacciones y

servicio de arrastre u otros problemas ocasionados por la falla del sistema de enfriamiento principal.

Palabras Clave: Vehículo, Motor de Combustión Interna, Enfriamiento.

Abstract

The research of this project is about the cooling system of an internal combustion engine, the main idea is to implement an auxiliary cooling system because by means of a survey 93% of car users have had an overheating problem in the Your vehicle's engine, the auxiliary cooling system is intended to assist vehicle operation even when the main system fails. The first stage of the project includes the assembly of a conventional 350 in³ internal combustion engine, in this first stage a model of the operation of the engine and the main cooling system was made, the results obtained within the first stage allow correct operation of the engine, in the second stage the auxiliary system will be implemented in order to save money on spare parts and drag service or other problems caused by the failure of the main cooling system.

Keywords: *Vehicle, Internal Combustion Engine, Cooling Systems.*

1. Introducción

Antiguamente se trataba únicamente de enfriar el motor, por esta razón, aún hay vehículos que utilizan abanico (ventilador) fijos a las revoluciones del motor, no usan termostato, y además utilizan un radiador de buena capacidad (Figura 1).

Actualmente el concepto es bastante diferente. Ahora se requiere que el motor mantenga una temperatura, por encima de los 180 °F. La idea es: que cuando más caliente este el motor, la gasolina tome forma gaseosa, Para ello se requiere; que la mezcla aire/gasolina que ingrese a la cámara de combustión, se mantenga caliente; de esa manera se pretende que los residuos contaminantes sean bajos.

[2] Esto quiere decir: que nuestro vehículo funciona en el límite de un problema de calentamiento. Se pretende realizar el sistema de enfriamiento auxiliar para que alcances a llegar a un destino más seguro y arreglar la avería ya que no se quiere que el problema sea redundante ya que el usuario puede llegar a confiarse y dejar pasar el problema y eso no es lo que se pretende hacer, si no que el usuario no

tenga que hacer algunos gastos de grúa o quedarse en algún lugar lejos sin saber que hacer además de que se les garantiza a las empresas de camiones que su ruta se completara sin que sufra de algún sobrecalentamiento del motor ya que son pérdidas para ellos.

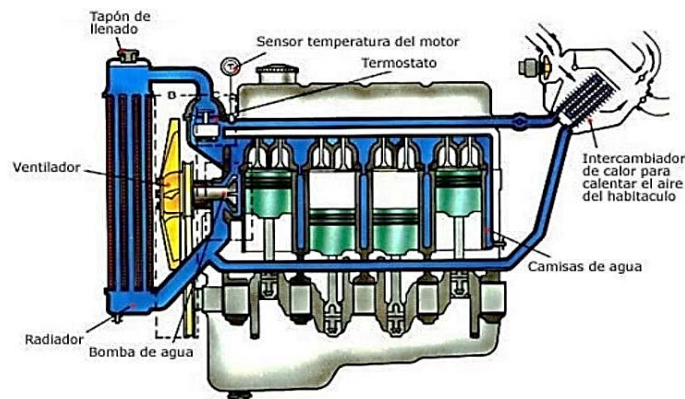


Figura 1 Sistema de enfriamiento de un motor de combustión interna.

Durante el tiempo de explosión, en el interior del cilindro, en la cámara de combustión se alcanzan temperaturas que varían de 2000 a 2500 °C.

En las fases de admisión, expansión y escape de los gases se elimina parte del calor, pero no es suficiente, aun la temperatura es extremadamente alta.

Para que el motor funcione correctamente se debe disipar parte del calor liberándolo hacia la atmósfera. Cuando el sistema de refrigeración no funciona correctamente, puede ocurrir alguna de las siguientes situaciones:

- Si la temperatura comienza a superar los 300 °C, el aceite se vuelve extremadamente fluido y se degrada.
- La culata o tapa de cilindros, las válvulas y los pistones y demás componentes involucrados, se calientan de forma excesiva por el rozamiento, pueden provocar el debilitamiento de sus propiedades mecánicas.
- Por la alta temperatura se puede destruir la capa lubricante en las paredes de los cilindros, provocando el rozamiento entre pistón, aros con la camisa del cilindro.
- Se produzca el dilatamiento del metal y las piezas en movimiento se agarroten ocasionando el gripaje o agarre del motor.

- Los autoencendidos o detonaciones se producen por estar la cámara de combustión al rojo.
- Para mantener el motor entre los 90 a 95 °C, el sistema de refrigeración debe extraer del 25 al 30% del calor generado en la cámara de combustión.
- Para disipar la temperatura se rodea con fluido refrigerante las zonas expuestas.
- El calor de los componentes es disipado por conducción desde las zonas más calientes a las más frías por medio del fluido refrigerante [1].

Marco teórico (Antecedentes)

Existen dos formatos sistemas de enfriamiento en los autos: por aire y por agua. Los sistemas de aire en realidad no son sistemas como tal, sino sólo la exposición del bloque del motor al aire del exterior para que por contacto nivele la temperatura de la máquina. Este tipo de enfriamiento se encuentra típicamente en motocicletas y autos antiguos, mientras que los autos modernos, camiones, tráileres, tractores y lanchas utilizan hoy en día sistemas de enfriamiento por agua.

Funcionamiento del sistema de enfriamiento de un motor

La bomba de agua actúa como corazón, impulsando el líquido anticongelante por todos los ductos, canales y mangueras que están conectadas entre sí y lo obtienen del radiador a una temperatura casi ambiente. De ahí lo llevan por todo el motor, absorbiendo sus altas temperaturas y regulando la del bloque.

Una vez que está caliente, lo lleva al sistema de calefacción para que sea utilizado y desde ahí regresa por la parte superior al radiador para ser enfriado de nueva cuenta. Una vez que el aire golpea el radiador por el movimiento del vehículo, pasa entre los canales internos del aluminio, enfría el coolant que viene caliente desde el motor.

En algunos casos si el termostato indica que lo requiere, es asistido por un ventilador eléctrico o, en vehículos con un mayor número de años circulando, el mismo sistema central de poleas y bandas activan un ventilador todo el tiempo. Este último se utilizaba en ambos sistemas de enfriamiento: por aire y por agua [2]

Partes que conforman el sistema de refrigeración:

- **Cámaras o camisas de agua del motor.** Son las cavidades en el bloque que rodean los cilindros y la culata, junto a las cámaras de compresión, por estos conductos circula el agua o anticongelante, encargada de refrigerar o absorber el exceso de calor que se produce durante el trabajo del motor [3].
- **Mangueras.** El sistema está provisto de dos mangueras de caucho resistentes a la temperatura y la presión. Son de diferentes diámetros, la de la parte superior es por donde ingresa el agua caliente y la que está en la parte inferior es por donde sale el agua fría [3].
- **Radiador.** El radiador es probablemente la parte más reconocible del sistema de refrigeración. Acostumbra a estar en el frontal del vehículo para recibir aire según circulamos y así rebajar la temperatura del líquido refrigerante que circula por su interior. Debemos comprobar ocasionalmente que el radiador no tenga fugas y, sobre todo, que no esté obstruido. Los radiadores tienen láminas metálicas muy finas que si se estropean por pequeños impactos o se taponan por la suciedad pueden hacer que el radiador no disipe el calor de la forma adecuada, dando lugar a un sobrecalentamiento [3].
- **Tapón de presión.** Este tapón de presión es la misma tapa del radiador, posee una válvula de vacío y otra de descarga, controla la presión dentro del radiador y del sistema. Cuando el agua o refrigerante alcanza la temperatura de ebullición, comienza a evaporarse, se abre la válvula de descarga para permitir la salida; cuando se enfría y se condensa, se abre la válvula de vacío para permitir el ingreso de aire, de esta manera evita problemas de circulación [3].
- **Abanico, Ventilador.** A excepción de algunos vehículos que usan abanico, o ventilador fijo a un embrague o fan clutch; por lo regular, los automóviles con tracción delantera utilizan un abanico eléctrico. La frecuencia de funcionamiento lo determina un interruptor o switch térmico, por lo común se activa cuando la aguja de control supera la mitad de su recorrido [4].
- **Bomba de agua.** La bomba de agua (con algunas excepciones como el Mitsubishi motor 2.6L que trae la bomba de agua ligeramente arriba de donde está ubicada la caja de velocidades - transmisión); está ubicada al frente del

motor. En unos casos es girada, por una polea, y banda o faja independiente, y en otros está incluida en las revoluciones que da, la banda del tiempo (correa de distribución, timing belt) [4].

- **Termostato.** Frecuentemente está ubicada, en la entrada del motor donde se conecta la manguera, que sale de la parte superior del radiador. La función del Termostato, es impedir que el agua fluya hasta que, la temperatura alcanzada sea 180 grados, o más, acorde a las especificaciones del fabricante. El termostato debe cambiarse regularmente, cada 12 meses; es común que este componente, se quede pegado en posición cerrada, dando como consecuencia, un exceso de temperatura; pero es necesario tener uno instalado. Los fabricantes apoyan el buen funcionamiento de un motor, en este componente [4].

- **Sensor de temperatura.** Sensor de temperatura del líquido enfriante del motor El más común se encuentra ubicado en el Housing (estructura) donde se encuentra el termostato, su función es monitorear la temperatura del agua; cuando alcanza la temperatura preestablecida como máxima, abre su circuito y permite que el abanico se active, empezando función de enfriar [4]. Cuando la temperatura dentro del motor alcanza las especificaciones del fabricante; el sensor envía la señal hacia el computador; para que este habilite el funcionamiento del abanico o moto ventilador. Desde los modelos más recientes, hasta los más clásicos, todos los automóviles disponen de un sistema de refrigeración que, por un lado, logra disipar el exceso de calor en el motor y, por el otro, mantiene la temperatura ideal para que los lubricantes funcionen en óptimas condiciones. Básicamente, los automóviles funcionan con dos tipos de sistema de refrigeración [4].

- **El anticongelante en el sistema de enfriamiento.** Para prevenir que el líquido anticongelante hierva, éste está diseñado con componentes químicos como el glicol etílico, además de soportar altas presiones. La combinación de estos elementos eleva la temperatura de ebullición considerablemente y disminuye la temperatura a la cual el coolant se congela. Sin embargo, mucha presión puede dañar las mangueras y hacer que

el sistema de enfriamiento falle. La mezcla que debe utilizarse entre anticongelante y agua varía según el auto y del antifreeze que se está utilizando, pero normalmente se utiliza una relación 50% de líquido anticongelante con 50% de agua. Existen algunos productos como el anticongelante concentrado que requiere diluirse para no resultar corrosivo para los elementos del sistema de enfriamiento [5].

- **Reloj de temperatura.** Para controlar el sistema de refrigeración del coche mientras conducimos solo tenemos una herramienta, el reloj de temperatura. Este es un elemento que en muchos coches ha dejado de existir, sustituyéndose por una luz azul que indica que el motor está frío o una roja que indica el sobrecalentamiento. El reloj de temperatura es útil para ver si hay alguna anomalía en el sistema de refrigeración. No obstante, si marcase mal (de menos o de más) podría deberse a un problema del propio reloj o del sensor que manda la señal, también podría ser problema de alguna masa [5].

Armado de maqueta de motor de combustión interna V8

En el semestre de agosto-diciembre 2019 se realizó una maqueta funcional de un motor de combustión interna se le implementaron todos los componentes del sistema de enfriamiento, el sistema de admisión y del sistema de encendido, se logró realizar una maqueta didáctica con todos los componentes del motor la cual puede servir para prácticas.

Pasos para la realización de dicha maqueta:

- El primer paso fue la investigación de los sistemas de enfriamiento en los motores de combustión interna y las fallas que este sistema genera al fallar algún componente, se buscó la manera de poder implementar un sistema auxiliar y las ventajas de este al poder implementarlo.
- Segundo paso, se realizó una encuesta acerca de los problemas de sobrecalentamiento en los vehículos los cuales los resultados arrojaron que el 93% de los usuarios han tenido problemas con este sistema.
- Tercer paso fue conseguir un motor de combustión interna de 350 pulgadas cúbicas, por lo cual estuvimos 1 semana en búsqueda de este hasta que se

encontró uno en un deshuesadero, se prosiguió con la limpieza del mismo y por conseguir las refacciones necesarias antes descritas. Se eligió este motor ya que es un motor convencional y se optó por un carburado debido al bajo presupuesto y por la falta de tiempo.

- Cuarto paso se prosiguió con el armado del motor y la puesta a punto, se realizaron correcciones a varias piezas, se calibraron las válvulas de admisión y escape, se le hizo una afinación al mismo y se implementó una instrumentación analógica presente en los equipos originales de los vehículos que llevan este tipo de motor, se realizó el montaje del cableado eléctrico y las pruebas al mismo, se realizó el montaje de los accesorios del motor y se echó a andar para revisar alguna posible falla.
- Quinto paso se tomaron las medidas adecuadas para la realización del banco o base para el motor y posteriormente se cortaron los PTR y soldarlos para montar el motor y también las bases restantes para montar el panel de instrumentos, radiador, batería y bomba de gasolina.

2. Métodos

Objetivo general

Realizar un sistema alternativo de enfriamiento para motor de combustión de un vehículo que actúe cuando se detecte temperaturas anormales causadas por alguna falla en el sistema original que pueda afectar otras partes del vehículo.

Objetivos específicos

- Diseñar un sistema de enfriamiento secundario.
- Realizar sistema alterno al original.
- Instrumentar con sensores para detectar algún fallo.
- Realizar un banco de pruebas.

Justificación

En el mundo existen diferentes tipos de climas y en algunas zonas cambian mucho en poca distancia un ejemplo es la autopista del sol y la autopista S.XXI; esto en demasiados vehículos les afecta y se producen fallas de sobrecalentamiento

además de poner en riesgo la integridad de las personas y con un costo monetario relativamente alto.

A lo largo del tiempo han existido casos en los que un vehículo se daña debido al sobrecalentamiento del motor esto se debe a un error humano o a un fallo de ciertas piezas como bomba de agua, radiador, ventilador, banda, fusible, etc. Y los gastos oscilan desde los 500 pesos hasta unos 65000 pesos dependiendo del modelo y pieza del vehículo.

En una situación de emergencia en medio de la carretera al usuario muchas veces le es imposible resolver estos problemas debido a que no cuenta con la herramienta necesaria o con el conocimiento de mecánica automotriz necesario para solucionar su problema o incluso la falta de alguna refacción automotriz esto ocasionando además que la persona afectada puede perder tiempo ya que si logra pedir auxilio de una grúa se demorara y estar varado en la carretera genera un riesgo.

Durante un año se adquirieron unas series de piezas que están relacionadas con el calentamiento automotriz; además se realizó una consulta de cuantos usuarios de automóviles han tenido problemas de calentamiento en alguna ocasión por lo tanto es muy propenso sufrir algún inconveniente de sobrecalentamiento.

De los usuarios encuestados, el 70% han tenido problemas de sobrecalentamiento en alguna carretera y han tenido que pagar servicio de grúa y la reparación del sistema.

Encuesta

Se realizó una encuesta en la cual se pretendía saber con cuanta frecuencia se sufría de un calentamiento del motor y cuáles fueron sus causas dicha encuesta se hizo con la aplicación de Google y se le pregunto a personas que tengan o conozcan a alguien que tenga automóvil.

Las preguntas con sus posibles respuestas fueron las siguientes:

1. ¿En alguna ocasión ha tenido problemas de calentamiento en su carro o en el de algún conocido? La respuesta se muestra en la figura 2:

- Si
- No

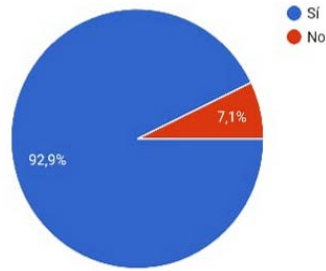


Figura 2 Resultado de la pregunta 1.

2. Si la respuesta anterior es Si ¿Dónde ocurrió? La respuesta se muestra en figura 3:

- Carretera
- Dentro de la ciudad
- Otros

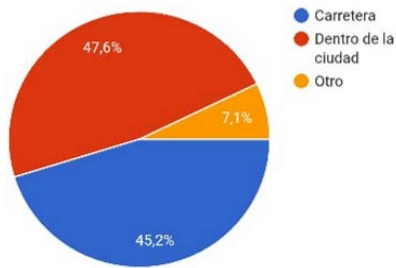


Figura 3 Resultado de la pregunta 2.

3. ¿Utilizó grúa en algún calentamiento? La respuesta se muestra en figura 4:

- Si
- No

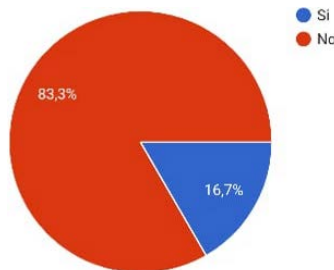


Figura 4 Resultado de la pregunta 3.

4. ¿Pagarías por un sistema que te ayudara con este problema? La respuesta se muestra en figura:

- Si
- No
- Tal vez

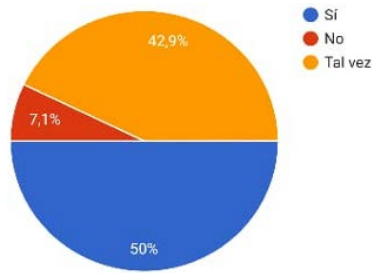


Figura 5 Resultado de la pregunta 4.

Procedimiento

En el semestre anterior comprendido de agosto–diciembre del 2019, se investigo acerca de la problemática ocasionada en el sistema de enfriamiento debido a un sobrecalentamiento en los vehículos de combustión interna:

- Se realizaron encuestas de que tan frecuente sucede esto mediante base de datos sacadas de las refaccionarias y en base a experiencias propias.
- Se prosiguió con la investigación del funcionamiento de estos sistemas y se realizó una búsqueda de algún sistema parecido en revistas, libros y fuentes de información digitales.
- Después de entender y conocer las piezas que realizan la función de mantener el motor de combustión interna a una temperatura optima se prosiguió con la búsqueda de un motor convencional; es decir de un motor muy comercial, para esto se consiguió el motor V8 de 350 pulgadas cubicas de la marca Chevrolet.
- Se prosiguió a realizar el armado de dos motores para poder construir uno completamente funcional.
- Se construyó una base de metal es decir un banco de pruebas con todos los componentes funcionando al igual que en un vehículo.

- Se conectó el cableado y se reparó el motor de arranque o marcha, se midió la temperatura una vez que el motor estaba funcionando y se realizaron las comparaciones con un vehículo, se demostró que el motor funciona al igual y que cumple con lo requerido.
- Durante la segunda etapa comprendida en el semestre enero- junio del 2020 se realizó una retroalimentación y se prosiguió con dar o realizar el cronograma de actividades en el cual se reparten las tareas necesarias para dar fin a la maqueta con el sistema auxiliar ya implementado. Para esto se cotizaron distintas piezas y se trabajó en una plataforma, desgraciadamente debido a la emergencia sanitaria hasta el momento estamos detenidos en este punto (Tabla 1).

Tabla 1 Presupuesto.

Material	Costo unitario	Costo
Motor v8, 350 pulg ³	\$6,000	\$6,000
Batería de 12 v, 1000 A arranque en frio	\$2,000	\$2,000
Radiador de plástico aluminio	\$1,300	\$1,300
Juego de mangueras de radiador	\$600	\$600
Refacciones para afinación (aceites, bujías, filtros)	\$1,500	\$1,500
Banda de accesorios	\$200	\$400
Gastos indirectos de fabricación	\$700	\$700
Reparación de marcha	\$550	\$550
	Total	\$13,050

3. Resultados

En el presente semestre se obtuvieron como resultados los siguientes:

- Se realizó una maqueta didáctica completamente funcional, el motor se echó a andar como en un vehículo, se midieron variables como temperatura con el sistema de enfriamiento por agua la cual tuvo un valor de 85-88 °C.
- Se pudo mantener el motor encendido cuatro horas consecutivas en las cuales se estuvo midiendo la temperatura frecuentemente al igual que en un vehículo.
- La maqueta didáctica sirvió para analizar otros sistemas y componentes de este tipo de motores, se le provocaron fallas en el sistema de enfriamiento para detectar en cuanto tiempo el motor comienza a sufrir de un sobrecalentamiento

y los resultados fueron que con el motor a temperatura ambiente después de provocar la falla solo bastaron de 5 a 7 minutos para que este sobrepasara la temperatura normal de operación, la cual nos indica el tiempo promedio que tiene el usuario para detectar la anomalía la cual es un periodo bastante corto de tiempo.

- Con el motor a temperatura normal de operación se provocó la falla y el tiempo disminuyó considerablemente pasando de los 5 a 7 minutos a solo 35 segundos para llegar a una temperatura crítica.
- Gracias a estas pruebas realizadas se pudo observar y llegar a la conclusión de que el sistema de enfriamiento es muy importante para mantener un motor a la temperatura adecuada pero que al mismo tiempo cualquier tipo de falla en el sistema puede llegar a la catástrofe, es por ello que el sistema de enfriamiento auxiliar sería de gran ayuda en caso de una emergencia. En la tabla 2 se presenta el cronograma de actividades de continuación del proyecto.

4. Discusión

A partir de los resultados, aceptamos que la implementación de un sistema auxiliar de enfriamiento en un motor de combustión interna es algo relativamente nuevo o inexistente dentro de la industria automotriz.

Tabla 2 Cronograma de actividades.

Actividades	Semana													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Selección del proyecto.	x													
Investigación sobre el sistema de enfriamiento del automóvil.	x													
Realización de una encuesta.		x												
Búsqueda del motor.		x	x											
Armado del motor y sistema de enfriamiento. (imprevistos)				x	x	x	x	x	x	x	x	x		
Compra del material faltante.									x	x	x	x		
Armado de la base para el motor.												x		
Entrega de reporte.													x	
Presentación del proyecto.														x

5. Conclusiones

En esta primera etapa se logró el funcionamiento correcto del motor de combustión interna y el sistema de enfriamiento convencional. Con base a los resultados obtenidos de la encuesta podemos darnos cuenta que la mayoría de las personas requieren un sistema de enfriamiento alternativo (auxiliar) y que están dispuestas a pagar por la implementación de este sistema. La realización de la etapa 2 de nuestro proyecto, no pudo ser concluida debido a la problemática mundial de virus covid-19, ya que las indicaciones de nuestra institución eran de no asistir a clases presenciales; y se nos fue muy difícil concluir este proyecto en este semestre ya que nuestro equipo está conformado por estudiantes foráneos a la ciudad de Uriangato.

6. Bibliografía y Referencias

- [1] Federico, «autoytecnica,» 15/enero/2019: <https://autoytecnica.com/sistema-de-refrigeracion-de-un-motor/>.
- [2] G. M. García Orozco, «Pruebaderuta,» Automóviles y algo más, 10/junio/2019: <https://www.pruebaderuta.com>.
- [3] Mecanica automotriz, 20/mayo/2002: <https://automecanico.com/auto2002/enfriamiento.html>.
- [4] Noticias sobre coches y motores, 16/octubre/2019: <https://www.actualidadmotor.com>.
- [5] Bardahl, Sistema de Enfriamiento Explicado, 2 de noviembre del 2018: <https://www.bardahl.com.mx/sistemas-enfriamiento-explicado/>.