



PERFIL DE PLAN DE PROYECTO INVESTIGACIÓN

Quito – Ecuador, marzo del 2020



INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO "CENTRAL TÉCNICO"
CARRERA DE MECÁNICA AUTOMOTRIZ
CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN AL SERVICIO DE LA SOCIEDAD
Av. Isaac Albéniz E4-15 y El Morlán, Sector El Inca – Quito / Ecuador

PROPUESTA DEL PLAN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.

Tema de Proyecto de Investigación:

Análisis del sistema de refrigeración de la batería del vehículo Audi Q5, mediante simulación térmica.

Apellidos y nombres del/los estudiantes:

Castillo Ochoa Víctor Josué
Hurtado Paucar Víctor Hugo

Carrera:

Tecnología en mecánica automotriz

Fecha de presentación:

Quito, 16 de marzo del 2020

Quito, 16 de marzo del 2020

Ing. Edwin Guamán

1.- Tema de investigación.

Análisis del sistema de refrigeración de la batería del vehículo Audi Q5, mediante simulación térmica.

2.- Problema de investigación.

La refrigeración de una batería en un vehículo híbrido es de suma importancia, ya que esta ayuda a que el vehículo pueda trabajar de manera adecuada, sin constituir un peligro o riesgo a la vida de los ocupantes; cabe destacar que la refrigeración de la batería debe estar siempre activa para evitar que la batería se sobre caliente y del mismo modo se deteriore de manera abrupta. El análisis está dirigido a comprobar si la ventilación ofrecida a la batería es la adecuada para el Audi Q5.

2.1.- Definición y diagnóstico del problema de investigación

Al cargar una batería, los procesos químicos que tienen lugar durante la descarga se invierten. El calor se libera durante este proceso termodinámico, que hace que la batería se caliente. Porque la batería de alto voltaje del Audi Q5 híbrido quattro está sujeto a continuos ciclos de descarga y carga, puede haber considerable acumulación de calor. Esto no solo deprecia y envejece la batería, también aumenta la resistencia eléctrica en los conductores, con el resultado de que la energía eléctrica no es convertida para trabajar, pero en su lugar se disipa y perdido como el calor por esta razón, la batería de alto voltaje tiene un módulo de enfriamiento con un evaporador separado, y está conectado al circuito de refrigeración del aire acondicionado compresor. Este módulo de enfriamiento funciona en la fuente de alimentación a bordo de 12 voltios (Audi, 2012).

2.2.- Preguntas de investigación.

¿Cuáles son las dimensiones de una batería de Audi Q5?

¿Bajo qué parámetros funcionarían las baterías del Audi Q 5?

¿Qué se analiza en un cuadro que determine la efectividad del sistema de refrigeración?

3.-Objetivos de la investigación

3.1.- Objetivo General.

Realizar la simulación térmica del sistema del sistema de refrigeración de la batería de alto voltaje del Audi Q5, a través de software de simulación térmica CAE para la determinación de la efectividad del este sistema.

3.2.- Objetivos Específicos.

- Determinar las dimensiones de la batería de alto voltaje del vehículo AUDIQ5 a través de la revisión bibliográfica para generar el modelo CAD.
- Establecer las condiciones de contorno a las cuales funciona la batería de alto voltaje a través de la revisión bibliográfica de manuales y folletos, para la realización de la simulación térmica
- Analizar los datos obtenidos a través de gráficos comparativos para la determinación de la eficiencia del sistema de refrigeración del vehículo (maqueta interactiva) Audi Q5

4.- Justificación.

El trabajo está dirigido a saber cuáles son las ventajas y desventajas de aplicar refrigeración a la batería, porque se lo hace; pues para la batería y el vehículo es vital mantenerse a una temperatura constante y estable, ya que la temperatura de esta está vinculada al rendimiento de la batería y por ende el tiempo de trabajo que tendrá el vehículo; contando también con lo que el calor excesivo provoca en sus sistemas como puede ser oxidación cavitación perdida de propiedades por parte de los líquidos lubricantes y refrigerantes; por último el deterioro excesivo del sistema y todo lo que está a su alrededor.

5.- Estado del Arte.

Funcionamiento del sistema de enfriamiento de la batería híbrida Toyota Prius.

El sistema dispone un ventilador en el portamaletas en la parte derecha, toma el aire climatizado de la cabina circula a través de los módulos de la batería HB y posteriormente expulsa el aire residual que se lleva el calor fuera del vehículo sin incidir en la climatización de la cabina. (Mendez, 2015)

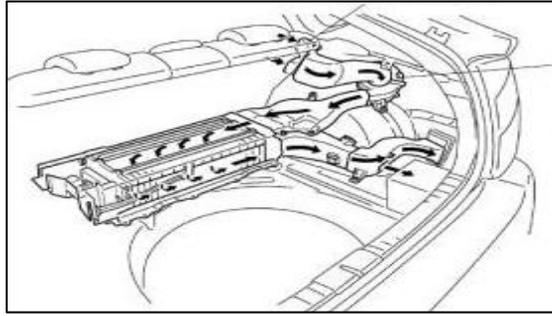


Figura 1 Disposición de los componentes del sistema de enfriamiento
Fuente: (Méndez, 2015)

Si en caso la temperatura exceda sus valores estándares y no se regule la temperatura a tiempo podría verse afectado este sistema de manera temporal, quizás podría ser un defecto en el sensor o componentes eléctricos internos. (Mendez, 2015)

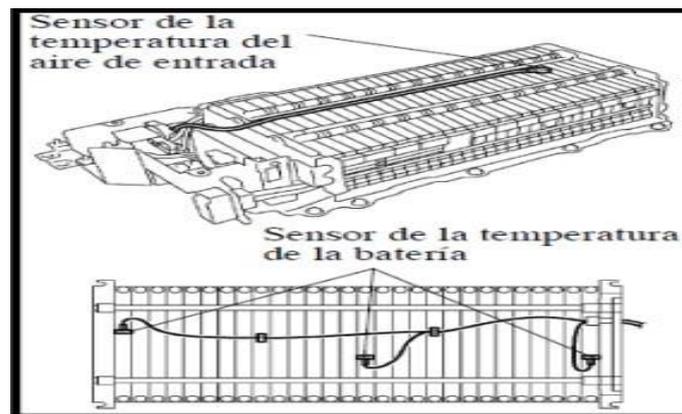


Figura 2 Vista de lado posterior de las baterías HV
Fuente: (manual de Toyota prius.2010)

Siguiendo el principio de enfriamiento por aire en circulación, el ingreso del mismo se realiza desde la parte superior de las baterías HV y entre sus canales se filtra hacia la inferior, esta recirculación remueve el calor generado dejando a las baterías HV óptimas para su rendimiento. (Méndez, 2015)



Figura 3 Flujo de aire enfriado para refrigeración de las baterías HV
Fuente: (manual de Toyota prius.2010)

Sistema de refrigeración de la batería del Chevrolet Bolt

El Chevrolet Volt en cambio, utiliza placas prismáticas con refrigerante en su interior, que se adaptan perfectamente a la forma de las celdas. Se trata de un sistema muy efectivo, pero bastante más complicado que el de Tesla. (Fernández, 2016)

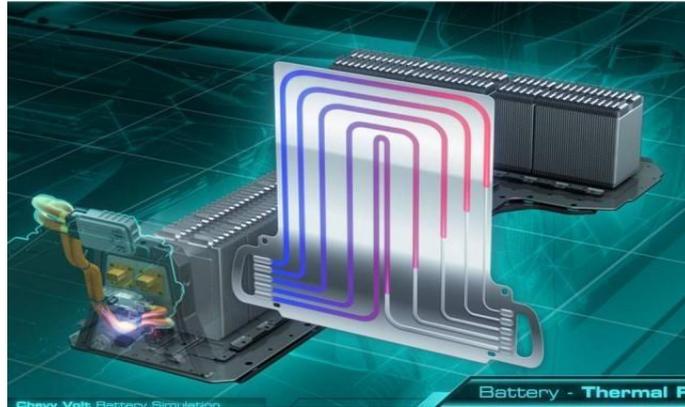


Figura 4 Sistema de refrigeración de batería Chevrolet
Fuente: (Fernández, 2016)

Concretamente, 6,9 litros de líquido refrigerante se encargan de mantener la batería a la temperatura óptima.

En la foto se pueden ver los tubos por los que se mueve el refrigerante. Además, se puede ver un codo a través del cual lo más probable es que el líquido vaya a una placa de refrigeración que cubre toda la parte inferior de la batería. (Fernández, 2016)

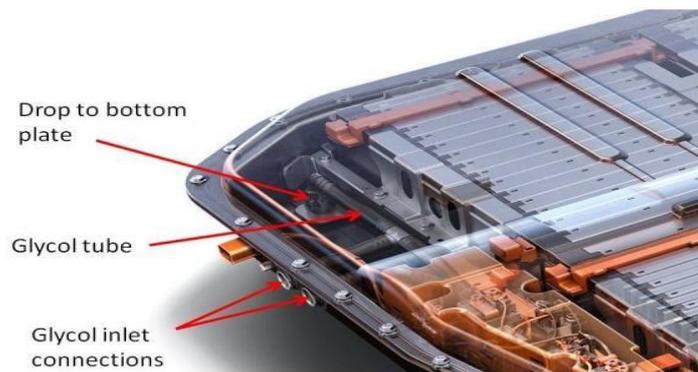


Figura 5 Conductos de refrigeración de la batería
Fuente: (García, 2019)

Sistema de refrigeración de VELLORE INSTITUTE of Technology

Este estudio consta de un mejoramiento del sistema de refrigeración de las baterías híbridas ya que esta cuenta con 6 ventiladores, ya que los terminales de la celda son los puntos más calientes por lo que requiere más ventilación en ese punto se ubican 4 ventiladores que estos van a actuar como entrada de la ventilación de la batería y 2 ventiladores que actúan como salidas del aire (Alarcón, 2017).

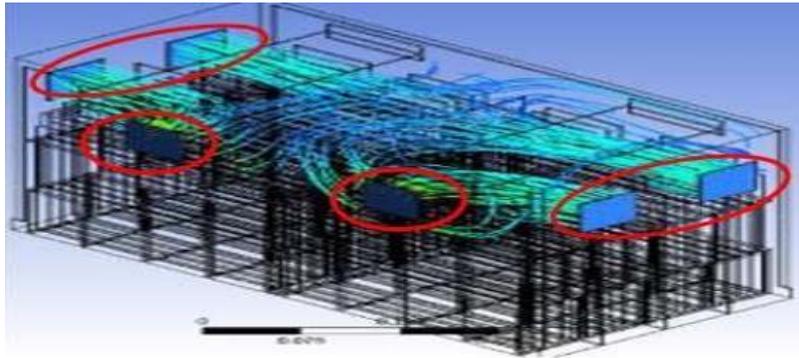


Figura 6 Flujo de aire dentro del pack de baterías
Fuente: (Alarcón, 2017).

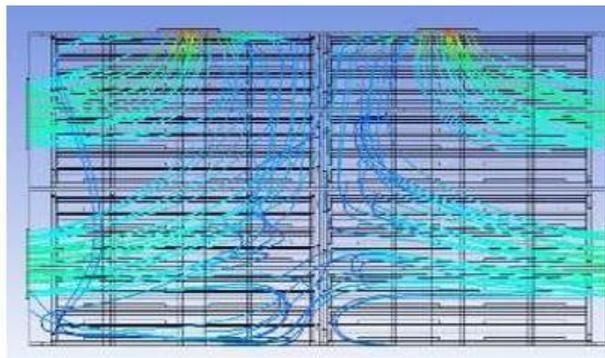


Figura 7 Vista superior del flujo de aire en el pack de baterías
Fuente: (Alarcón, 2017).

Estudios realizados de la batería Audi q5

El módulo electrónico de potencia, unido a la batería y al motor eléctrico a través de cables de alto voltaje, se encuentra en la caja de aguas del vano motor. Es lo que se denomina un inversor por modulación de ancho de pulso y hace las veces de regulador entre la batería, que genera corriente continua, y el motor eléctrico, que funciona con corriente alterna. El acumulador de energía para el motor eléctrico del Audi Q5 hybrid quattro consiste en un sistema de batería de iones de litio que sólo pesa 38 kg. Esta compacta unidad, con un volumen de 26 litros, se encuentra ubicada en una zona a prueba de impactos bajo el suelo de carga, y apenas reduce el volumen del maletero. La batería se compone de 72 celdas; con una tensión de 266 voltios, su energía nominal asciende a 1,3 kWh y su potencia a 39 KW (Megás, 2004).

La batería de iones de litio es refrigerada con aire por dos vías, en función de la demanda. Si la carga térmica es baja recibe aire acondicionado del habitáculo del vehículo a través de un ventilador. Cuando su temperatura supera un determinado valor se activa un circuito de refrigeración propio. Dicho circuito está acoplado al climatizador automático principal del vehículo y utiliza un evaporador independiente. Esta refrigeración activa de alta potencia diferencia al Audi Q5 hybrid quattro de otros muchos vehículos híbridos. El control de la climatización cuenta con una bomba de

calor altamente eficiente, que utiliza el calor residual de los componentes de alto voltaje (Megias, 2004).

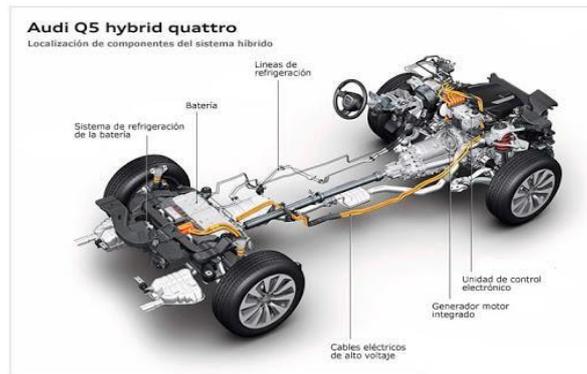


Figura 8 Componentes sistema Híbrido
Fuente: (Megias, 2004)

Usualmente las baterías híbridas trae cuatro sensores de temperatura de distribuyen a lo largo del sistema de refrigeración, uno en la zona del aire de entrada y los otros tres a lo largo de los módulos de la batería de forma que se controla uniformemente su temperatura. Una vez que el aire ha circulado por el interior de la batería.

Análisis térmico

Bajo la denominación de Análisis Térmico se engloban un conjunto de técnicas analíticas que estudian el comportamiento térmico de los materiales. Cuando un material se calienta o se enfría, su estructura cristalina y su composición química pueden sufrir cambios más o menos importantes (Holler, 2006):

- Fusión: paso del estado sólido al estado líquido
- Sublimación: paso del estado sólido al estado gaseoso
- Solidificación: paso del estado líquido al estado sólido
- Cristalización: paso al estado sólido ordenado
- Amorfización: paso al estado sólido desordenado
- Transición: cambio en su estructura cristalina
- Reacciones: de oxidación, alteración, descomposición, etc.
- Expansión y compresiones en su volumen
- Cambios texturales: sintecización, recristalización, etc.

La mayor parte de estos cambios se pueden estudiar midiendo la variación de distintas propiedades de la materia en función de la temperatura.

Así, bajo la denominación de Análisis Térmico se agrupan una serie de técnicas en las cuales se sigue una propiedad de la muestra, en una determinada atmósfera, en función del tiempo o de la temperatura cuando dicha muestra se somete a un programa de temperatura controlado. Éste puede consistir en calentar o enfriar a una

determinada velocidad, o mantener la temperatura constante, o una combinación de ambas (Holler, 2006).

Entre las técnicas de Análisis Térmico más comunes destacan:

- Termogravimetría (TG)
- Análisis Térmico Diferencial (ATD)
- Calorimetría Diferencial de Barrido (DSC, del inglés Diferencial Scanning Calorimetry)
- Análisis Termomecánico (ATM)
- Análisis Dinamomecánico (ADM)
- Termodifractometría (TDX) [ya tratada en el apartado dedicado a la DRXP]

Explicaremos a continuación dos de las técnicas mencionadas en el párrafo anterior:

La **Termogravimetría (TG)** está basada en la medida de la variación de la masa de una muestra cuando se la somete a un cambio de temperatura en una atmósfera controlada. Esta variación puede ser una pérdida o una ganancia de masa. El registro de estos cambios nos dará información sobre si la muestra se descompone o reacciona con otros componentes. La Termogravimetría puede utilizarse conjuntamente con otras técnicas, como por ejemplo ATD o DSC, ya que permiten obtener información complementaria sobre el comportamiento térmico de una muestra (Holler, 2006).

En un **Análisis Térmico Diferencial (ATD)** se somete a una variación de temperatura tanto a la muestra como a un material de referencia, que es inerte desde el punto de vista térmico, físico y químico. El ATD mide la diferencia de temperatura entre la muestra y el material de referencia, en función del tiempo (temperatura constante) o de la temperatura alcanzada en cada momento. Estas medidas se pueden realizar en condiciones ambientales o bajo una atmósfera controlada. En principio, se trata de una técnica cualitativa que permite detectar si se dan procesos endotérmicos o exotérmicos en nuestra muestra, e indica la temperatura a la cual tienen lugar estos cambios energéticos. Con un adecuado calibrado del equipamiento es posible convertir el ATD en una técnica semi-cuantitativa para poder obtener información sobre la cantidad de calor involucrado en los procesos (Holler, 2006).

6.- Temario Tentativo.

Titulo

Autores

Resumen o Abstract

Introducción

Metodología utilizada

Resultados alcanzados
Discusión o reflexión crítica
Conclusiones
Recomendaciones
Referencias bibliográficas

7.- Diseño de la investigación

7.1.- Tipo de investigación.

Investigación de campo

En este tipo de investigaciones se estudia una problemática a partir de la recolección y análisis de datos directos de la realidad, por lo que se utilizan criterios estadísticos para el procesamiento de la información recolectada. Debes desarrollar los siguientes puntos:

1. Diseño de la investigación: se debe explicar el modelo metodológico escogido, cuál es la finalidad de esa escogencia, es decir, justificarla.
2. Definición de las variables: las variables son cualidades que pueden cambiar y que su variación es medible. En una investigación de campo con sujetos las variables pueden ser: edad, sexo, estatura, peso, grado de instrucción, etc. Las variables son las propiedades que se van a tomar en cuenta para la recolección de los datos, para luego analizar, precisamente, su variabilidad.
3. Población y muestra: la población es el universo que es afectado por la problemática estudiada. Es el grupo completo seleccionado que cumple con las características que nuestro tema requiere. La muestra es una selección representativa del universo, puede ser entre un 30 o 20 % de la población y debe ser escogida con criterios estadísticos.
4. Instrumentos: herramientas o materiales utilizados para la recolección de los datos. Se debe justificar la elección resaltando aspectos como la validez y confiabilidad.
5. Procedimientos: en este punto se deben presentar de forma resumida cada uno de los pasos realizados para la recolección de los datos.
6. Análisis de los datos: se presenta la información obtenida junto con las técnicas estadísticas empleadas.

Es importante tomar en cuenta cada uno de los aspectos mencionados, porque son la sistematización de la propuesta de tu investigación. En el marco metodológico deben formalizarse definitivamente todos los objetivos propuestos en la investigación propuesta y se debe dar a conocer el cumplimiento o no de la hipótesis de la investigación (Alcivar, 2006).

7.2. Fuentes.

- **Fuentes primarias:** Ayuda de los ingenieros a cargo, ingenieros del ISTCT, datos extraídos de la maqueta interactiva, investigadores de axis y ayudantes de AXXIS.
- **Fuentes secundarias:** Libros dados por AXXIS, libro de Audi Q5 quattro, investigación de baterías híbridas, investigación de los sistemas refrigerantes, documentos sobre baterías híbridas y de alto voltaje, documentos sobre refrigeración.

7.3.- Métodos de investigación.

Se realizará un análisis térmico de la batería de alto voltaje del Audi Q5, con lo cual se pretende ver la fluctuación térmica de la batería cuando es usada de manera constante y que efectos debería tener la refrigeración en su estructura, así como funcionamiento al momento de trabajar.

Recopilar datos teóricos del vehículo para saber cuáles son las prestaciones que el vehículo tiene de fábrica y se le dieron de inicio.

Con ayuda de los manuales que se recibieron y se recibirán por parte de los técnicos de AXXIS y los conocimientos y ayuda de los ingenieros del ISTCT recopilaremos toda la información disponible sobre el Audi Q5.

Realizar unos modelados 3D de la batería para ejecutar el análisis térmico, estructural y el recorrido de su refrigeración.

Con ayuda de algunos programas de modelado y análisis térmico se recreará una estructura de batería y vehículo con lo que se pretende generar el análisis del flujo de viento y refrigeración; así como el análisis térmico de la batería.

Comprobar los datos y generación de una tabla con los que se obtuvieron del análisis.

Se comprobarán los datos de manera que se esté seguro de los resultados obtenidos para afirmar lo que pasa cuando la batería está en pleno funcionamiento.

7.4.- Técnicas de recolección de la información

Observación

Es el examen ocular, constituye el método clásico de obtención de información, permite conocer la realidad objetivamente, la percepción directa del objeto, tales como, operaciones que involucren al personal, procedimientos, procesos, entre otros (JC, 2019). Aplicado a la mera observación de las piezas y componentes que

deberíamos tratar y deducir cuáles son sus funciones y finalidad en el sistema, además de diferenciar si es o no prescindible para nuestra investigación.

Comparación o Confrontación

Acto de observar la similitud o diferencia existente entre dos o más elementos, pudiéndose citar, la comparación de resultados, contra criterios aceptables, lineamientos normativos, técnicos y prácticos establecidos, esto permite al auditor determinar la veracidad de las operaciones registradas. Se lo aplicaría al rendimiento teórico del vehículo, es decir cual según sus especificaciones debería ser el rendimiento o efectividad de la batería, contra el rendimiento y efectividad de su refrigeración al momento de usar la maqueta (vehículo didáctico) y adquirir los datos al momento de hacer las pruebas correspondientes.

Revisión selectiva

Consiste en el examen ocular rápido de los datos o partidas que conforman un universo homogéneo en ciertas áreas, actividades o documentos elaborados, con fines de separar mentalmente asuntos que no son normales (JC, 2019). Este será usado en todo momento ya que nosotros no podemos darnos el lujo de extendernos a los otros sistemas adjuntos, siendo que nos focalizaremos en la batería su funcionamiento y refrigeración; así como en la refrigeración y su modo de actuar sobre la batería.

Comprobación

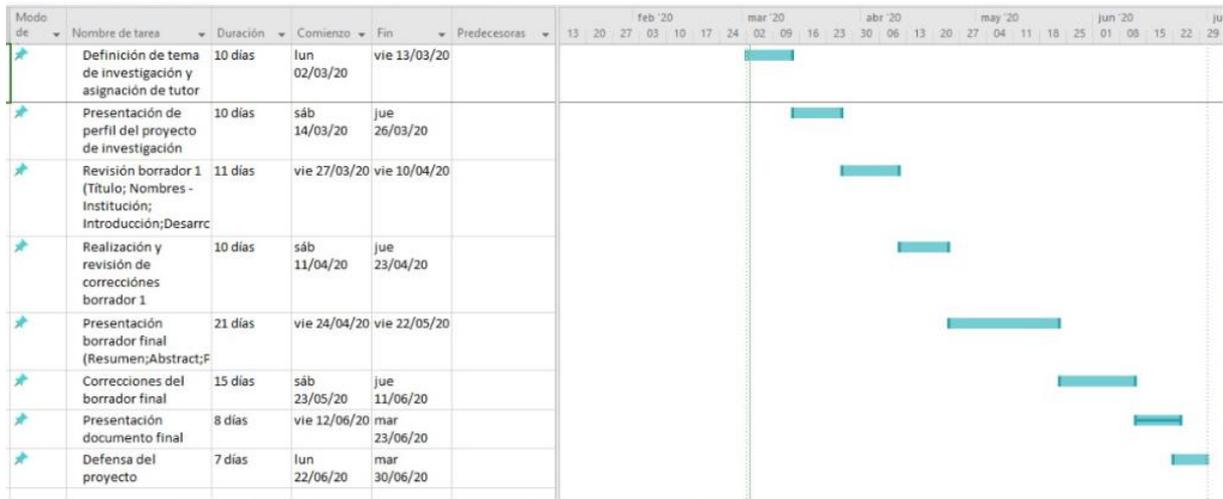
Técnica que se aplica en el curso de un examen, con el fin de corroborar la existencia, legalidad, integridad, autenticidad y legitimidad de las operaciones efectuadas por una entidad, mediante la verificación de los documentos que la justifican o sustentan una operación o transacción (JC, 2019). Este se lo utilizara al momento de crear la simulación dando diferentes parámetros para ver que este sistema repita los resultados y en caso contrario sacar una media de estos experimentos.

Análisis

Consiste en recopilar y manipular información lógica. Permite identificar y clasificar para su posterior análisis, todos los aspectos de mayor significación y que en un momento dado pueden afectar la operatividad de la entidad auditada (JC, 2019). Se lo aplicara al momento de recopilar información del vehículo didáctico y con ayuda de programas de simulación se hagan pruebas sobre la refrigeración de la batería.

8.- Marco administrativo.

8.1.- Cronograma.



8.2.- Recursos y materiales.

8.2.1.- Talento humano.

Tabla 1.
Participantes en el proyecto de investigación.

Nº	Participantes	Rol a desempeñar en el proyecto	Carrera
1	Castillo Ochoa Víctor Josué	Analista	Mecánica automotriz
2	Hurtado Paucar Victor Hugo	Analista	Mecánica automotriz
3	Ing. Edwin Guamán	Tutor	Mecánica Automotriz

Fuente: Propia.

8.2.2.- Materiales

Ítem	Recursos Materiales requeridos
1	Laptop con programas de simulación
2	Multímetros
3	Termómetros

8.2.3.-Económicos

Nº	Actividad	Costos
1	Mano de obra (propia)	160,00\$
2	Transportación	60,00\$ (cada mes)
3	Alimentación	40,00 \$ (cada mes)
4	Impresiones (B&N)	25,00\$ (cada mes)
5	Herramientas en caso de comprar	25,00 \$ (cada mes)
6	Internet	20,00 \$ (cada mes)
	TOTAL	160,00\$

8.3.- Fuentes de información

Bibliografía

- Baterías nuevas. (13 de Abril de 2019). *Que batería*. Obtenido de Que batería: <http://baterianueva.es/audi-q5-i-8r-2008-2017-baterias/>
- Fernandez, S. (31 de Enero de 2016). *FCE*. Obtenido de FCE: <https://forococheelectricos.com/2016/01/sistema-de-refrigeracion-de-labateria-del-chevrolet-bolt.html>
- García, G. (14 de diciembre de 2019). *Híbridos y eléctricos*. Obtenido de Híbridos y eléctricos: <https://www.hibridosyelectricos.com/articulo/tecnologia/enfriamiento-termoelectrico-siguiente-paso-gestion-termica-baterias/20191213105053032098.html>
- Holler, J. (28 de Septiembre de 2006). *Universidad del país vasco*. Obtenido de Universidad del país vasco: <http://www.ehu.es/imacris/PIE06/web/AT.htm>
- J.C. (04 de Septiembre de 2019). *ECU RED*. Obtenido de ECU RED: https://www.ecured.cu/T%C3%A9cnicas_de_Recolecci%C3%B3n_de_Informaci%C3%B3n#Observaci.C3.B3n
- Megas, D. (14 de Enero de 2004). *Aficionados a la mecánica*. Obtenido de Aficionados a la mecánica: <http://www.aficionadosalamecanica.net/hibridos-bosch.htm>
- Mendez, R. (30 de septiembre de 2015). *UIDE*. Obtenido de UIDE: <https://repositorio.uide.edu.ec/bitstream/37000/826/1/T-UIDE-02.pdf>
- Novillo, F. (09 de Julio de 2006). *Research gate*. Obtenido de Research gate: https://www.researchgate.net/profile/Francisco_Novillo/publication/28791646_Diseño_Implementación_Y_Análisis_De_Un_Prototipo_De_Vehículo_Híbrido/links/0912f51373b22c0957000000.pdf

Vellore Institute. (15 de ENERO de 2017). *Vellore Institute*. Obtenido de Vellore Institute: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/13641/1/UPS-CT006932.pdf>

CARRERA: MECÁNICA AUTOMOTRIZ

FECHA DE PRESENTACIÓN: 27/03/2020

APELLIDOS Y NOMBRES DEL / LOS EGRESADOS:

Castillo Ochoa Víctor Josué
Hurtado Paucar Víctor Hugo

TÍTULO DEL PROYECTO:

Análisis del sistema de refrigeración de la batería del vehículo Audi Q5, mediante simulación térmica.

ÁREA DE INVESTIGACIÓN:

Evaluación y Diagnóstico Automotriz

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Análisis de sistemas y subsistemas del vehículo

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACION:

- OBSERVACIÓN Y DESCRIPCIÓN
- ANÁLISIS
- DELIMITACIÓN.

CUMPLE

NO CUMPLE

PLANTEAMIENTO DE OBJETIVOS:

GENERALES:

REFLEJA LOS CAMBIOS QUE SE ESPERA LOGRAR CON LA INTERVENCIÓN DEL PROYECTO

SI

NO

ESPECÍFICOS:

GUARDA RELACIÓN CON EL OBJETIVO GENERAL PLANTEADO

SI

NO

MARCO TEÓRICO:

	SI CUMPLE	NO NO CUMPLE
TEMA DE INVESTIGACIÓN.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
JUSTIFICACIÓN.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ESTADO DEL ARTE.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
TEMARIO TENTATIVO.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
MARCO ADMINISTRATIVO.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

TIPO DE INVESTIGACIÓN PLANTEADA

OBSERVACIONES:

Ninguna.....
.....

MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN UTILIZADOS:

OBSERVACIONES:

Ninguna.....
.....
.....

CRONOGRAMA:

OBSERVACIONES:

Ninguna.....
.....
.....

FUENTES DE INFORMACIÓN: Sin novedad
.....

RECURSOS:

	CUMPLE	NO CUMPLE
HUMANOS	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ECONÓMICOS	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
MATERIALES	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

PERFIL DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Aceptado

Negado

el diseño de investigación por las siguientes razones:

- a)
- b)
- c)

ESTUDIO REALIZADO POR EL DIRECTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN:

NOMBRE Y FIRMA DEL DIRECTOR:



27 03 2020

FECHA DE ENTREGA DE ANTEPROYECTO