

Universidad Internacional del Ecuador



Facultad de Ciencias Técnicas

Escuela de Ingeniería Mecánica Automotriz

Trabajo de Integración Curricular

para la obtención del Título de Ingeniera en Mecánica Automotriz

Reacondicionamiento de sistema de refrigeración de sistema eléctrico de un
Toyota Prius año 2009

Nombre del Autor

Espinosa Jácome Cristian Sebastián

García Medrano André Sebastián

Director: Ing. Corrales Zurita Luis Fabricio

Codirector: Ing. Iñiguez Izquierdo Juan Fernando

Quito, Junio 2025

CERTIFICACIÓN

Yo, Espinosa Jácome Cristian Sebastián y García Medrano André Sebastián, egresado de la Escuela de Ingeniería Automotriz de la Universidad Internacional del Ecuador, declaro de manera libre y voluntaria que, el estudio y redacción del presente trabajo es de mi total autoría, así como las expresiones y deducciones vertidas en el mismo; además certifico que, este trabajo de investigación no ha sido presentado anteriormente en ningún escrito de cualquier índole y que la bibliografía ha sido recopilada, analizada y citada de acuerdo a los requerimientos necesarios para respetar su debida autoría.

Por lo anteriormente expuesto, comparto los derechos de propiedad intelectual y publicación con la Universidad Internacional del Ecuador, para que sea publicado y/o divulgado por los medios que se considere necesarios, así también le otorgo potestad para que emplee todo el contenido de este estudio como fuente bibliográfica para temas educativos y para investigaciones futuras.



CRISTIAN SEBASTIAN ESPINOSA JACOME

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "André Sebastian", with a horizontal line extending from the end.

ANDRÉ SEBASTIAN GARCIA MEDRANO

Certifico que este trabajo de integración curricular fue desarrollado por CRISTIAN SEBASTIAN ESPINOSA CALDERON Y ANDRÉ SEBASTIAN GARCIA MEDRANO, bajo mi supervisión.



ING. LUIS FABRICIO CORRALES ZURITA

DIRECTOR

DEDICATORIA

Dedico este trabajo, con profundo respeto y gratitud, a Dios, por ser guía constante en cada paso de este proceso; a mis padres, por su inquebrantable apoyo, por los valores inculcados y por su ejemplo de esfuerzo y perseverancia; a mi familia, cuyo aliento y comprensión fueron fundamentales en los momentos de mayor exigencia; a mis amigos, por su compañía sincera y palabras de ánimo en los momentos oportunos; y a todas aquellas personas que, directa o indirectamente, contribuyeron a la culminación de esta etapa académica. A cada uno, mi más sincero agradecimiento

AGRADECIMIENTO

Expreso mi más sincero agradecimiento a Dios, por brindarme fortaleza y sabiduría durante todo este proceso; a mis padres y familia, por su amor incondicional, apoyo constante y por ser mi principal fuente de motivación; al director de esta tesis, Ing. Fabricio Corrales, por su valiosa guía, compromiso y exigencia académica, que fueron fundamentales para la realización de este trabajo; a los docentes que formaron parte de mi formación profesional, por compartir sus conocimientos y experiencias con dedicación; a mis compañeros y amigos, por su compañía, colaboración y palabras de aliento en los momentos necesarios; y a todas las personas e instituciones que, de una u otra manera, contribuyeron a la culminación de esta etapa, les expreso mi más profundo y respetuoso agradecimiento.

ÍNDICE GENERAL

<i>Certificación</i>	<i>ii</i>
<i>Dedicatoria</i>	<i>iii</i>
<i>Agradecimiento</i>	<i>iv</i>
<i>Índice general</i>	<i>v</i>
<i>Índice de tablas</i>	<i>viii</i>
<i>Índice de Figuras</i>	<i>ix</i>
<i>Capítulo I</i>	<i>1</i>
PLANTEAMIENTO	1
1.1 RESUMEN	1
1.2 ABSTRACT	2
1.3 INTRODUCCION	3
1.4 Planteamiento, formulación y sistematización del problema	4
1.5 Objetivos	4
1.5.1 Objetivo general.....	4
1.5.2 Objetivo específico	4
1.6 Justificación	5
1.6.1 Justificación teórica.....	5
1.6.2 Justificación metodológica	5
1.7 Delimitación	5
1.7.1 Delimitación temporal.....	5
1.7.2 Delimitación geográfica	5
1.7.3 Línea de investigación.....	6
<i>Capítulo II</i>	<i>7</i>

Fundamentación teórica.....	7
2.1. Vehículos híbridos	7
2.1.1. Ventajas y desventajas	7
2.2. Sistema de refrigeración.....	7
2.2.1. Funcionamiento de los componentes del sistema	8
2.3. Reacondicionamiento vehicular	9
2.3.1. Características del reacondicionamiento	10
2.3.2. Comparativa entre el reacondicionamiento, reemplazo y la reparación	10
2.3.3. El reacondicionamiento en vehículos híbridos	11
2.4. Economía circular	13
2.5. Beneficios de la economía circular.....	14
2.5.1. Beneficios ambientales.....	14
2.5.2. Beneficios económicos.....	14
2.2.4. Beneficios sociales.....	14
2.7. Toyota Prius.....	16
2.7.1. Sistema de refrigeración.....	17
2.7.2. Componentes del sistema de refrigeración	18
2.7.3. Fallas del sistema de refrigeración	18
2.7.4. Refrigeración de la batería	19
2.8. Estrategias y tecnologías para un reacondicionamiento	20
2.9. Condiciones operativas y climáticas en Ecuador	23
Capítulo III.....	25
materiales y métodos	25
3.1. Materiales.....	25
3.1.1. Material bibliográfico.....	25
3.1.2. Vehículo de prueba	25

3.1.3.	Escáner OBD2.....	26
3.1.4.	Normativas aplicadas	27
3.1.5.	Herramientas	28
3.2.	Método	29
3.2.1.	Inspección técnica.....	30
3.2.2.	Diagnósticos electrónicos con equipos técnicos	32
Capítulo IV.....		40
Analisis de resultados.....		40
4.1.	Análisis	40
1.8	Discusión	43
Conclusiones		46
Recomendaciones.....		48
Referencias.....		49
Anexos		52

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Comparativa entre reacondicionamiento, reemplazo y reparación.....	11
Tabla 2: Tipo de reacondicionamiento en componentes de autos híbridos	12
Tabla 3: Ciclo de vida.....	16
Tabla 4: Componentes del sistema de refrigeración	18
Tabla 5: Falla del sistema de refrigeración	18
Tabla 6: Problemas en el sistema de ventilación de la batería	20
Tabla 7: Estrategias para un reacondicionamiento	21
Tabla 8: Equipos para el reacondicionamiento	22
Tabla 9: Viabilidad técnica y económica.....	23
Tabla 10: Especificaciones del Toyota Prius	26
Tabla 11. Comparativa entre batería antigua y batería repotenciada	36
Tabla 12. Comparativa entre refrigerante 50/50 y refrigerante 60/40 de Toyota Prius	38
Tabla 13. Comparativa entre los sistemas	42
Tabla 14. Acciones	44

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Sistema de refrigeración	8
Figura 2: Refrigerante.....	9
Figura 3: Economía Circular	13
Figura 4: Ciclo de vida de un auto.....	15
Figura 5: Enfriamiento del motor de combustión interna	17
Figura 6: Enfriamiento del sistema eléctrico.....	17
Figura 7: On Board Diagnostocs II – OBD2.....	27
Figura 8: Inspección visual	30
Figura 9: visualización de conectores.....	30
Figura 10: Oxidaciones en componentes.....	31
Figura 11: Visualizaciones de la parte eléctrica	31
Figura 12: Pruebas con el OBD2	32
Figura 13: Resultados en la OBD2.....	32
Figura 14: Toma de mediciones con multímetro.....	33
Figura 15: Refractómetro 50.50	37
Figura 16: Conexión para la toma de resultados	39
Figura 17: Ruta de análisis	39
Figura 18: Análisis DCT.....	40
Figura 19: Estado de la batería.....	40
Figura 20: Análisis de la temperatura en el sistema antiguo	41
Figura 21: analisis con nuevo sistema	41
Figura 22: Elevaciones por cada Km recorrido	42
Figura 23: Distancia, duración y elevación total.....	43

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO

1.1 RESUMEN

El presente trabajo de investigación está centrada en el reacondicionamiento de los sistemas de refrigeración del sistema eléctrico de un Toyota Prius año 2009, pues con la creciente demanda de los vehículos híbridos en el Ecuador sí se podido resaltar la importancia que resulta de comprender y de poder mantener estos sistemas de gestión térmica sobre todo aquellos sistemas de refrigeración que pueden afectar a la eficiencia y a la adorable unidad de ciertos componentes que se encuentra en el interior como es el inversor y la batería. El estudio evalúa el estado actual en el que se encuentran los sistemas de refrigeración del Toyota Prius en el que se puede identificar las fallas más comunes que pueden llegar a comprometer la eficiencia energética y la vida útil. Examinando tecnologías y considerando estrategias que sirvan para reacondicionar este tipo de sistemas se consideró aspectos como la viabilidad técnica y económica que estén adecuadas al contexto ecuatoriano. Recuerda realizó una readecuación del sistema y se lo analizó poniéndolo en marcha recorriendo distancias de unos 42 km aproximadamente, en los que existía presencia de pendientes esto para verificar si la temperatura interna se elevaba y permitía un rango adecuado, se verificó que la temperatura llegó de unos 90 100 °C que de acuerdo con las investigaciones es un valor adecuado para que funcione. Con lo que se concluye que el reacondicionamiento resulta una opción viable tanto técnica como económicamente que permite prolongar la vida útil de los sistemas eléctricos de esta forma se logra adaptar a las necesidades locales

Palabras clave: reacondicionamiento, sistema de enfriamiento, fallas térmicas

1.2 ABSTRACT

This research focuses on the reconditioning of the cooling systems of the electrical system of a 2009 Toyota Prius. The growing demand for hybrid vehicles in Ecuador has highlighted the importance of understanding and maintaining these thermal management systems, especially those that can affect the efficiency and reliability of certain components inside, such as the inverter and the battery. The study evaluates the current state of the Toyota Prius cooling systems and identifies the most common faults that can compromise energy efficiency and service life. By examining technologies and considering strategies for reconditioning these types of systems, aspects such as technical and economic feasibility and appropriateness for the Ecuadorian context were taken into account. Remember, the system was retrofitted and tested, running it for approximately 42 km on slopes to verify if the internal temperature was rising and allowing for an adequate range. It was found that the temperature reached approximately 90-100°C, which, according to research, is an adequate value for operation. It is concluded that retrofitting is a technically and economically viable option that extends the lifespan of electrical systems and thus adapts to local needs.

Keywords: retrofitting, cooling system, thermal failures

1.3 INTRODUCCION

La creciente demanda en la actualización de vehículos híbridos en el país ha logrado traer consigo la necesidad de poder comprender mejor los sistemas que puedan garantizar un correcto funcionamiento sobre todo en aquellos que se relacionan con la gestión térmica. Los sistemas de refrigeración que se encuentran en los sistemas eléctricos sobre todo logran desempeñar papeles importantes en lo que respecta a la eficiencia y la durabilidad de ciertos componentes como el inversor y la batería. Para el caso del Toyota Prius 2009, que es considerado uno de los modelos que más se ha logrado distribuir en el país, el tipo de mantenimiento y el de acondicionamiento de este sistema en particular se ha vuelto importante pues muchas de las unidades ya han sobrepasado la década de utilización a nivel operativo.

Este caso de estudio está centrado en la evaluación del estado actual de los sistemas de refrigeración en el sistema eléctrico del Toyota Prius, identificando aquellas fallas que más se generan y logran afectar el desempeño. Este tipo de fallas no sólo logran comprometer la eficiencia energética pues muchas ocasiones logran ocasionar sobrecalentamientos que logran reducir la vida útil de ciertos componentes internos. Entender y analizar las causas y el tipo de consecuencias que estas fallas provocan, logrará permitir que se puede establecer ciertos criterios técnicos para la corrección y la prevención.

También se ha podido examinar la utilización de diferentes tecnologías y estrategias que sirva para reacondicionar estos sistemas de refrigeración, considerando sobre todo la viabilidad técnica y económica en estos aspectos, todo esto para poder realizar una identificación que sea sostenible a la realidad del país. Estas evaluaciones se realizan tomando en cuenta una disponibilidad en aspectos de suma importancia como los repuestos, la capacitación técnica local y condiciones ambientales particulares en diferentes regiones.

Finalmente, la investigación propondrá planes técnicos sobre un reacondicionamiento que esté más orientado a una optimización en la refrigeración del sistema eléctrico, logrando reducir los riesgos de fallas térmicas y mejorando los rendimientos generales del vehículo. Al considerar entornos climáticos así también como la utilización que se le da a este modelo en especial, se busca también ofrecer una guía útil que pueda utilizarse en servicios técnicos para poder fomentar prácticas adecuadas que logren alargar la vida útil del vehículo y promuevan una confiabilidad.

1.4 Planteamiento, formulación y sistematización del problema

El sistema de refrigeración del sistema eléctrico en vehículos híbridos es un factor clave para garantizar su eficiencia y durabilidad, ya que un control térmico inadecuado puede generar sobrecalentamiento, reducción del rendimiento y fallos prematuros en los componentes eléctricos. Sin embargo, muchos de estos sistemas presentan deficiencias debido al desgaste, el diseño inicial o la falta de mantenimiento adecuado, lo que afecta su funcionalidad y la vida útil del vehículo. En este contexto, surge la necesidad de investigar estrategias de reacondicionamiento que permitan optimizar la refrigeración del sistema eléctrico, reduciendo el impacto del calor y mejorando su desempeño. Así, la presente busca responder a la pregunta: ¿Cómo puede el reacondicionamiento del sistema de refrigeración mejorar la eficiencia y confiabilidad del sistema eléctrico en vehículos híbridos? Para abordar esta problemática, se analizarán las principales causas de ineficiencia térmica, se evaluarán diferentes alternativas de reacondicionamiento y se propondrán soluciones viables que contribuyan al mejor rendimiento y seguridad del sistema eléctrico de estos vehículos

1.5 Objetivos

1.5.1 Objetivo general

Analizar y proponer estrategias de reacondicionamiento del sistema de refrigeración del sistema eléctrico en vehículos híbridos en Ecuador, con el fin de mejorar su eficiencia, confiabilidad y prolongar la vida útil de los componentes eléctricos, considerando las condiciones climáticas y el contexto técnico del país

1.5.2 Objetivo específico

- Analizar las fallas más comunes en los sistemas de refrigeración de los vehículos híbridos y su impacto en la eficiencia y vida útil del sistema eléctrico.
- Evaluar diferentes estrategias y tecnologías de reacondicionamiento del sistema de refrigeración para determinar su viabilidad técnica y económica en el contexto ecuatoriano.
- Identificar los principales factores que afectan el desempeño del sistema de refrigeración del sistema eléctrico en vehículos híbridos en Ecuador, considerando las condiciones climáticas y operativas del país.

1.6 Justificación

1.6.1 Justificación teórica

La justificación teórica de esta investigación se fundamenta en la importancia del sistema de refrigeración en los vehículos híbridos, el cual es crucial para mantener la eficiencia y prolongar la vida útil de los componentes eléctricos. Diversos estudios han demostrado que el sobrecalentamiento en los sistemas eléctricos y de baterías puede reducir significativamente su desempeño y generar fallos prematuros, lo que impacta negativamente en la operación del vehículo y en su costo de mantenimiento. Desde un enfoque técnico, la termodinámica y la transferencia de calor juegan un papel fundamental en el diseño y funcionamiento de los sistemas de refrigeración, permitiendo comprender cómo la disipación del calor afecta la eficiencia energética. Asimismo, la ingeniería automotriz ha desarrollado diversas estrategias para optimizar estos sistemas, desde el uso de refrigerantes más eficientes hasta innovaciones en sistemas de enfriamiento activo y pasivo. En el contexto ecuatoriano, donde las condiciones climáticas varían y pueden afectar el rendimiento térmico de los vehículos híbridos, es esencial estudiar soluciones de reacondicionamiento que sean viables y adaptables a las necesidades locales. La presente investigación se basa en principios de eficiencia energética, sostenibilidad y mantenimiento automotriz, aportando conocimiento técnico que puede servir como referencia para futuras mejoras en la industria automotriz del país.

1.6.2 Justificación metodológica

La justificación metodológica se basa en un enfoque mixto, combinando métodos cuantitativos y cualitativos. Se medirá temperatura, eficiencia energética y consumo eléctrico antes y después del reacondicionamiento para evaluar su impacto. Además, se aplicarán encuestas y entrevistas a expertos en electromovilidad para identificar fallas y posibles mejoras. Esta metodología garantizará resultados confiables y aplicables al contexto ecuatoriano.

1.7 Delimitación

1.7.1 Delimitación temporal

La elaboración del artículo llevará un tiempo de 3 meses es decir 12 semanas.

1.7.2 Delimitación geográfica

La investigación se la realizara en la ciudad de Quito

1.7.3 Línea de investigación

La investigación se enmarca en la línea de Eficiencia Energética y Sistemas de refrigeración en Vehículos Híbridos, abordando el reacondicionamiento térmico para optimizar el rendimiento y la vida útil del sistema eléctrico en el contexto ecuatoriano.

CAPÍTULO II

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1. Vehículos híbridos

Son tipos de vehículos que pueden funcionar por medio de 2 motores, un motor que funciona por medio de la combustión interna por medio de un combustible fósil y otro motor que es alimentado por medio de baterías. Entre las principales características Tipo de automotores es el menor consumo de combustible fósil y mínimos porcentajes en la emisión de gases que son nocivos para el medio ambiente.

2.1.1. Ventajas y desventajas

Al realizar este análisis de los vehículos híbridos hay que tener en cuenta que las ventajas que ofrecen son mayores a las desventajas, pues dentro de las ventajas tenemos:

- Una considerable reducción en el consumo de los combustibles si se lo compara con vehículos de combustión interna
- Emiten una menor contaminación sonora que los convencionales.
- Reducción considerable de los gases nocivos que se emiten al medio ambiente

Mientras que las desventajas se tienen:

- Un costo más elevado en mantenimiento y reparaciones sobre todo el reemplazo de ciertos componentes como la batería
- Suelen tener más peso neto que un auto convencional, por estar conformado por piezas considerablemente pesadas (Vega , 2019).

2.2. Sistema de refrigeración

El sistema de refrigeración de los autos es un tipo de conjunto que está conformado por diferentes componentes, para poder mantener una temperatura adecuada del motor dentro de un tipo de rango adecuado de funcionamiento. La principal función que tiene es la de poder disipar el calor que se genera producto de la combustión interna o de los componentes eléctricos que se encuentran ahí, de esta forma se logra evitar un sobrecalentamiento interno. Este tipo de sistemas incluyen elementos de vital importancia como el radiador. La bomba del agua, termostatos, refrigerantes y mangueras que conjuntamente trabaja para que se pueda producir una circulación del fluido refrigerante por medio del motor y de esta forma disipar de forma adecuada el calor al exterior.

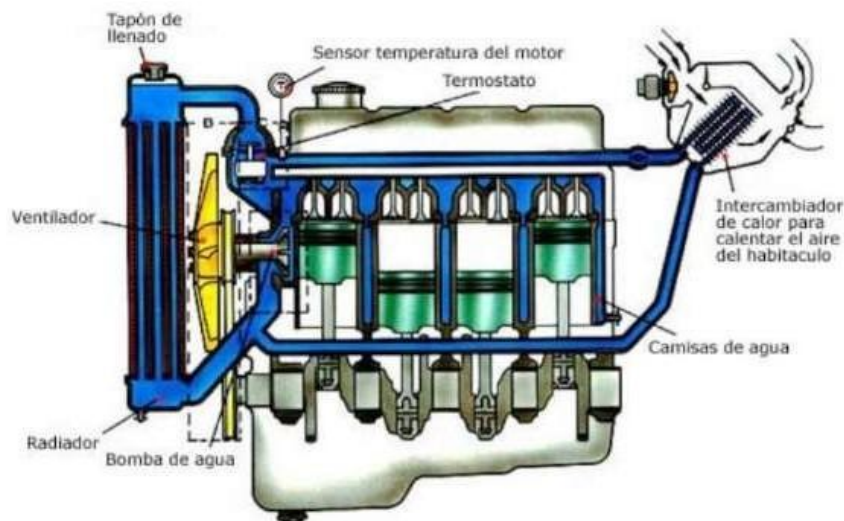


Figura 1: Sistema de refrigeración

Fuente: (repsaautocentro, 2023)

En los vehículos híbridos este sistema de refrigeración resulta ser algo más complejo que en los que utilizan combustible fósil, pues se debe enfriar adecuadamente al motor de combustión como los sistemas eléctricos internos que por lo general son de alto voltaje. Los componentes que se pueden encontrar son el inversor, el convertidor de potencia, y ciertamente la batería que almacena la energía. En algunos casos estos elementos logran tener su propio sistema de refrigeración de esta forma se puede garantizar un control térmico mucho más preciso y seguro para poder evitar alguna falla.

2.2.1. *Funcionamiento de los componentes del sistema*

Los sistemas de refrigeración que están integrados en los automóviles son sistemas complejos que están compuestos por varios elementos para regular la temperatura del motor. Por ende, la función principal corresponde a disipar el calor generado en exceso en el motor, cuando el motor entra en funcionamiento comienza a incrementar la cantidad de calor es ahí cuando el sistema de refrigeración logra circular un refrigerante que por lo general es un tipo de mezcla entre el agua y anticongelante por medio del radiador y del motor. Al pasar este refrigerante por medio del motor logra absorber el calor que se produce en la combustión, viajando hasta el radiador en donde comienza a disiparse en el aire circundante. Este líquido refrigerante de los motores es el componente de gran importancia en estos sistemas al lograr absorber el calor del motor y transferirlo hacia el radiador, además sus propiedades de las propiedades de transferencia de calor que posee también logran un tipo de protección contra la corrosión que suele producirse en el interior del sistema de refrigeración (autofact, 2024).

El radiador logra actuar como un tipo de intercambiador de calor, a su vez la bomba de agua es la que permite la circulación del refrigerante. El termostato permite una regulación adecuada del flujo del refrigerante de esta forma se asegura que el motor tenga una temperatura adecuada para poder funcionar. Mientras que las mangueras son las que se encargan de poder transportar este refrigerante por todo este sistema.



Figura 2: Refrigerante

Fuente: (repsautocentro, 2023)

En vehículos modernos se suelen incorporar ciertos componentes de forma adicional como ventiladores para una refrigeración o depósitos que permitan una expansión. los ventiladores permiten una mejor disipación del calor sobre todo cuando el vehículo se encuentra parado o ha excedido a la carga permitida. Por otro lado, los depósitos de expansión logran permitir expansiones y contracciones que se generan por parte del refrigerante a medida que éste comience a calentarse y enfriarse, logrando garantizar mejores suministros (autofact, 2024).

2.3. Reacondicionamiento vehicular

El reacondicionamiento vehicular es un conjunto de técnicas por el cual se pueden restaurar reparar o actualizar diferentes componentes de un vehículo ya sea porque hayan sufrido algún tipo de falla o desgaste durante su vida de operación, todo esto se lo realiza con la finalidad de poder mejorar la funcionalidad original o incluso mejorarla en ciertos casos. Este tipo de procedimientos no implica que se reemplace todo el sistema más bien se trata de intervenir con forma precisa aquellas partes que sean defectuosas de esta forma se puede extender la vida útil de los vehículos además de reducir costos operativos que se producen por el mantenimiento.

A diferencia del mantenimiento preventivo o correctivo el reacondicionamiento está más enfocado en poder rehabilitar completamente las partes más críticas del automóvil, por lo general estos sistemas son los eléctricos, de refrigeración, de suspensión o de transmisión. En muchos casos los componentes que han sido reacondicionados se los puede someter a pruebas para poder determinar y comprobar el rendimiento y la calidad que puedan aseverar una fiabilidad durante la operación, y verificando adecuadamente su funcionalidad.

2.3.1. Características del reacondicionamiento

El reacondicionamiento vehicular presenta una serie de características al momento de realizar este tipo de procesos en el interior del automóvil como lo son:

- Recuperación funcional: al realizar el reacondicionamiento se puede lograr una restauración de partes que están defectuosas para que puedan cumplir la función de las piezas originales
- Evaluación técnica: para realizar este proceso no es necesario iniciar con una serie de diagnósticos profundos acerca del estado actual en el que se encuentra el sistema o la parte que se quiere adecuar
- Sustitución parcial de componente: por lo general sólo se cambian aquellas partes internas que se encuentren deterioradas o desgastadas por la utilización
- Verificación con pruebas: es necesario realizar pruebas que puedan validar la calidad de este reacondicionamiento
- Reducción de costos: implica una reducción de materiales nuevos y por lo tanto se disminuye el impacto ambiental disminuyendo los residuos automotrices que suelen generar los componentes dañados
- Aplicaciones versátiles: este tipo de procesos se lo puede aplicar a diferentes sistemas de vehículos convencionales o híbridos

2.3.2. Comparativa entre el reacondicionamiento, reemplazo y la reparación

Al momento de realizar el reemplazo, la reparación y el condicionamiento existen ciertas diferencias entre estos 3 tipos de técnicas que se le aplican a los componentes de los autos que se los explique en la siguiente tabla.

Tabla 1: Comparativa entre reacondicionamiento, reemplazo y reparación

Aspecto	Reacondicionamiento	Reemplazo completo	Reparación puntual
Costo	Media	Alta	Baja
Durabilidad esperada	Alto (cercana a un nuevo componente)	Alto	Medio
Nivel de intervención	Parcial, profunda y técnica	Total	Superficial localizada
Sostenibilidad	Alta (reutiliza materiales)	Baja (mayor generación de residuos)	Media
Tiempo de ejecución	Medio	Alto	Bajo
Aplicación recomendada	Sistemas complejos con repuestos costosos	Cuando el daño es total o irreparable	Daños simples o superficiales
Ejemplos	Motor, batería híbrida, sistema de refrigeración	Caja de cambios completa, unidad de control	Cambio de sensor, reparación de manguera

Fuente: (Alarcon y Tirado, 2019)

2.3.3. *El reacondicionamiento en vehículos híbridos*

En los autos híbridos este tipo de procedimiento técnico se lo realiza para poder

restaurar componentes que son esenciales en los sistemas híbridos a un estado más adecuado, por lo general se lo aplica a componentes como la batería, los inversores, los sistemas de refrigeración eléctrico o unidades de control híbrido, que debido al paso del tiempo y a localización comienzan a sufrir ciertos desgastes o fallas en la utilización.

A diferencia de los vehículos convencionales los autos híbridos pueden combinar sistemas eléctricos y mecánicos lo que los hace aún más complejos para poder realizar un mantenimiento adecuado, en el caso de los reacondicionamientos requieren conocimientos más especializados y herramientas que permitan trabajar con componentes considerando la alta tensión y los equipos electrónicos de potencia (Ortega y Peralta, 2020).

Tabla 2: Tipo de reacondicionamiento en componentes de autos híbridos

Componente	Problemas comunes	Tipo de reacondicionamiento	Ventajas del reacondicionamiento
Radiador del inversor	Corrosión, fugas, obstrucciones	Limpieza química, sellado o sustitución parcial	Restaura la transferencia térmica sin cambiar todo el módulo
Bomba de agua eléctrica	Falla de motor interno, bajo flujo, ruidos	Sustitución de partes internas (motor, baleros, sensores)	Evita reemplazo completo, reduce costos
Ventilador de enfriamiento	Desgaste, acumulación de polvo, fallas eléctricas	Limpieza profunda, cambio de motor o aspas dañadas	Mejora el flujo de aire, mantiene temperatura estable
Sensor de temperatura	Lecturas inexactas, fallas intermitentes	Revisión electrónica, cambio de termistor	Restablece el control térmico preciso
Refrigerante (coolant)	Contaminación, pérdida de propiedades	Drenaje, limpieza del sistema y reposición con fluido nuevo	Mejora el enfriamiento y protege componentes internos
	Mangueras y	conexiones	

Grietas, fugas, pérdida de presión	Inspección visual, sellado o cambio de tramos específicos	Reduce riesgo de sobrecalentamiento o fuga de refrigerante
--	--	--

Fuente: (Ortega y Peralta, 2020)

2.4. Economía circular

La economía circular es ese tipo de modelo de producción y del consumo que pretende reducir la cantidad de desperdicios extendiendo la vida útil de los productos y logrando la reutilización de recursos, el mayor tiempo que sea posible. Se logra diferenciar del modelo económico tradicional o conocido como economía lineal que sigue un esquema en el que se basa en extraer, producir, utilizar y eliminar. Este tipo de economía circular logra proponer ciclos más cerrados y sostenibles (Sordo, 2023).



Figura 3: Economía Circular

Fuente: (Sordo, 2023)

Este tipo de economía circular aplicado en sectores industriales y más en el automotriz cobra una gran relevancia todo esto debido a los costos elevados y la complejidad en la reparación técnica de los componentes eléctricos. Lograr reacondicionar los sistemas de refrigeración en los sistemas eléctricos puede convertirse en alternativas técnicas y ambientales responsables para extender la vida útil de vehículos sin comprometer el desempeño en el uso cotidiano.

En el país los recursos técnicos y a nivel económico resultan ser limitados con la aplicación de estrategias sobre la economía circular en estos mantenimientos automotrices se puede ofrecer ventajas como la de poder minimizar el costo de operación y disminuir el impacto ambiental que suele estar asociado al utilizar repuestos nuevos. Al poder reutilizar estas piezas existentes y aprovechando los conocimientos técnicos locales, los reacondicionamientos pueden convertirse en soluciones viables para prolongar la vida útil de sistemas eléctricos en vehículos híbridos (Portilla, 2022).

2.5. Beneficios de la economía circular

Dentro de la economía circular se puede identificar 3 tipos de beneficios asociados a la práctica de este proceso como lo son los beneficios: ambientales económicos y sociales (camaravalencia, 2023).

2.5.1. Beneficios ambientales

Una de las más importantes es la reducción en la producción de residuos, pues al promover la reutilización el reciclaje y reacondicionamientos se puede disminuir notablemente la cantidad de residuos que se eliminan y se votan en vertederos que contamina el medio ambiente. Se logra un menor consumo en diferentes recursos naturales, pues se logra reducir notablemente la extracción de materias primas con esto se puede conservar ecosistemas y biodiversidad que se ven afectadas (camaravalencia, 2023).

La disminución de contaminantes por emisiones que llegan a producirse por producir menor cantidad de productos en masa nuevos, y lograr aprovechar los que ya existen, logra menor emisión de co2 y poder reducir la huella de carbono que se genera, con esto también se puede controlar de mejor manera la utilización de ciertas sustancias tóxicas que contamina el agua, la tierra e inclusive el aire (camaravalencia, 2023).

2.5.2. Beneficios económicos

Se puede reducir notablemente el costo en la producción que está direccionado a la reutilización de diferentes componentes y materiales que suele ser más económico para lograr producir nuevos componentes de deseo. Además, que pueden abrirse modelos de negocios asociados a la reparación reciclaje o reacondicionamiento de diferentes sistemas operativos (camaravalencia, 2023).

Se obtiene más eficiencia en algunos recursos como el energético y de procesos que aumenta sustancialmente la rentabilidad de las diferentes empresas. Fomentando un desarrollo en tecnologías y soluciones que puedan ser más duraderas y eficientes (camaravalencia, 2023).

2.2.4. Beneficios sociales

Se puede generar nuevos puestos en trabajos que estén asociados a reparaciones, recicladoras, mantenimientos, entre otras que estén asociadas a esta economía circular. Se crean accesos a productos que tengan menor costo pues al reutilizarlos se vuelven más

accesibles a otro tipo de personas que tengan menos recursos económicos (camaravalencia, 2023).

También, esta economía propone un tipo de educación y cultura medioambiental logrando promover una conciencia acerca del consumo responsable y sostenibilidad en el medio ambiente, de esta forma se logra impulsar economías circulares de pequeña escala, logrando un mayor apoyo en un desarrollo local y que se puede reducir una dependencia a importaciones de países industrializados (camaravalencia, 2023).

2.6. Ciclo de vida de un automóvil y su impacto medio ambiental

El ciclo de vida que tiene un automóvil está definido por las etapas que logra pasar desde la fabricación hasta la eliminación final, en todas estas etapas se tienen ciertos impactos sobre todo a nivel ambiental que por lo general se analiza bajo el enfoque de análisis de ciclo de vida ACV, que es un tipo de herramienta que se lo utiliza para poder evaluar el grado de impacto que tiene un producto en el medio ambiente (Oda et al., 2022).



Figura 4: Ciclo de vida de un auto

Fuente: (Oda et al., 2022)

Los ciclos de vida que paseo en automóvil se los describe en una tabla en las que se analiza la descripción y los impactos ambientales que llegan a producir

Tabla 3: Ciclo de vida

Etapas	Impactos Ambientales Producido
Extracción de materias primas	Degradación en la tierra - Altas emisiones de CO ₂ - Contaminación de agua y aire
Fabricación	Consumo intensivo de energía y agua - Emisión de GEI - Generación de residuos industriales
Transporte y distribución	Uso de combustibles fósiles - Emisiones por transporte terrestre o marítimo
Utilización	Emisión de gases contaminantes (CO ₂ , NO _x) – Mayor consumo de combustibles o electricidad
Final de vida útil	Acumulación de residuos - Posible contaminación de suelos y aguas - Oportunidad de reciclaje

Fuente: (Oda et al., 2022)

El impacto ambiental que se tiene de este ciclo de vida se genera en porcentajes que va entre el 20 y el 30% en las etapas de extracción y fabricación, Mientras que el mayor impacto que va alrededor del 60 y 70% se presenta en la fase de utilización sobre todo en aquellos vehículos que funcionan por medio de combustión esto ocasionado por el consumo del combustible fósil y de las emisiones producto de este proceso. En la gestión de fin de vida útil se logran presentar oportunidades para la aplicación en economía circular esto por medio del reciclaje de metales la reutilización de diferentes componentes y una reducción en los residuos producto de la eliminación (Oda et al., 2022).

2.7. Toyota Prius

El modelo de automóvil que se eligió para realizar este análisis es el Toyota Prius 2009 que es considerado uno de los modelos más emblemáticos dentro de esta gama de vehículos híbridos de la compañía Toyota, que se destaca principalmente por la eficiencia energética que presenta, además de un mínimo impacto ambiental y la fiabilidad tecnológica que

presenta en sus componentes. Una de las principales claves para el rendimiento que este auto posee se encuentra en el sistema hybrid synergy drive, que se caracteriza por la combinación

entre un motor de combustión interna que funciona a gasolina con uno eléctrico que almacena la energía en alguna batería interna, que se encuentran coordinados entre sí por medio de un control electrónico además de que están respaldados por un sistema de refrigeración especializado, para sistemas (toyota, 2024).

2.7.1. Sistema de refrigeración

Este tipo de modelo cuenta con 2 tipos diferentes de sistemas de refrigeración que se encuentran separados entre sí:

- Primero es para el enfriamiento del motor de combustión interna, que es algo similar al de los autos convencionales

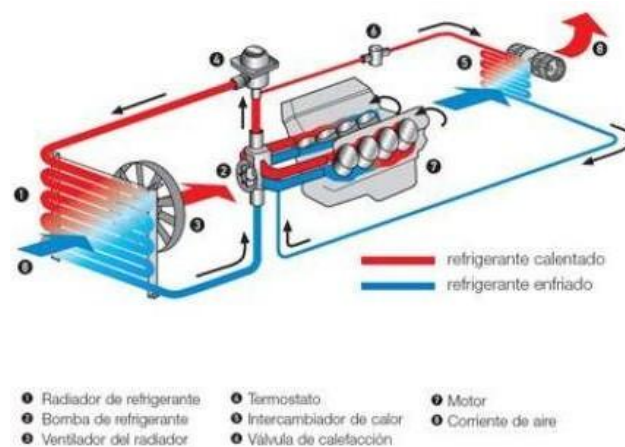


Figura 5: Enfriamiento del motor de combustión interna

Fuente: (opinautos, 2021)

- Segundo es exclusivamente para la parte del sistema eléctrico, en el que se incluye el inversor el motor eléctrico y el convertidor

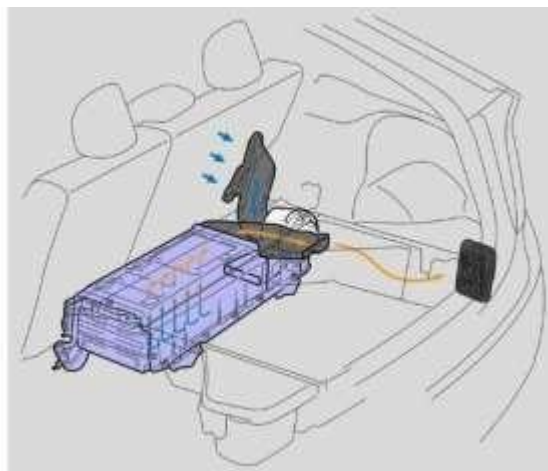


Figura 6: Enfriamiento del sistema eléctrico

Fuente: (motorpasion, 2022)

2.7.2. Componentes del sistema de refrigeración

El sistema de refrigeración del Toyota cuenta con componentes que compren la función en conjunto de disipar el calor que se genera durante la operación y funcionamiento del automóvil (Erazo et al., 2020).

Tabla 4: Componentes del sistema de refrigeración

Componente	Función principal
Radiador del inversor	Disipa el calor que se generado por el inversor de potencia
Bomba de agua eléctrica	Logra circular el refrigerante del inversor
Sensor de temperatura	Detecta variaciones térmicas y activa el ventilador
Ventilador	Enfría batería híbrida (montado cerca del asiento trasero)
Conductos y mangueras	Transportan el fluido refrigerante

Fuente: (Erazo et al., 2020)

2.7.3. Fallas del sistema de refrigeración

Como todo sistema está compuesto de componentes tiende a presentar ciertas fallas al momento de operar o a su vez por el tiempo de utilización, a continuación, se describe algunas fallas que ocasionan los componentes afectados y el efecto que tiene estamos en el vehículo (Busto y Correa, 2021).

Tabla 5: Falla del sistema de refrigeración

Parte afectado	Fallas comunes	Efecto
Bomba de agua del inversor	Fallo del motor o fugas	Sobrecalentamiento del inversor
Radiador del inversor	Obstrucciones o fugas	Pérdida de eficiencia térmica

Parte afectado	Fallas comunes	Efecto
Sensor de temperatura	Lecturas erráticas	Fallo en la activación de ventiladores
Refrigerante	Contaminado o nivel bajo	Reducción del intercambio térmico

Fuente: (Busto y Correa, 2021).

2.7.4. Refrigeración de la batería

Analizar y comprender el funcionamiento de la refrigeración que se tiene en la batería híbrida de este tipo de modelo de auto resulta importante para poder garantizar una correcta eficiencia, seguridad y durabilidad del conjunto de baterías de alto voltaje que posee. A diferencia del sistema de refrigeración que posee el inversor que es líquido, el enfriamiento en las baterías se lo realiza mediante aire forzado por medio de un sistema dedicado que logra gestionar la temperatura interna del compartimiento en donde se encuentran las celdas (Saavedra y Sibri, 2019).

El sistema de refrigeración que posee las baterías internas posee ciertas características que resultan importantes se las detalla a continuación:

- El tipo de refrigeración que posee es de aire forzado esto mediante la utilización de un ventilador eléctrico que provee la cantidad necesaria de aire para evitar un sobrecalentamiento
- La ubicación en donde se encuentran estas baterías híbridas es en la parte trasera del vehículo por lo general detrás del asiento trasero.
- El funcionamiento del sistema es por medio de un ventilador, es decir toma aire del habitáculo para canalizarlo por medio del ducto hasta la batería. La temperatura se la monitorea por medio de sensores tipo térmico que logran ajustar una velocidad adecuada del ventilador según sea la necesidad.
- Los conductos de la ventilación se encuentran ubicados a los lados del asiento trasero, estos deben mantenerse limpios ah con la finalidad de que permitan un flujo del aire y eviten algún tipo de obstrucción (Nuñez y Ortiz, 2021).

Los problemas más comunes que suelen presentarse en este sistema de refrigeración se

los describe en la siguiente tabla.

Tabla 6: Problemas en el sistema de ventilación de la batería

Problema	Consecuencia
Acumulación de polvo/pelusa	Bloquea la entrada de aire, aumentando la temperatura interna.
Fallo del ventilador de batería	Sobrecalentamiento, activación de modo de protección del sistema.
Sensor de temperatura defectuoso	Lecturas erróneas, mala gestión térmica.
Uso prolongado en climas cálidos	Mayor desgaste de las celdas si no se mantiene el sistema en buen estado.

Fuente: (Nuñez y Ortiz, 2021).

Para realizar el mantenimiento adecuado además de un reacondicionamiento en este componente del automóvil es recomendable realizar una limpieza periódica tanto de los ductos como del ventilador, para que no existan impurezas durante este proceso, además de realizar un reemplazo del ventilador en el caso de que se presenten ciertos ruidos o una baja eficiencia en su operación. Otros de los procesos al momento de realizar el mantenimiento es el de una correcta inspección de los sensores térmicos para comprobar si están óptimos o si requieren algún reemplazo en el caso de que estén dañados. Por último, es recomendable realizar un monitoreo con escáneres que sean apropiados que permiten controlar y poder revisar la temperatura en tiempo real además los códigos de error (Saavedra y Sibri, 2019).

2.8. Estrategias y tecnologías para un reacondicionamiento

Poder realizar el reacondicionamiento en los sistemas de refrigeración resulta un tipo de alternativa eficiente para poder mantener en condiciones adecuadas y operativas el

rendimiento térmico sin la necesidad de llegar a reemplazar completamente todo el sistema. En el caso de los híbridos los sistemas de refrigeración tanto del inversor y del motor eléctrico son importantes pues de esta forma se evita sobrecalentamientos. En la siguiente

tabla se detallan algunas estrategias de reacondicionamiento para modelos híbridos (Chong, 2019).

Tabla 7: Estrategias para un reacondicionamiento

Estrategia	Descripción	Beneficio	Viabilidad económica
Limpieza profunda de radiadores	Uso de líquidos desincrustantes y aire a presión para eliminar residuos internos	Restaura el intercambio térmico	Muy alta: bajo costo de materiales y mano de obra local
Sustitución de mangueras y sellos	Reemplazo de piezas deterioradas por equivalentes compatibles	Evita fugas y mejora la presión del refrigerante	Alta: materiales disponibles y de fácil instalación
Revisión y reparación de bombas	Desarme y prueba de bombas de agua eléctricas, cambio de baleros o motor interno	Asegura el flujo adecuado del refrigerante	Media: requiere técnicos con experiencia
Reemplazo del refrigerante	Drenaje, lavado y carga con refrigerante de larga duración y alta eficiencia	Mejora la conducción térmica y protección contra corrosión	Muy alta: insumo accesible y recomendado regularmente
Reacondicionamiento de ventiladores	Limpieza, reparación o reemplazo de motor de ventilador del inversor o batería	Mantiene enfriamiento activo en zonas críticas	Alta: bajo costo en comparación con reemplazo completo

Fuente: (Chong, 2019).

Las tecnologías que se pueden aplicar para realizar este tipo de procedimientos al reacondicionar estos sistemas de refrigeración son varias que permiten controlar y brindaron

diagnóstico adecuado para realizar de forma adecuada esta operación entre los dispositivos más adecuados para realizar los encuentran los siguientes que se detallan en la siguiente tabla (Escobar , 2020).

Tabla 8: Equipos para el reacondicionamiento

Equipos	Aplicación	Ventaja
Escáner OBD-II especializado	Diagnóstico de temperatura de inversor y funcionamiento del ventilador	Permite detectar fallas antes de daños graves
Cámara termográfica	Identificación de zonas calientes o sobrecargas térmicas	Análisis no invasivo, ideal para inspección preventiva
Refrigerantes de alto rendimiento	Sustitutos mejorados del coolant original (G-05, HOAT, etc.)	Mayor tolerancia térmica y durabilidad
Sensores IoT para monitoreo térmico	Instalación de sensores digitales con transmisión en tiempo real	Ideal para condiciones climáticas variables

Fuente: (Escobar , 2020).

Otro de los aspectos importantes a considerar es una viabilidad técnica y económica, para tener una idea de que tan rentable resulta esto en la economía del país, al momento de considerar aspectos como la disponibilidad o el costo en la compra o reacondicionamiento de ciertas partes de los sistemas que se detallan a continuación (Guaman y Lojano, 2022).

Tabla 9: Viabilidad técnica y económica

Factores	Descripción
Disponibilidad de repuestos	Repuestos genéricos o compatibles (mangueras, bombas, sellos)
Capacitación técnica	Conocimiento en sistemas híbridos y diagnóstico electrónico
Costo-beneficio	El reacondicionamiento cuesta entre 20% y 40% del valor del reemplazo total
Impacto ambiental	Se reduce el desecho de partes electrónicas y se reutilizan componentes
Adaptabilidad al contexto ecuatoriano	Existen talleres técnicos con capacidad de implementar estas estrategias

Fuente: (Guaman y Lojano, 2022).

2.9. Condiciones operativas y climáticas en Ecuador

Ecuador al ser un país que cuenta con una gran diversidad geográfica y climática presenta cuatro regiones, que varían de forma considerable en lo que respecta a la temperatura, humedad, y altitud que son ciertos factores que logran incidir en el rendimiento térmico de los componentes mecánicos y electrónicos de los vehículos.

Estas condiciones obligan a los sistemas de refrigeración de los automóviles sobre todo a los híbridos que puedan adaptarse a entornos diferentes, logrando evitar sobrecalentamientos o pérdidas de eficiencia en las zonas críticas como la batería de alto voltaje o el mismo inversor.

Las condiciones más típicas en las que se opera en Ecuador este tipo de automóviles y sistemas se caracterizan por ciertos aspectos especiales cómo:

- *Topografía irregular:* al existir carreteras en montañas sobre todo en la sierra se llegan a generar más esfuerzos en la parte del tren motriz híbrido esto provoca

que se genere más demanda térmica.

- *El tráfico urbano:* en ciertas ciudades que son muy concurridas el tráfico lento y que por lo general es continuo logra una reducción natural del aire esta imposibilita que se genere una buena disipación del calor internamente.
- *Altitudes elevadas:* mientras mayor sea la altitud es menos denso el aire esto provoca que se minimice la eficiencia que se tiene en los sistemas de enfriamiento por convección
- *Humedad excesiva:* el exceso de humedad puede llegar a provocar efectos como la condensación y la corrosión, sobre todo en aquellos componentes electrónicos que sean más sensibles (Solano y Cabrera, 2022).

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Materiales

Para poder cumplir de forma adecuada con los objetivos que se plantearon y poder realizar esta investigación de una forma adecuada y precisa se detalla los materiales que se utilizaron

3.1.1. Material bibliográfico

Para poder dar cumplimiento al desarrollo de este trabajo es fundamental el análisis bibliográfico para poder sustentar teóricamente ciertos aspectos además de poder validar las afirmaciones que se realizan respecto al reacondicionamiento, también permiten contextualizar los problemas a nivel académico o técnico. En base al material consultado como manuales técnicos, artículos o trabajos previos realizados que tengan referencia al tema ayudan a garantizar estrategias que estén basadas en un conocimiento actualizado y verificable de del desarrollo, y todo esto para poder comparar experiencias e identificar buenas prácticas y adoptar soluciones a un contexto ecuatoriano que tenga respaldo

3.1.2. Vehículo de prueba

Al ser un tipo de prueba que se basa en un reacondicionamiento era importante aplicarlo en un modelo que es uno de los más vendidos en el país, Pues esto podría beneficiar a dueños tanto del vehículo como concesionarios en poder realizar este tipo de operaciones en este modelo o en algunos modelos semejantes. De esta forma se realizaron las pruebas del reacondicionamiento de las baterías en el Toyota Prius 2009, para poder analizar el tipo de enfriamiento al reacondicionar, y si éste resulta efectivo para aplicarlo en este modelo, realizando correctamente las pruebas de funcionamiento y asegurando una correcta operación de estas baterías (coches, 2023). Las características que posee este Toyota se lo especifica en la siguiente tabla.

Tabla 10: Especificaciones del Toyota Prius

Característica	Detalle técnico
Motor a gasolina	1.5 L DOHC VVT-i, 4 cilindros
Potencia del motor a gasolina	76 hp @ 5000 rpm
Motor eléctrico	Motor síncrono de imanes permanentes (AC)
Potencia del motor eléctrico	67 hp @ 1200 – 1540 rpm
Batería híbrida	Níquel-Hidruro Metálico (NiMH) 201.6 V
Transmisión	Electrónica CVT (transmisión continuamente variable)
Sistema híbrido	Hybrid Synergy Drive
Consumo combinado	Aprox. 4.6 L / 100 km (aprox. 21 km/L)
Capacidad del depósito de combustible	45 litros

Fuente: (coches, 2023)

3.1.3. Escáner OBD2

El escáner On Board Diagnostics II – OBD2, es un tipo de herramienta electrónica que se usa para poder realizar diagnósticos y monitoreos sobre el funcionamiento y en los sistemas eléctricos de algún vehículo. Es muy importante para poder realizar evaluaciones acerca del estado del sistema híbrido en ciertos modelos, en los que se incluye el inversor los sistemas de refrigeración y la batería, sin tener la necesidad de poder desarmar el sistema para analizar los componentes.

Este tipo de escáner permite realizar un monitoreo de la temperatura en la que se encuentra la batería híbrida además del inversor, resulta importante al momento de analizar el porcentaje de eficiencia en los sistemas de refrigeración. También permite la verificación sobre el estado en el que se encuentra el ventilador que enfría a la batería y si se encuentra

operando adecuadamente. Además, permite poder realizar pruebas activas en sensores ventiladores etc. Algunos de los códigos que identifica cuando se presenta una falla son:

- POA82: falla en el ventilador de la batería
- POA80: un desempeño inadecuado en los paquetes de la batería
- C1259 y C1310: códigos que se relacionan con el sistema híbrido (csselectronics, 2024)



Figura 7: On Board Diagnostocs II – OBD2

Fuente: (csselectronics, 2024)

3.1.4. Normativas aplicadas

para poder realizar este tipo de reacondicionamientos sobre los sistemas de refrigeración es importante considerar que se requieren un conjunto de normativas tanto a nivel técnico ambiental y de seguridad que se encargan de regular de forma adecuada este tipo de intervenciones en vehículos híbridos, que están basados principalmente en un correcto manejo de los diferentes componentes y accesorios eléctricos además de los refrigerantes. Entre las principales normativas aplicables se encuentran las siguientes:

Normas INEN:

Las normas del instituto ecuatoriano de normalización rigen en el país y son oficiales que se las puede aplicar en diferentes procesos a nivel industrial y técnico.

INEN 2205:2010: trata acerca de la seguridad en talleres automotrices, sobre todo al momento de aplicar diferentes procedimientos en el reacondicionamiento y el manejo

adecuado y correcto tanto de herramientas como de equipos electrónicos y la utilización de equipos de protección personal.

INEN 2485:2013: Este apartado establece los requisitos adecuados en los mantenimientos que se dan a los vehículos estableciendo un correcto procedimiento técnico y los estándares mínimos que deben cumplir estos talleres para poder realizar una reparación adecuada garantizando el funcionamiento posterior.

INEN-ISO 14001:2015: En este proceso de reacondicionamiento es importante considerar una correcta gestión ambiental al momento de utilizar diferentes recursos y productos que resultan siendo nocivos para el medio ambiente, además de un correcto tratamiento de los residuos como en los refrigerantes para poder minimizar el impacto ambiental (normalizacion, 2025).

3.1.5. *Herramientas*

Para realizar este tipo de procedimientos también se contó con la utilización de herramientas que se les describe en la siguiente tabla.

Figura 1: Herramientas utilizadas

Herramientas
Multímetro digital
Cables de prueba con puntas negras
Computadora portátil con software de diagnóstico
Destornilladores
Juego de llaves combinadas
Alicates de corte
Alicates universales
Herramientas plásticas para desmontar
Este actor de conectores

Torquímetro

Caja o bandeja para organizar tornillos

Cepillos de cerdas plásticas

Prensas pequeñas

Fuente: Diseño propio

3.2. Método

Para el desarrollo adecuado y la validación de los objetivos planteados se aplica una metodología cuantitativa cualitativa esto se la realiza con la utilización de herramientas de análisis técnico además de diagnósticos mecánicos, evaluaciones económicas, y validaciones sobre las condiciones reales en las que se encuentra el sistema eléctrico. Para esto es importante que se revisen los manuales de servicio que brinda la empresa, además de que se analice de forma comparativa tipos de alternativas técnicas que existan para poder reemplazar estos componentes y la viabilidad que cada una presenta, con un análisis técnico económico para identificar si existen beneficios al momento de reemplazar esto tanto al corto o largo plazo, por último es importante que se analice las rutas de recorrido esto considerando las condiciones climáticas y de operación que existen en el país.

Para poder realizar este análisis y posterior acondicionamiento del sistema de refrigeración es necesario seguir con ciertas normas INEN 2206, que se basa principalmente en una regulación de las condiciones mínimas que deben poseer los vehículos además de aplicaciones para modificaciones o reacondicionamiento que puedan llegar a afectar de forma parcial o total la integridad de algún componente del vehículo. Y la norma INEN 1548 que trata cerca de la calidad y la especificación que tienen ciertos componentes internos del automóvil y los cambios que se podría aplicar a cada uno de ellos. Para tomar en cuenta esta área de ecuación es importante seguir ciertas perspectivas de cómo se podrá realizar:

- Inspección técnica
- pruebas de funcionamiento
- software para diagnóstico o equipo de inspección

3.2.1. Inspección técnica

La expectación tiene que ser de forma técnica visual y funcional en la que se realice una evaluación inicial acerca del sistema de refrigeración del inversor y de la batería del automóvil, primero por observación visual en las que se puede identificar ciertos problemas como obstrucciones acumulaciones de polvo fisuras, oxidación además del estado en el que se encuentran los ciertos componentes como los ventiladores, el radiador o las mangueras. Este tipo de inspección no permitió poder establecer el estado preliminar del sistema antes de poder realizar el desmontaje.



Figura 8: Inspección visual

Fuente: Diseño propio

Se realiza también una visualización acerca del estado en el que se encuentran los conectores de la parte eléctrica para poder analizar el estado en el que se encuentra.



Figura 9: visualización de conectores

Fuente: Diseño propio

se puede identificar que al momento de realizar el desarme del componente hay una presencia de oxidación y ciertos daños.



Figura 10: Oxidaciones en componentes

Fuente: Diseño propio

Finalmente se realiza el desarme de la parte eléctrica del Toyota Prius para poder continuar con el reacondicionamiento respectiva y análisis



Figura 11: Visualizaciones de la parte eléctrica

Fuente: Diseño propio

3.2.2. Diagnósticos electrónicos con equipos técnicos

Para poder realizar un diagnóstico del funcionamiento de la parte eléctrica, se utilizó un escáner automático OBD2 que es compatible con este tipo de vehículos híbridos para poder tener un acceso a los módulos de control como el ECU, Por medio de este software se pudo registrar los códigos de error así también como temperaturas internas velocidad del ventilador y el funcionamiento de los sensores que posee la parte eléctrica. De esta forma es posible realizar una validación más centrada para poder establecer y comparar ciertos aspectos antes de poder realizar el reacondicionamiento.



Figura 12: Pruebas con el OBD2

Fuente: Diseño propio



Figura 13: Resultados en la OBD2

Fuente: Diseño propio

Se realiza además el análisis con la utilización de un multímetro de ciertos componentes eléctricos para analizar el funcionamiento y el estado actual



Figura 14: Toma de mediciones con multímetro

Fuente: Diseño propio

Para poder empezar con el análisis del reacondicionamiento y verificar su funcionamiento se procede a recorrer utilizar el dispositivo de análisis en el interior del vehículo para ponerlo en marcha

3.3. Pruebas de campo

Pruebas de voltaje y resistencia interna de cada celda

Con el paquete desmontado, se evaluó el estado de cada módulo NiMH de manera individual. Primero, se midió el voltaje en circuito abierto de los 28 módulos utilizando un multímetro digital calibrado. Los valores de voltaje se compararon entre sí para identificar desviaciones significativas: típicamente, los módulos completamente cargados registran ~7.5-8.0 V, y una caída notable por debajo del promedio podría indicar autodescarga o falla interna en ese módulo.

Valores típicos de resistencia interna por módulo NiMH (Toyota Prius Gen2, 2004–2009):

- En el auto 1 milinohm

- Fuera del auto con equipos hasta 8 mili ohm está bien
- Más arriba ya no valen

Medición indirecta con osciloscopio digital

Este procedimiento fue parte esencial del diagnóstico funcional de cada módulo NiMH de la batería del Toyota Prius 2009, y consistió en la aplicación de una carga controlada a cada uno de los 28 módulos de forma individual, utilizando una resistencia externa calibrada o una carga electrónica programable. El propósito de la evaluación fue, en términos sencillos, mirar cómo cada módulo reacciona cuando le llega una corriente de golpe, algo parecido a lo que haría en la ajetreada vida de un vehículo. Lejos de los ensayos en circuito abierto-voltaje quieto, que son como una foto aburrida donde nada se mueve, este experimento trata de captar la película completa y puede revelar celdas que por fuera se ven bien, pero por dentro ya están cansadas.

Se utiliza un osciloscopio digital; nada cómodo pero efectivo. Las sondas se abrazaron a los bornes, la carga saltó y el aparato escrito en papel electrónico cómo el voltaje se desplomaba en fracciones de segundo. Esa bajada instantánea, un soplo de tiempo, deja ver cómo el módulo fue capaz de soltar su energía y, según la Ley de Ohm- R igual a la variación de V entre la corriente- permite calcular a mano la resistencia interna del conjunto. Un número alto advierte que el módulo es torpe para entregar potencia, que se calienta de más y que, cuando se monte en el vehículo, seguirá estirando la ya escasa paciencia del conductor.

La utilización del osciloscopio ofrece una clara al registrador la ventaja de forma exacta de la curva de voltaje bajo carga; un simple multímetro, por cierto, no logrará captar esas sutilezas. Cuando la señal presenta saltos bruscos, uno puede concluir que al menos una celda se comporta de modo errático; una caída prolongada, en cambio, sugiere que la impedancia interna ha subido más de lo aceptable. Picos aislados o deformaciones inesperadas suelen apuntar a micro cortos, sulfataciones internas o incluso a fisuras sutiles en los electrodos. Con todos esos indicadores en la mano se fijó un umbral de descarte, de manera que incluso un voltaje nominal una vez aceptable ya no sirve si la curva sigue siendo no lineal.

El protocolo de prueba dinámica que allí se enseñaba simula, de cierto modo, las condiciones reales en que una batería termina empleándose, por eso el diagnóstico es

francamente confiable. Con esa misma metodología se descubrieron módulos que a ojo mostraban voltajes normales, pero que fallaban al responder a una sobrecarga breve; de no haber detectado esa debilidad, el sistema híbrido entero habría sufrido un rendimiento muy por debajo de lo planificado. A pesar de ser un procedimiento más complejo y, en efecto, más tedioso, resulta absolutamente indispensable si lo que se busca es que el reacondicionamiento se realice con piezas que de verdad estén a la altura de las exigencias prácticas.

Configuración del osciloscopio

- Canal activo: A
- El canal A está habilitado como canal de entrada de señal.
- Escala vertical (voltaje): A: 2V/divCada división vertical representa 2 voltios. Por lo tanto, si hay 4 divisiones desde la parte superior hasta la inferior de la señal, la escala total es 8 V. Esto es apropiado para monitorear módulos NiMH de 7,2 V (como los del Prius). Escala horizontal (tiempo): 5 s/div

Cada división horizontal representa 5 segundos. Esto indica que la prueba se extiende en el tiempo, útil para visualizar cómo varía el voltaje durante varios segundos de descarga (por ejemplo, al aplicar una carga resistiva).

- Si había inestabilidad en la curva (fluctuaciones = mala salud de celda)
- Si el voltaje tardaba en estabilizarse (alta impedancia)
- Si aparecían picos anormales (posibles fallos internos)

Por ello, se estableció como criterio de rechazo cualquier módulo que presentara una curva de voltaje inestable ante carga pulsada en el osciloscopio.

Lo Descarga profunda y carga controlada de las celdas

Para recuperar la capacidad de las celdas NiMH fatigadas, se sometió a cada módulo a un ciclo de descarga profunda seguida de carga completa controlada. Empleando el cargador multipropósito, primero se descargó cada celda de forma controlada hasta un nivel de voltaje cercano a 0,9–1,0 V por celda (aprox. 5,4–6,0 V en cada módulo de 6 celdas). En NiMH, descargar a ~1,0 V/celda se considera un nivel seguro que agota casi por completo la carga utilizable sin invertir la polaridad de ninguna celda.

Durante este proceso se monitoreó la temperatura de los módulos y el voltaje en tiempo real; cualquier indicio de calentamiento anómalo o caída de voltaje abrupta resultaría en la interrupción inmediata de la descarga por seguridad.

Con las celdas descargadas, a continuación, se procedió a cargarlas completamente de manera individual. Se configuró el cargador en modo NiMH con una corriente de carga lenta ($0,1-0,5 C$) donde C es la capacidad nominal de la batería en Ah. Por ejemplo, para una batería de 2000 mAh, una corriente de carga de $0.1C$ sería 200 mA. según recomendaciones para maximizar la recuperación de capacidad sin sobrecalentar. Cada módulo se cargó hasta el 100% (estado de carga) utilizando la función de detección automática de fin de carga (método *Delta-Peak*) del cargador. Este método identifica el punto de plena carga cuando el voltaje de la celda deja de aumentar y comienza una ligera caída, evitando la sobrecarga, la cual puede elevar la temperatura y presión interna de la celda dañando su química.

Tabla 11. Comparativa entre batería antigua y batería repotenciada

Nivel	Voltaje nominal	Rango de estado inicial	Rango de estado terminal	Conclusión
Celda individual	$0.005 - 0.007\Omega$	0.010Ω ($0.000010 \text{ k}\Omega$)	0.008Ω ($0.000008 \text{ k}\Omega$)	Si la resistencia supera 0.010Ω , la celda presenta sulfatación o degradación química.
Modulo (6 celdas)	$0.020 - 0.030\Omega$	0.035Ω ($0.000035 \text{ k}\Omega$)	0.040Ω ($0.000040 \text{ k}\Omega$)	Módulos con más de 0.040Ω tienen pérdidas y riesgo de fallo.
Batería completa (28 celdas)	$0,6 - 1.2\Omega$	1.5Ω ($0.0015 \text{ k}\Omega$)	1.2Ω ($0.0012 \text{ k}\Omega$)	Alta resistencia total indica múltiples módulos deteriorados o mala conexión.

Fuente: Diseño propio

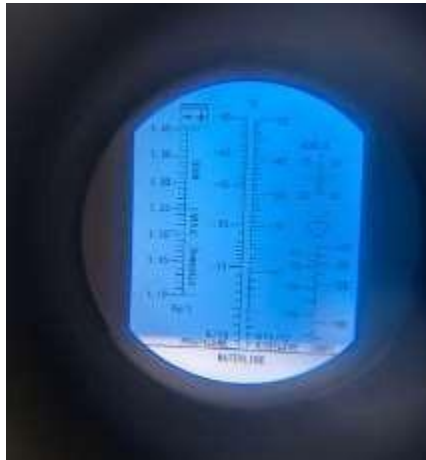


Figura 15: Refractómetro 50.50

Fuente: Diseño propio

Escala izquierda (Kg/l):

Representa la densidad del refrigerante.

Te ayuda a saber si el refrigerante tiene una concentración suficiente o si necesita recargarse (indicado como “RECHARGE / FAIBLE”).

Escala central (°C):

Indica la temperatura de congelamiento del refrigerante según el punto donde se corta la línea azul con la escala.

Es la lectura más importante para saber qué tan protegido está tu sistema ante temperaturas frías.

Escalas inferiores:

- Están etiquetadas como:
- G13 / Propylene
- G11/12 / Ethylene
- SRF1 (posiblemente otro tipo de fluido o estándar)
- Estas escalas están alineadas para identificar el tipo de refrigerante que estás midiendo y su concentración

Tabla 12. Comparativa entre refrigerante 50/50 y refrigerante 60/40 de Toyota Prius

CARACTERISTICAS	REFRIGERANTE 50/50	REFRIGERANTE 60/40
Dilución	50%refrigerante + 50% agua desmineralizada	60% refrigerante + 40% agua desmineralizada
Tipo de refrigerante	Toyota SLLC (super long life coolant)	Puede ser SLLC u OAT equivalente
Color	Rosado	Rosado (si se mantiene SLLC)
Punto de congelación	Aproximadamente -37c	Hasta -52c
Punto de ebullición	Aproximadamente 129c	Hasta 132c
Rendimiento térmico	Eficiente	Ligeramente menos eficiente para disipar el calor
Viscosidad	Normal	Ligeramente más viscoso

Tras comparar las mezclas 50/50 y 60/40 para el sistema de refrigeración del Toyota Prius 2009, se concluye que ambas opciones son funcionales siempre que se utilicen refrigerantes compatibles con la especificación SLLC (Super Long Life Coolant). Sin embargo, el uso de la mezcla 50/50, que viene premezclada de fábrica, es la opción recomendada por Toyota, ya que ofrece un equilibrio óptimo entre protección contra congelamiento, eficiencia de intercambio térmico y durabilidad del sistema.

La mezcla 60/40, al tener mayor concentración de glicol, mejora la protección ante temperaturas extremas (mayor resistencia al congelamiento y ebullición), pero reduce ligeramente la capacidad de transferencia térmica, debido a la menor proporción de agua, y aumenta la viscosidad del fluido, lo cual podría afectar el rendimiento del sistema en condiciones normales de operación.

Por lo tanto, se recomienda mantener la mezcla 50/50 para el uso regular del vehículo en condiciones climáticas templadas como las de Ecuador. La mezcla 60/40 puede considerarse solo en situaciones puntuales donde el vehículo opere en condiciones térmicas muy exigentes o durante largos periodos con carga elevada, siempre que se garantice una correcta purga del sistema y el uso de agua desmineralizada.



Figura 16: Conexión para la toma de resultados

Fuente: Diseño propio

La ruta que se elige para poner en marcha el vehículo es el que se detalla en la figura 17 considerando que se requiere de una distancia adecuada para que se puede realizar una toma adecuada de los datos y poder analizarlos después.



Figura 17: Ruta de análisis

Fuente: Diseño propio

CAPITULO IV

ANALISIS DE RESULTADOS

4.1. Análisis

Cómo se observa en la figura 18, la toma de datos se la realiza de acuerdo con un análisis DTC que recoge ciertos aspectos y parámetros para poder realizar una interpretación más adecuada de diferentes parámetros que permitieron identificar el funcionamiento de este tipo de procesos.

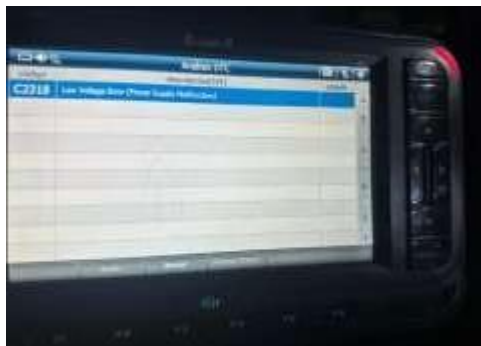


Figura 18: Análisis DCT

Fuente: Diseño propio

Las imágenes 19 y 20 respectivamente, muestra los cambios que existen en la temperatura del sistema de refrigeración del vehículo, que se encuentran operando de una manera efectiva activa y eficiente, manteniéndose en un rango adecuado para su óptimo trabajo.

Tanto los sistemas del motor de combustión interna, como el convertidor e inversor logran mantener rangos adecuados e ideales en la temperatura.



Figura 19: Estado de la batería

Fuente: Diseño propio

Se puede observar la temperatura del motor se encuentra en un rango óptimo que es de 90 a 100 que por lo general este valor se produce cuando se realiza un mayor trabajo en el motor es decir en alguna elevación o alguna pendiente en su vida, mientras que cuando se utiliza el neutro o la pendiente se la recorre en bajada la temperatura del rango promedio que alcanzó el motor fue de 75 a 80, que de acuerdo con investigaciones es un valor adecuado para el funcionamiento. Otros de los beneficios que se obtuvo es que al cambiar el agua de la bomba del termostato se pudo asegurar que se podría mantener una temperatura adecuada en el interior.

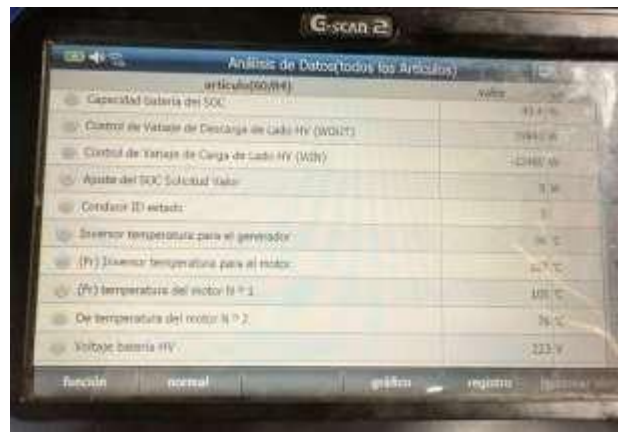


Figura 20: Análisis de la temperatura en el sistema antiguo

Fuente: Diseño propio

Los valores que se midieron para el nuevo sistema se lo realizó con un escáner más avanzado como lo es el G-Scan 2, como se observa en la figura 21.



Figura 21: analisis con nuevo sistema

Fuente: Diseño propio

Además en la siguiente tabla se puede visualizar una comparativa acerca la temperatura que existe en el sistema antiguo y en el nuevo, esta se lo realizó utilizando diferentes escáneres, que en sí analizaban los mismos aspectos además que la toma de medidas se le realizó en las mismas condiciones de conducción.

Tabla 13. Comparativa entre los sistemas

	Antiguo	nuevo
Temperatura del motor 1	105	46
Temperatura del motor 2	76	49
Temperatura del Inversor MG1	107	74
Temperatura del inversor MG2	96	73

Fuente: Diseño propio

La figura 22 muestra la variación que existe en la elevación en cada kilómetro recorrido el cual permite identificar cuándo se puede llegar a realizar un mayor trabajo en la parte del sistema, considerando que en las elevaciones se tiende a elevar la temperatura interna, mientras que en los descensos la temperatura tiende a bajar o a establecerse en rangos más bajos por lo que es recomendable que este tipo de análisis se lo realice siempre en pendientes.



Figura 22: Elevaciones por cada Km recorrido

Fuente: Diseño propio

Finalmente se puede observar la duración que tuvo este recorrido para realizar el análisis del reacondicionamiento y la elevación máxima que se tuvo, los cuales permitieron realizar un análisis más adecuado de la temperatura interna que puede llegar a generarse en las pendientes, y de si estas estuvieron o no en el rango permitido.

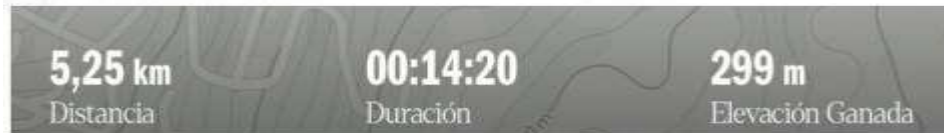


Figura 23: Distancia, duración y elevación total

Fuente: Diseño propio|

1.8 Discusión

Es importante detallar algún tipo de proceso estandarizado que permita mejora la eficiencia en este tipo de procesos que tratan acerca del diagnóstico y el reacondicionamiento de este sistema esto para reducir el trabajo en investigaciones futuras o que sirva como respaldo para investigaciones o personas interesadas para realizar este proceso de estandarización es importante tomar algunos pasos basadas en norma y procedimientos adecuados

1. Preparacion del diagnostico

- Es importante verificar las condiciones que se tengan referente a la seguridad del taller, es decir utilizar equipos de protección personal adecuado
- Realizar una revisión a los historiales de mantenimiento que posee el vehículo sobre todo este sistema
- Antes realizar un tipo de inspección visual técnica en el que se verifique las condiciones de mangueras conectores radiadores y componente

2. Diagnóstico de los sistemas eléctricos y electrónicos

- En base a las normas inen 14001, ya recomendable que se utilice artefactos como los multímetros que permitan realizar una mejor comprobación de los sensores térmicos y Conexiones eléctricas para determinar su estado inicial.
- Es importante que se mida la temperatura del inversor y de la batería por medio de un escáner o inclusive con la utilización de cámaras termo gráficas para mejores resultados
- Realizar algún tipo de prueba activa desde el software que se utilizará para el diagnóstico con esto se podrá verificar aspectos como los RPM del ventilador

o inclusive la activación de los sensores que ayudaría a determinar el estado en el que se encuentra

- Tener un registro de los datos de funcionamiento que se tienen en las condiciones reales sobre todo también de aspectos como las rutas que tengan pendientes o en los que se tengan climas demasiado calientes

3. *Procedimientos técnicos de reacondicionamiento*

La siguiente tabla muestra ciertas acciones que se deben tomar en cuenta al momento de realizar este procedimiento además de herramientas o productos que son adecuados utilizar para mejores resultados

Tabla 14. Acciones.

Componente	Acción	Herramienta / Producto
Radiador del inversor	Limpieza interna con desincrustante	Aire a presión + líquido desincrustante
Mangueras / sellos	Reemplazo de partes dañadas	Juego de llaves, sellador compatible
Bomba de agua eléctrica	Revisión interna / cambio de motor	Banco de pruebas, herramientas eléctricas
Refrigerante	Drenaje, enjuague y recarga con G-05 o equivalente	Bomba manual / recipiente de seguridad
Ventilador de batería	Limpieza o reemplazo parcial	Cepillos, lubricantes dieléctricos
Sensores térmicos	Comprobación y reemplazo si necesario	Multímetro / sensor nuevo

Fuente: Diseño propio

4. Verificación funcional

Al momento de finalizar el reacondicionamiento es importante que se verifique un correcto funcionamiento de ciertos artefactos y componentes del sistema

Al momento de reconectar el escáner es importante que se valide que ya no existan dtc activos

Comprobar nuevamente la temperatura que existe tanto en el inversor como en la batería que se han modificado

Realizar una comparación térmica antes y después de las intervenciones esto se lo puede realizar por medio de pruebas en diferentes rutas y analizar los datos correspondientes

Verificar que los valores que se tengan de la temperatura oscilen dentro de un rango de 75 a 100 °c que es lo recomendado por el fabricante

CONCLUSIONES

De acuerdo al análisis realizado se puede identificar fallas frecuentes como acumulación de polvo, fallas en los ventiladores además de lecturas erróneas en los sensores térmicos como se visualiza en la tabla 6, este tipo de fallas provocaron aumentos en la temperatura que se tenía del inversor y de la batería esto llegó a elevar los rangos térmicos hasta 100 °C sobre todo en aquellos tramos de su vida esto logró reducir de cierta forma la eficiencia energética y la vida útil que se tenía del sistema. Además, los efectos del sobrecalentamiento que no se corrija llevan a la activación de códigos DTC que logran representar una afectación directa en el rendimiento eléctrico del sistema además que la falta de mantenimiento preventivo disminuye la capacidad de disipación térmica que se tiene internamente esto genera riesgos de las fallas críticas a mediano y corto plazo.

Las estrategias más efectivas que se pudieron identificar son la limpieza interna con desincrustantes, además del reemplazo de mangueras una revisión exhaustiva de la bomba de agua eléctrica y una sustitución del refrigerante que permite una reducción de temperaturas de hasta 10 °C después de una intervención. Las acciones llegaron a tener un costo de 20 y 40% del valor que tiene un reemplazo completo de este sistema esto se analiza en la tabla 9 demostrando una viabilidad económica para los usuarios en el país a largo plazo. Este reconocimiento puede ejecutarse con herramientas que son accesibles y en sí no logró requerir una sustitución completa del sistema con esto se puede reducir residuos y tener una prolongación de la vida útil de los componentes críticos, finalmente este proceso estandarizado puede elevar la eficiencia del sistema en condiciones reales de conducción esto quiere decir que se pueda mantener una temperatura de 75 a 95 °C en el inversor y la batería

El tipo de diagnóstico en forma real es decir en ruta, logró revelar que en topografía irregular, además de las elevadas temperaturas que se tienen en ciertas regiones pueden aumentar la carga térmica de este sistema, en pendientes prolongadas la temperatura puede alcanzar picos de 90 a 100 °C que se encuentran dentro de un límite permisible a su vez al momento de realizar descensos esta temperatura logra bajar de 75 a 80 grados centígrados lo que muestra que el entorno si logra influir en rendimiento térmicos del sistema, también se pudo comprobar que la humedad el polvo ambiental y la altitud tienen afectaciones negativas al disipar el calor sobre todo cuando no se realizan mantenimientos frecuentes en los ductos y los ventiladores, con lo que se puede concluir que una implementación de sensores IoT para poder monitorear la temperatura además de limpiezas periódicas y

mantenimientos adecuados en los sistemas de ventilación son factores clave para mantener una eficiencia bajo condiciones reales de manejo

RECOMENDACIONES

Es recomendable que se puedan establecer protocolos de diagnóstico con mantenimientos preventivos que lleguen a incluir de forma periódica revisiones en los sistemas de refrigeración por medio de termografía o un escaneo con OBD2. De esta forma se podrá detectar a tiempo algún tipo de obstrucción falla en los ventiladores o algún tipo de degradación en los sensores térmico, además que el personal técnico pueda revisar e interpretar estos datos térmicos y eléctricos de forma adecuada para evitar algún daño que ocasione reparaciones de alto costo. Y también tener un historial técnico que se encuentre detallado en aspectos del sistema de refrigeración identificando las fallas repetitivas.

En el caso de que se plantee reacondicionamientos que sean viables es recomendable adaptar ciertas combinaciones que incluyen limpieza profesional de las componentes internos, reemplazos adecuados de ciertos componentes o partes que se encuentren dañadas o deterioradas con el tiempo, y un rediseño adecuado del flujo de aire en el compartimiento del inversor. Este tipo de acciones deben estar evaluadas con parámetros que incluyan costo beneficio y que sean ajustadas al mercado ecuatoriano considerando los costos de compra e importación en muchos casos. Además de establecer alianzas con proveedores locales que pueda asegurar una disponibilidad de los repuestos.

Al momento de realizar las pruebas se puede detectar que la bomba aunque funcionaba relativamente bien no se considera que lo hacía de forma adecuada por lo es recomendable que se revise todos los componentes luego de realizar este tipo de adecuaciones y reacondicionamiento, con la finalidad de que se pueda aseverar su correcto funcionamiento durante su etapa operativa

REFERENCIAS

- .coches.net. (2023). *TOYOTA PRIUS 1.8 HSD ADVANCE 136CV de 2009*. .coches.net:
https://www.coches.net/fichas_tecnicas/toyota/prius/berlina/5-puertas/18_hsd_advance_136cv/38892/
- Alarcon , J., & Tirado, E. (2019). *Diseño y contruccion del sistema de refrigeracion para la bateria de un vehiculo formula Sae electrico*. Tesis de pregrado,[Repositorio UPS], Universidad Politecnica Salesiana.
<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/13641/1/UPS-CT006932.pdf>
- autofact. (2024). *Sistema de refrigeracion*. autofact: <https://www.autofact.cl/blog/comprar-auto/mecanica/refrigeracion-motor>
- Busto, R., & Correa, A. (2021). *“ELABORACIÓN DE UN MANUAL PRACTICO DE DIAGNÓSTICO Y CORRECCIÓN DE FALLAS REFERENTE AL SISTEMA DE INYECCIÓN ELECTRÓNICA EN LOS VEHÍCULOS DE LA LÍNEA TOYOTA, MEDIANTE INTERFACE Y UTILIZANDO EL SOFTWARE TECHSTREAM*. Tesis de pregrado,[Repositorio UTN], Universidad Tecnica del Norte.
https://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/2256/1/05%20FECYT%201545%20TESIS%20ANDR%C3%89S%20CORREA%20_%20OSWALDO%20BUSTOS.pdf
- camaravalencia. (2023). *camaravalencia*. <https://www.camaravalencia.com/wp-content/uploads/2023/01/economia-circular.pdf>
- Chong, Y. (2019). *Análisis De La Batería De Alta Tensión Del Toyota Prius 4G*. Tesis de pregrado [Repitorio UIDE], Universidad Internacional del Ecuador .
<https://repositorio.uide.edu.ec/bitstream/37000/2558/1/T-UIDE-182.pdf>
- csselectronics. (2024). *OBD2 explicado: una introducción sencilla [2025]*. csselectronics:
<https://www.csselectronics.com/pages/obd2-explained-simple-intro>
- Erazo, G., Erazo, L., Paucar , H., & Yupa, V. (2020). Análisis del flujo de aire acondicionado en el habitáculo del vehículo híbrido. *REVISTA INFOCIENCIA*, 1.
<https://journal.espe.edu.ec/ojs/index.php/Infociencia/article/view/1005/pdf>
- Escobar , D. (2020). *Estudio del Funcionamiento del Conjunto de Baterías del Toyota Prius C Híbrido*. Tesis de pregrado [Repositorio UIDE], Universidad Internacional del Ecuador . <https://repositorio.uide.edu.ec/bitstream/37000/2560/1/T-UIDE-184.pdf>

- Guaman , W., & Lojano, I. (2022). *Analisis comparativo de los costos operativos entre un vehiculo electrico Kia Soul y un vehiculo hibrido Toyota Prius en la ciudad de Cuenca*. Tesis de pregrado [Repositorio UPS], Universidad Politecnica Salesiana. <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/21968/1/UPS-CT009596.pdf>
- motorpasion. (2022). *La refrigeración del sistema de baterías. Qué es y cómo funciona*. motorpasion: <https://www.motorpasion.com/espaciotoyota/la-refrigeracion-del-sistema-de-baterias-que-es-y-como-funciona>
- normalizacion. (2025). *Normas INEN*. normalizacion: <https://www.normalizacion.gob.ec/>
- Núñez, S., & Ortiz, A. (2021). *DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN BANCO PARA DIAGNÓSTICO DE BATERÍAS UTILIZADAS EN VEHÍCULOS HÍBRIDOS Y ELÉCTRICOS, PARA EL TALLER “ELECTROMECAÁNICA GAMBOA*. Tesis de pregrado, [Repositorio ESPOCH], ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/16052/1/65T00427.pdf>
- Oda, H., Noguchi, H., & Fuse, M. (2022). Review of life cycle assessment for automobiles: A meta-analysis-based approach. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 159. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.rser.2022.112214>
- opinautos. (2021). *¿Qué hacer si el motor de tu Prius levanta temperatura?* opinautos: <https://www.opinautos.com/toyota/prius/guias/recalentamiento>
- Ortega , O., & Peralta, W. (2020). *Desarrollo de un sistema de diagnostico y recuperacion de baterias de alto voltaje de vehiculos hibridos*. Tesis de pregrado,[Repositorio UPS], Universida Politecnica Salesiana. <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/18709/1/UPS-CT008755.pdf>
- Portilla, J. (2022). Análisis del Marco Normativo de Economía Circular en Ecuador Orientado al Sector de los Plásticos. *FIGEMPA: Investigación y Desarrollo*, 13(1). <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/8529821.pdf>
- repaaautocentro. (2023). *Cómo funciona el sistema de refrigeración del vehículo*. repaaautocentro: <https://repaaautocentro.com/como-funciona-el-sistema-de-refrigeracion-del-vehiculo/>
- Saavedra, J., & Sibri, G. (2019). *Analisis del comportamiento de baterias usadas en vehiculos hibridos durante el proceso de recuperacion*. Tesis de pregrado,

- [Repositorio UPS], Universidad Politecnica Salesiana.
<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/16285/1/UPS-CT007928.pdf>
- Solano, D., & Cabrera, J. (2022). *Analisis de las emisiones de gases contaminantes de un vehiculo Toyota Prius C hibrido 1.5 L en rutas establecidas en la ciudad de Cuenca, para determinar su impacto*. Tesis de pregrado [Repositorio UPS], Universidad Politecnica Salesiana .
<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/21163/1/UPS-CT009295.pdf>
- Sordo, M. (2023). *Economia circular e industria 4.0: Aplicacion practica en la industria automotriz*. Tesis de pregrado [Repositorio uniovi], Universidad de Oviedo, Oviedo.
https://digibuo.uniovi.es/dspace/bitstream/handle/10651/68780/tfg_Miguel%20AntonioSordoFern%C3%A1ndez.pdf?sequence=4
- toyota. (2024). *Prius 2009*. toyota: <https://www.toyota.com/owners/warranty-owners-manuals/vehicle/prius/2009/>
- Vega , J. (2019). *ESTUDIO Y ANÁLISIS DEL SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN DEL VEHÍCULO HÍBRIDO TOYOTA PRIUS MODELO A*. Tesis de pregrado; [Repositorio UIDE], UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR.
<https://repositorio.uide.edu.ec/bitstream/37000/842/1/T-UIDE-18.pdf>

ANEXOS









