



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS
CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

**TEMA: DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE MAQUETA TRANSEJE
HÍBRIDO**

**AUTORES: CORTEZ JULIO ANDERSSON STEEVEN
ORBE MARTÍNEZ DANNY ALEXANDER**

**DIRECTOR: ING. ERIK PAÚL HERNÁNDEZ RUEDA
, MSc.**

Ibarra, 2024

CERTIFICADO

ACEPTACIÓN DEL DIRECTOR

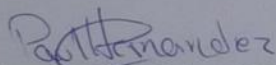
En mi calidad de director del plan de trabajo de grado, previo a la obtención del título de Ingeniería Automotriz, nombrado por el Honorable Consejo Directivo de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas.

CERTIFICO:

Que una vez analizado el plan de grado cuyo título es "Diseño y construcción de maqueta transeje híbrido" presentado por los señores: Cortez Julio Andersson Steeven con CI: 100363514-9, Orbe Martínez Danny Alexander con CI: 040188178-4, doy fe que dicho trabajo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a presentación pública y evaluación por parte de los señores integrantes del jurado examinador que se designe.

En la ciudad de Ibarra, a los 28 días del mes febrero del 2024.

Atentamente



Ing. Paul Hernández, MSc
DIRECTOR DEL TRABAJO DE GRADO



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	0401881784		
APELLIDOS Y NOMBRES:	Orbe Martínez Danny Alexander		
DIRECCIÓN:	Lic. Nelson Dávila y Dr. Luis Cornejo		
EMAIL:	daorbem@utn.edu.ec		
TELÉFONO FIJO:		TELÉFONO MÓVIL:	0988106616

DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	1003635149		
APELLIDOS Y NOMBRES:	Cortez Julio Andersson Steeven		
DIRECCIÓN:	Av. 13 de Abril y Calle Ibarra		
EMAIL:	ascortezj@utn.edu.ec		
TELÉFONO FIJO:		TELÉFONO MÓVIL:	0998197279

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	Diseño y construcción de maqueta transeje híbrido
AUTOR (ES):	Cortez Julio Andersson Steeven Orbe Martínez Danny Alexander
FECHA: DD/MM/AAAA	28/02/2024
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO	
PROGRAMA:	<input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniero Automotriz
ASESOR /DIRECTOR:	Ing. Paúl Hernández, MSc.

2. CONSTANCIAS

El autor (es) manifiesta (n) que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto la obra es original y que es (son) el (los) titular (es) de los derechos patrimoniales, por lo que asume (n) la responsabilidad sobre el

contenido de la misma y saldrá (n) en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 28 días del mes de febrero de 2024

EL AUTOR:

(f) 

Nombre: Danny Orbe

(f) 

Nombre: Andersson Cortez

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mi amada familia, cuyo apoyo incondicional ha sido el pilar fundamental de mi trayectoria académica. Les agradezco profundamente por su constante aliento, paciencia y confianza en mí. A pesar de los errores cometidos y los desafíos enfrentados, siempre estuvieron ahí, brindándome su apoyo inquebrantable y creyendo en mi capacidad para alcanzar mis metas.

Este trabajo también está dedicado a todas aquellas personas que generosamente compartieron su tiempo y conocimientos conmigo. Sus palabras de aliento y sabias enseñanzas han dejado una huella imborrable en mi formación académica y personal.

Danny Orbe

El presente trabajo de Titulación está dedicado a Dios por ser siempre una luz y guía en todo el transcurso de mi vida.

A mis queridos padres Salvador Cortez y Amandita Julio porque con su esfuerzo y dedicación me inspiraron a ser mejor día con día, gracias por su confianza, su apoyo incondicional y por darme una profesión para mi futuro.

A mis hermanos por su comprensión y sus palabras de aliento y sin dejar de lado, a mi novia que me dio su apoyo, cariño y motivación a seguir adelante para llegar a cumplir mis metas propuestas.

A mis maestros por haberme transmitido sus conocimientos durante el lapso de mi carrera gracias por toda esa paciencia y esfuerzo brindado.

Como dejar de lado a mis colegas quienes siempre estuvieron presentes en el transcurso de este caminar y con quienes compartí momentos gratos e inolvidables.

Andersson Cortez

AGRADECIMIENTO

Quiero dedicar un especial reconocimiento a mi compañero Andersson Cortez, por su contribución para concluir este proyecto. Su compromiso y colaboración fueron fundamentales para superar los obstáculos y alcanzar el éxito. Además, a lo largo de nuestra carrera, Andersson ha sido no solo un excelente compañero, sino también un gran amigo, cuyo apoyo ha sido invaluable.

Agradezco a todos los profesores que formaron parte de este proceso, por su orientación académica, sus enseñanzas y su dedicación a la excelencia educativa. Sus conocimientos y sugerencias han enriquecido enormemente este trabajo.

No puedo dejar de mencionar el apoyo inquebrantable de mi familia. A ellos les debo mi gratitud más profunda por su paciencia, amor y apoyo constante. Su comprensión y aliento fueron mi mayor fortaleza en los momentos difíciles.

Asimismo, quiero expresar mi profundo agradecimiento a la Universidad Técnica del Norte, la institución educativa donde con este trabajo concluyo mi formación académica. Los años que pasé en esta universidad no solo fueron de aprendizaje, sino también de crecimiento personal y de innumerables recuerdos.

Danny Orbe

A Dios por darme la oportunidad de vivir y culminar con éxito esta etapa profesional. A mis padres por confiar siempre en mí y ser ejemplo de lucha constante, impulsándome a seguir adelante.

Al Ing. Paúl Hernández, MSc, como Tutor gracias por sus valiosas aportaciones que hicieron posible culminar con éxito este proyecto investigativo.

A la Universidad Técnica del Norte, Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas, Carrera de Ingeniería Automotriz, por formar profesionales de valores y conocimientos sólidos que contribuyan en el desarrollo del país.

Los cuales han inculcado en mi responsabilidad y rigor académico sin los cuales no podía tener una formación completa como profesional.

Y por último mi eterno agradecimiento a mis familiares, amigos, amigas y demás personas que directa o indirectamente me brindaron su apoyo incondicional en toda esta etapa de mi vida.

Andersson Cortez

ÍNDICE DE CONTENIDOS

	PÁGINA
DEDICATORIA	v
AGRADECIMIENTO	vi
Resumen	13
Abstract	14
Capítulo I	16
Revisión Bibliográfica	16
1.1. Antecedentes	16
1.2. Situación Actual	17
1.3. Prospectiva	17
1.4. Planteamiento del problema	18
1.5. Objetivos	19
1.5.1. Objetivo general	19
1.5.2. Objetivos específicos	19
1.6. Alcance	20
1.7. Justificación	20
1.8. Contexto	20
1.9. Marco Teórico	22
1.9.1. Motor de combustión interna	22
1.9.2. Ciclos de operación del motor de combustión interna	22
1.9.3. Motores eléctricos	24
1.9.4. Baterías	25
1.9.5. Vehículos híbridos	26
1.9.6. Configuración del vehículo híbrido	27
1.9.6. Componentes del vehículo híbrido	29
1.9.7. Unidad del transeje	32
1.9.8. Componentes del transeje	35
1.9.8.1. Motor generador (MG1)	36
1.9.8.2. Motor generador (MG2)	37
1.9.8.3. Inversor/conversor	37
1.9.8.4. Transmisión conjunto de engranajes planetarios	38
1.9.9. Configuración del conjunto de engranajes planetarios	39
1.9.9.2. Corona bloqueada	40
1.9.9.3. Porta satélites bloqueado	41

1.9.9.4.	Planetario bloqueado	41
1.9.9.5.	Satélites bloqueados	42
1.10.	Modo de operación del transeje	42
Capítulo II		44
Materiales y Métodos		44
2.1.	Materiales	44
2.1.1.	Transeje híbrido	44
2.1.2.	Motor generador 1 (MG1)	44
2.1.3.	Motor generador 2 (MG2)	45
2.1.4.	Sistema de transmisión	45
2.1.5.	Banco de baterías	46
2.1.6.	Circuito de carga/descarga	47
2.1.7.	Inversor	47
2.2.	Métodos	48
2.1.2.	Enfoque de la investigación	49
2.2.	Flujograma	49
Resultados y Discusión		51
3.1.	Celdas en cada banco de baterías.	51
3.1.1.	Celdas del banco de baterías 1 con MG1.	51
3.1.2.	Diferencia de descarga de cada celda del banco de baterías 1.	53
3.1.3.	Celdas del banco de baterías 2 con MG1.	54
3.1.4.	Diferencia de descarga de cada celda del banco de baterías 2.	55
3.1.5.	Celdas del banco de baterías 1 con MG2.	56
3.1.6.	Diferencia de descarga de cada celda del banco de baterías 2.	58
3.1.7.	Celdas del banco de baterías 2 con MG2.	59
3.1.8.	Diferencia de descarga de cada celda del banco de baterías 2.	60
3.2.	Amperaje durante la carga de los bancos de baterías.	61
Conclusiones y Recomendaciones		64
4.1.	Conclusiones	64
4.2.	Recomendaciones	65
Bibliografía		66
ANEXOS		69
	ANEXO 1 – INFORME INTRODUCCIÓN	69
	ANEXO 2- INFORME INSTRUCCIONES	75

ANEXO 3 – INFORME BATERÍA	81
ANEXO 4 – INFORME VOLTAJE	86
ANEXO 5 – INFORME CONSUMO	91

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA NÚM.		PÁGINA
1.1.	Modo de operación del transeje	43
3.1.	Mediciones de celdas en banco de baterías 1 con MG1	51
3.2.	Diferencia descarga de celdas del primer banco de baterías	53
3.3.	Voltaje por celdas de banco 2 con MG1	54
3.4.	Diferencia de descarga de celdas del banco 2 con MG1.	55
3.5.	Diferencia de descarga de celdas del banco 1 con MG2.	56
3.6.	Diferencia de descarga de celdas del banco 1 con MG2.	58
3.7.	Diferencia de descarga de celdas del banco 2 con MG2.	59
3.8.	Diferencia de descarga de celdas del banco 2 con MG2.	60
3.9.	Corriente comercial consumida por el sistema de carga.	62

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA NÚM.		PÁGINA
1.1.	Ciclo de trabajo del motor Otto de cuatro tiempos	23
1.2.	Configuración en serie	27
1.3.	Configuración en paralelo	28
1.4.	Configuración combinada serie-paralelo	29
1.5.	Unidad de transeje	33
1.6.	Esquema unidad de potencia y transmisión	34
1.8.	Motor generador 1	36
1.9.	Motor generador 2	37
1.10.	Inversor	38
1.11.	Transmisión conjunto de engranajes planetario	39
1.12.	Conjunto de engranajes planetarios	40
1.13.	Bloqueo de corona	40
1.14.	Bloque del porta satélites	41
1.15.	Bloqueo planetario	41
1.16.	Bloqueo de los satélites	42
2.1.	Transeje híbrido	44
2.2.	Motor generador 1	45
2.3.	Motor generador 2	45
2.4.	Sistema de transmisión	46
2.5.	Banco de baterías	46
2.6.	Circuito carga/batería	47
2.7.	Inversor	48
3.1.	Voltaje por celdas de banco 1 con MG1	52
3.2.	Voltaje respecto al tiempo del banco 1 con MG1	52
3.3.	Diferencia descarga de celdas del primer banco de baterías	53
3.4.	Voltaje por celdas de banco 2 con MG1	54
3.5.	Voltaje respecto al tiempo del banco 2 con MG1	55

3.6.	Diferencia descarga de celdas del segundo banco de baterías	56
3.7.	Voltaje por celdas de banco 1 con MG2	57
3.8.	Voltaje respecto al tiempo del banco 1 con MG2	57
3.9.	Diferencia descarga de celdas del primer banco de baterías con MG2.	58
3.10.	Voltaje por celdas de banco 2 con MG2	59
3.11.	Voltaje respecto al tiempo del banco 2 con MG2	60
3.12.	Diferencia descarga de celdas del segundo banco de baterías	61
3.13.	Corriente en carga de bancos de baterías	62

Resumen

Esta tesis se enfoca en el diseño y construcción de una maqueta funcional de un transeje híbrido, con el propósito de proveer una herramienta didáctica y experimental para el aprendizaje de los sistemas de propulsión de vehículos híbridos. Donde los avances tecnológicos son cada vez más relevantes en la industria automotriz, la implementación de un transeje híbrido en la maqueta busca servir como un instrumento didáctico para los estudiantes de Ingeniería Automotriz, permitiéndoles realizar pruebas y mediciones para comprender mejor esta tecnología moderna.

La metodología utilizada se basa en el método bibliográfico, recurriendo a fuentes como archivos, libros, revistas y medios en línea. Esto ha permitido establecer las bases teóricas necesarias para el desarrollo de la maqueta, así como identificar los componentes esenciales para su diseño y construcción.

Entre las novedades que brinda esta maqueta es el desarrollo del sistema de carga, que utiliza energía comercial para mantener la carga de las baterías, junto con testigos de monitoreo para verificar el estado de la carga durante el funcionamiento de la maqueta.

Los hallazgos principales de esta investigación incluyen el análisis del estado de los bancos de baterías, donde se observó que el banco de baterías 2 presenta un desgaste mayor en comparación con el banco de baterías 1. Los resultados de las pruebas demostraron que al alimentar el MG1, el banco de baterías 1 tuvo una descarga del 2.51%, mientras que el banco de baterías 2 mostró una descarga del 3.76%. Por otro lado, al alimentar el MG2, la descarga fue del 1.85% para el banco de baterías 1 y del 3.10% para el banco de baterías 2.

En conjunto, este trabajo contribuye al conocimiento y comprensión de los sistemas de propulsión de vehículos híbridos, proporcionando una herramienta valiosa para la educación y la investigación en el campo de la Ingeniería Automotriz.

Abstract

This thesis focuses on the design and construction of a functional model of a hybrid transaxle, with the purpose of providing a didactic and experimental tool for the learning of hybrid vehicle propulsion systems. Where technological advances are increasingly relevant in the automotive industry, the implementation of a hybrid transaxle in the mock-up seeks to serve as a didactic tool for Automotive Engineering students, allowing them to perform tests and measurements to better understand this modern technology.

The methodology used is based on the bibliographic method, resorting to sources such as archives, books, magazines, and online media. This has made it possible to establish the theoretical bases necessary for the development of the model, as well as to identify the essential components for its design and construction.

Among the novelties provided by this model is the development of the charging system, which uses commercial power to maintain the charge of the batteries, along with monitoring tokens to verify the state of charge during the operation of the model.

The main findings of this research include the analysis of the condition of the battery banks, where it was observed that battery bank 2 shows a higher wear compared to battery bank 1. The test results showed that when feeding MG1, battery bank 1 had a discharge of 2.51%, while battery bank 2 showed a discharge of 3.76%. On the other hand, when feeding MG2, the discharge was 1.85% for battery bank 1 and 3.10% for battery bank 2.

Overall, this work contributes to the knowledge and understanding of hybrid vehicle propulsion systems, providing a valuable tool for education and research in the field of Automotive Engineering.

Introducción

En el contexto actual de preocupación creciente por la eficiencia energética y la sostenibilidad ambiental, la industria automotriz se encuentra en constante búsqueda de soluciones innovadoras que reduzcan el consumo de combustible y las emisiones de gases contaminantes. En este sentido, el transeje híbrido se ha posicionado como una tecnología prometedora y una alternativa viable a los sistemas de transmisión convencionales en los vehículos.

El transeje híbrido combina la potencia de un motor de combustión interna convencional con uno o varios motores eléctricos, aprovechando las ventajas de ambos sistemas para lograr un rendimiento óptimo y una mayor eficiencia energética. Este enfoque híbrido permite la optimización de la distribución de potencia y torque, así como el aprovechamiento de la energía regenerativa durante la desaceleración y el frenado, lo que resulta en un menor consumo de combustible y una reducción significativa de las emisiones contaminantes.

La presente tesis tiene como objetivo principal analizar el funcionamiento del transeje híbrido, implementando una maqueta funcional enfocada a complementar los conocimientos teóricos, mediante guías de práctica. Se buscará comprender los principios de funcionamiento de este sistema de transmisión híbrido, así como evaluar su desempeño en términos de eficiencia energética.

A través de una revisión exhaustiva de la literatura existente, se profundiza en los conceptos teóricos y las investigaciones previas relacionadas con el transeje híbrido, con el propósito de establecer una base sólida de conocimiento en el área de estudio. Asimismo, se examina los aspectos económicos y medioambientales asociados al transeje híbrido, incluyendo el análisis de costos y beneficios para los consumidores y la evaluación del impacto ambiental de esta tecnología.

Es importante destacar que esta investigación no solo se enfoca en las características técnicas y las ventajas del transeje híbrido, sino también en las limitaciones y desafíos que podrían obstaculizar su adopción generalizada. Se buscará identificar las barreras existentes y plantear posibles recomendaciones para superarlas, con el objetivo de promover el uso de esta tecnología y contribuir a la mejora del rendimiento y la sostenibilidad de los vehículos.

Capítulo I

Revisión Bibliográfica

1.1. Antecedentes

La constante demanda de transporte y la creciente preocupación por los efectos negativos del cambio climático y la contaminación del aire han generado la necesidad de encontrar soluciones innovadoras y sostenibles en la industria automotriz. En respuesta a estos desafíos, se ha desarrollado el transeje híbrido como una alternativa prometedora a los sistemas de transmisión convencionales en los vehículos (Hossain, Kumar, & Moinul, 2022).

El transeje híbrido combina un motor de combustión interna convencional con uno o varios motores eléctricos, permitiendo el funcionamiento en diferentes modos, ya sea utilizando únicamente el motor de combustión, el motor eléctrico o una combinación de ambos. Esta configuración híbrida ofrece ventajas significativas en términos de eficiencia energética y reducción de emisiones, al aprovechar la potencia y torque de ambos sistemas de manera óptima (Amaguaya & Solano, 2010).

El concepto de transeje híbrido no es nuevo, ya que se remonta a los primeros intentos de combinar motores eléctricos y motores de combustión interna en el siglo XIX. Sin embargo, es en las últimas décadas cuando ha experimentado un rápido desarrollo tecnológico y una creciente adopción en la industria automotriz (Waliño, 2020).

La introducción del Toyota Prius en Japón en 1997 marcó un hito importante en la popularización de los vehículos híbridos y la tecnología del transeje híbrido. Desde entonces, otros fabricantes de automóviles han seguido su ejemplo, lanzando al mercado una amplia variedad de modelos híbridos equipados con transeje híbrido. Estos vehículos han ganado reconocimiento y aceptación por parte de los consumidores, principalmente debido a su mayor eficiencia de combustible y la reducción de las emisiones de gases contaminantes (Carrillo, 2018).

La investigación y desarrollo en el campo del transeje híbrido se ha centrado en mejorar la eficiencia del sistema, la capacidad de almacenamiento de energía, la durabilidad de las baterías y la reducción de costos. Además, se ha explorado la posibilidad de combinar el transeje híbrido con otras tecnologías, como la propulsión eléctrica pura (vehículos

eléctricos enchufables) o la celda de combustible de hidrógeno, para aumentar aún más la eficiencia y reducir las emisiones (Gautam, Tariq, Urooj, Prakash, & Verma, 2022).

Los antecedentes del transeje híbrido muestran su evolución desde los primeros intentos de combinación de motores eléctricos y de combustión interna hasta su adopción generalizada en la industria automotriz actual. A medida que la demanda de transporte eficiente y respetuoso con el medio ambiente continúa en aumento, el transeje híbrido se posiciona como una tecnología clave en la transición hacia una movilidad más sostenible. Sin embargo, aún existen desafíos por superar en términos de costos, durabilidad de las baterías y desarrollo de infraestructura de carga, lo que requiere una investigación continua y un enfoque integral para maximizar el potencial de esta tecnología (Navarrete, 2022).

1.2. Situación Actual

Los fabricantes de vehículos han tenido que adaptarse a las tendencias tecnológicas, por ello actualmente existente variedad de modelos híbridos. A pesar de estar varios años ya en el mercado, sus ventas se mantienen relativamente bajas a comparación con los vehículos de combustión interna (Madichetty, Mishra, & Basu, 2021).

Uno de los fabricantes más conocidos es Toyota, que cuenta ya con varias generaciones del vehículo híbrido más popular, como es el Prius, vendido en más de setenta países (Holguín, 2015).

1.3. Prospectiva

El transeje híbrido presenta un panorama alentador en términos de eficiencia, durabilidad y rendimiento en los sistemas de propulsión de vehículos híbridos. Las soluciones actuales han demostrado su capacidad para desarrollar sistemas de propulsión eficaces y eficientes, proporcionando una mayor durabilidad y vida útil.

Los híbridos paralelos, que combinan un motor de combustión interna (MCI) y un motor eléctrico, ofrecen diversas configuraciones en términos del equilibrio entre ambos motores para proporcionar potencia motriz. Dependiendo de la estrategia adoptada, ya sea priorizando el uso del motor MCI o del motor eléctrico, se puede lograr una mayor eficiencia y rendimiento. Aunque se clasifican como híbridos leves debido a la falta de modos exclusivamente de combustión eléctrica o interna, estos sistemas híbridos paralelos aún

ofrecen ventajas en términos de flexibilidad y reducción de emisiones en el punto de uso (Amaguaya & Solano, 2010).

Sin embargo, la perspectiva más prometedora se encuentra en los sistemas híbridos en serie. Estos sistemas incorporan una batería eléctrica intermedia entre el generador y los motores eléctricos de tracción, actuando como un amortiguador de energía. Esta configuración permite lograr argumentos sólidos de mayor flexibilidad, eficiencia y emisiones reducidas en el punto de uso. Al proporcionar un modo exclusivamente eléctrico, estos sistemas híbridos en serie pueden maximizar la eficiencia y reducir significativamente las emisiones en situaciones de tráfico pesado o conducción urbana (Gautam, Tariq, Urooj, Prakash, & Verma, 2022).

La perspectiva futura se centra en el continuo desarrollo de sistemas híbridos más avanzados, que integren tecnologías de almacenamiento de energía más eficientes y duraderas, como las baterías de estado sólido. Además, se espera una mayor investigación y desarrollo en la optimización de la gestión de energía y la electrónica de potencia, lo que permitirá una integración más fluida y una mayor eficiencia global del sistema híbrido (Cuevas, 2020).

En conclusión, la perspectiva de este sistema se fundamenta en la constante mejora de la eficiencia, durabilidad y rendimiento de los sistemas de propulsión de vehículos híbridos. La transición hacia sistemas híbridos en serie, junto con los avances en tecnologías de almacenamiento de energía y gestión de energía, promete lograr una eficiencia superior y una reducción sustancial de emisiones en el futuro. Estas perspectivas estimulan la continuación de la investigación y desarrollo de soluciones híbridas más avanzadas, con el objetivo de impulsar la movilidad sostenible y contribuir significativamente a la mitigación del cambio climático (Offer, y otros, 2013).

1.4. Planteamiento del problema

El presente proyecto de investigación surge con el fin de complementar los conocimientos adquiridos en el transcurso de la carrera, tanto en los modos de operación y mecanismos, como en el manejo de herramientas específicas. Esta falta de divulgación y conocimiento sobre la tecnología híbrida ha generado desconfianza en la sociedad en general a la hora de considerar la adquisición de un automóvil de este tipo, debido a su alto costo inicial y a las posibles complicaciones y costos asociados a su mantenimiento y reparaciones.

El principal objetivo de la combinación del motor de combustión interna y el motor eléctrico en un sistema híbrido es reducir las emisiones contaminantes, contribuyendo así a la conservación del medio ambiente. Sin embargo, para lograr un desempeño eficiente en los diferentes modos de operación, es necesario comprender en profundidad tanto los componentes que conforman el sistema de transeje híbrido como su funcionamiento electromecánico (Farinango, 2020).

Es así que, tanto los componentes fundamentales como el funcionamiento electromecánico que conforman el sistema de transeje híbrido se enfoca como el centro de investigación en esta tesis. La complejidad de los diversos elementos que componen este sistema, así como la interacción entre la parte mecánica y eléctrica, plantean desafíos significativos que requieren un análisis detenido. La meta final es obtener una visión comprensiva que permita no solo la construcción de la maqueta, sino también el desarrollo de conocimientos sólidos en la temática, contribuyendo así al avance y perfeccionamiento de la enseñanza y entendimiento de los sistemas de propulsión de vehículos híbridos.

1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivo general

Diseñar y construir una maqueta funcional de un transeje híbrido, con el fin de proporcionar una herramienta didáctica y experimental que contribuya al aprendizaje de los sistemas de propulsión de vehículos híbridos.

1.5.2. Objetivos específicos

- Investigar bibliográficamente el funcionamiento del transeje híbrido.
- Diseñar un banco de pruebas que permita el funcionamiento de la maqueta.
- Implementar una maqueta funcional del transeje híbrido para la carrera de Ingeniería Automotriz.
- Desarrollar guías de práctica del transeje híbrido.

1.6. Alcance

El presente proyecto pretende diseñar y construir una maqueta de transeje híbrido. Por lo que es necesario adquirirlo, siendo este de una marca reconocida y común en el mercado automotriz nacional. Esto conlleva a trabajar con información de fácil acceso y fiable, permitiendo estudiar el funcionamiento electromecánico de los componentes que integran este sistema en sus modos de operación.

1.7. Justificación

Tras los crecientes avances tecnológicos desarrollados en el campo automotriz, especialmente los que se enfocan a la preservación del medio ambiente, permitiendo la reducción del consumo de combustibles derivados del petróleo, por lo que hemos observado que existe mayor aceptación de vehículos híbridos en nuestro entorno. Según las cifras de ventas de vehículos híbridos de la AEADE 2021, muestra que hay un incremento mes a mes, llegando al pico más alto en diciembre de 2020 con 253 unidades vendidas (Asociación de Empresas Automotrices del Ecuador, 2021).

A pesar del crecimiento de la comercialización de vehículos con esta tecnología, existe una limitada información acerca del funcionamiento y su mantenimiento, por lo que nos incita a realizar este proyecto que servirá como fuente de información didáctica para el conocimiento de los estudiantes de la Universidad Técnica del Norte.

1.8. Contexto

Un banco de transeje híbrido para realizar pruebas de funcionamiento y análisis de los modos de operación está orientado a mejorar el grado de conocimiento y aprendizaje de tecnologías que han ido desarrollándose a lo largo de la historia automotriz y que podemos encontrarlas presentes en vehículos modernos que transitan en nuestro territorio.

La implementación de un transeje híbrido pretende aportar de un instrumento didáctico para los alumnos de la Carrera de Ingeniería Automotriz, al disponer de un banco de pruebas para efectuar mediciones y prácticas proporcionando datos técnicos de este tipo de tecnología moderna.

Uno de los avances tecnológicos desarrollados para proteger el medio ambiente son los vehículos híbridos. Dado que se utiliza energía eléctrica y mecánica para el lanzamiento, estas configuraciones de vehículos pueden ser en paralelo y en serie. En una configuración paralela, el movimiento se transfiere a las ruedas por el motor eléctrico y el motor de combustión interna (MCI). A diferencia de la composición en serie, el motor de combustión interna se emplea únicamente para generar energía que alimenta al motor eléctrico y este acciona las ruedas (Camarillo, 2018).

1.9. Marco Teórico

1.9.1. Motor de combustión interna

La contribución clave de inventores como Nikolaus Otto, quien en la década de 1870 desarrolló el motor de cuatro tiempos, estableciendo los fundamentos de los motores de combustión interna modernos. A partir de ese momento, el motor de combustión interna experimentó una rápida evolución, impulsando la revolución industrial y transformando la forma en que se transporta y se genera energía. Los motores de combustión interna han sido una innovación clave en el desarrollo de la sociedad moderna y han tenido un impacto significativo en la forma en que nos transportamos y generamos energía (Fanelli, 2020).

Los motores de combustión interna han experimentado una rápida evolución a lo largo del tiempo. La introducción de la inyección de combustible, los sistemas de encendido electrónico y la optimización de la relación aire-combustible, han mejorado la eficiencia y el rendimiento de estos motores (Gaviria, Mora, & Agudelo, 2001).

En la actualidad, se continúa investigando y desarrollando motores de combustión interna más eficientes y limpios, en respuesta a la creciente preocupación por las emisiones y la sostenibilidad. También se están explorando tecnologías híbridas y eléctricas como alternativas más ecológicas (Gautam, Tariq, Urooj, Prakash, & Verma, 2022).

1.9.2. Ciclos de operación del motor de combustión interna

El ciclo operativo es la secuencia de operaciones que se llevan a cabo dentro del cilindro y se repiten de manera periódica. La medida de la duración de este ciclo se establece a través del número de carreras del pistón requeridas para completarlo. En este sentido, se clasifican motores de cuatro tiempos cuando el ciclo completo se ejecuta en cuatro carreras del pistón (Escobar, 2010).

En relación con el funcionamiento del motor, se define una carrera como la distancia que atraviesa el pistón en el cilindro desde el Punto Muerto Inferior (PMI) hasta el Punto Muerto Superior (PMS) asociado con el ciclo del motor. En el caso de un motor de cuatro tiempos, se distinguen carreras específicas, a saber, las carreras de admisión, compresión, expansión (o trabajo) y escape (Rafael & Hernández, 2014)

Ciclo de trabajo del motor Otto de cuatro tiempos.

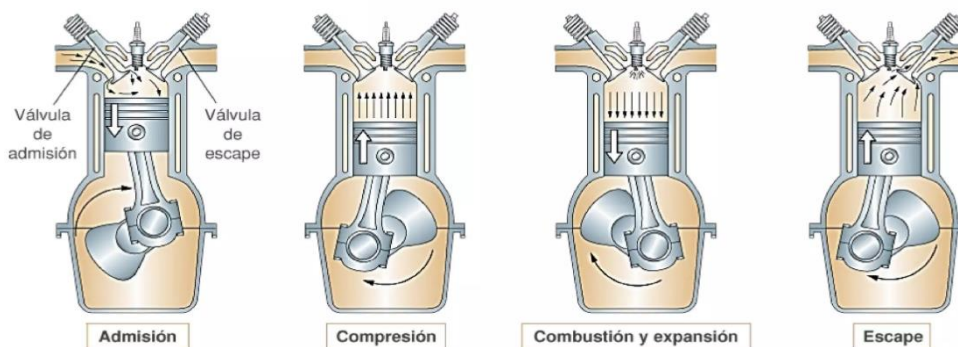


Figura 1.1. Ciclo de trabajo del motor Otto de cuatro tiempos

(Colado, 2015).

- **Admisión:** Cuando el pistón se encuentra en el punto más alto o punto muerto superior (PMS) y está a punto de iniciar su descenso, se procede a la apertura de la válvula de admisión. Este mecanismo posibilita la entrada controlada de aire o de la mezcla de aire y combustible en la cámara de combustión a una presión constante durante el descenso del pistón. Este proceso es esencial para la preparación de la mezcla que será utilizada en la subsiguiente fase del ciclo del motor (Fidalgo, 2023).
- **Compresión:** Al concluir el recorrido descendente del pistón hasta alcanzar el Punto Muerto Inferior (PMI), se procede al cierre de la válvula de admisión, mientras que la válvula de escape permanece cerrada. En este punto, el pistón inicia su movimiento ascendente, provocando la compresión del aire o de la mezcla de aire y combustible contenidos en el cilindro. Esta compresión se produce a medida que el volumen del cilindro disminuye con el ascenso del pistón (Fidalgo, 2023).
- **Explosión o Expansión:** Cuando el pistón está a punto de alcanzar su Punto Muerto Superior (PMS) y el aire y el combustible están comprimidos, se lleva a cabo la inyección de la mezcla explosiva mediante una chispa eléctrica. Esta fuente de ignición desencadena una explosión en la mezcla sometida a presión, liberando energía que impulsa el pistón hacia abajo. Esta fase se conoce como la fase de trabajo o esfuerzo, ya que es en este momento cuando se realiza el trabajo en el motor (Rafael & Hernández, 2014).
- **Escape:** Tras la combustión de la mezcla de aire y combustible, el pistón llega al punto más bajo y comienza su trayecto ascendente. Durante este proceso, la válvula de

admisión permanece cerrada, y se procede a la apertura de la válvula de escape, permitiendo así la expulsión de los gases resultantes de la combustión. En este punto, nuevamente se llevan a cabo de manera casi simultánea dos procesos característicos del ciclo Otto, la transferencia de calor al entorno a presión constante (dado que la válvula de escape está abierta, no hay variaciones significativas de presión) y la evacuación de la cámara de combustión, preparándola para un nuevo ciclo (Escobar, 2010).

1.9.3. Motores eléctricos

Los motores eléctricos son dispositivos que convierten la energía eléctrica en energía mecánica, aprovechando el principio de la inducción electromagnética. Estos motores se basan en la interacción de campos magnéticos generados por corrientes eléctricas y permiten una amplia variedad de aplicaciones en distintos sectores (Fundación Red de Energía - BUNCA, 2009).

En cuanto a su funcionamiento, los motores eléctricos constan de una parte estacionaria llamada estator, que genera un campo magnético giratorio, y una parte móvil conocida como rotor, que se ve impulsada por la interacción de los campos magnéticos. Esta interacción produce un movimiento rotativo que impulsa el eje de salida del motor (Contreras & Sánchez, 2010).

Los motores eléctricos para vehículos híbridos y eléctricos se clasifican principalmente en dos categorías, los conmutados y no conmutados. Los motores conmutados de CA es parte de la antigua tecnología, siendo actualmente los más usados, los motores de reluctancia variable y motor sin escobillas. El desarrollo constante de la tecnología ha ubicado a los motores de corriente alterna como la alternativa principal para el uso en vehículos de este tipo. Debido a la gran potencia que provee, además del bajo costo y su alta confiabilidad, ahorrando también costos de mantenimiento (Palafox, 2009).

Una de las ventajas clave de los motores eléctricos es su alta eficiencia energética en comparación con otras formas de propulsión. Aprovechan la electricidad de manera eficiente y generan menos pérdidas por fricción y calor en comparación con los motores de combustión interna. Además, los motores eléctricos no emiten gases contaminantes directamente durante su funcionamiento, lo que los convierte en una opción atractiva desde el punto de vista ambiental (Grupo WEG , 2016).

1.9.4. Baterías

Las baterías son dispositivos que almacenan energía eléctrica, producto de un proceso electroquímico entre sus componentes. Las baterías no producen energía eléctrica sin antes suministrarles electricidad, esto se da porque son generadores secundarios (Cabrera & Calle, 2016).

La potencia y energía proporcionada por las baterías es muy bajo en comparación a las obtenidas de la combustión dentro del MCI, por lo que es necesario un conjunto grande de baterías para obtener valores de potencia justos. Esto conlleva a inconvenientes en la disposición dentro de un vehículo, además del principal que es la autonomía (Palafox, 2009).

1.9.4.1. Tipos de baterías

- **Plomo – ácido**

Se componen de plomo en el electrodo positivo y óxido de plomo en el electrodo negativo, produciendo una solución de ácido sulfúrico como electrolito. Siendo estas de las más comunes, además de ser muy resistentes a golpes, su costo relativamente bajo y su seguridad, son de las más comunes en vehículos (Cabrera & Calle, 2016).

- **Níquel – cadmio**

Estas baterías están conformadas por óxido de níquel para el electrodo positivo y cadmio para la parte negativa. Aptas para descargas excesivas, muy eficientes al momento de una descarga rápida. Su capacidad de potencia es más elevada que la anterior, poseen larga vida. Su principal desventaja es el costo es elevado como también lo altamente contaminante que es el cadmio (Cabrera & Calle, 2016).

- **Níquel – hidruro metálico**

Su electrodo positivo es el hidróxido de níquel y el negativo una aleación como el hidrógeno absorbido, siendo el hidróxido de potasio el producto de esta reacción. Su desventaja se encuentra en su alta capacidad de descarga (Cabrera & Calle, 2016).

- **Ion – litio**

En la actualidad esta es la más usada en vehículos híbridos, debido a sus múltiples ventajas como la alta densidad de energía, descarga plana, soporta gran variedad de temperatura y su alta duración de almacenaje (Cabrera & Calle, 2016).

1.9.5. Vehículos híbridos

Los vehículos híbridos son una combinación de un motor de combustión interna y un motor eléctrico, lo que les permite ofrecer un ahorro significativo de combustible y emitir cero emisiones en comparación con los vehículos convencionales. La invención de los motores híbridos surgió como una respuesta a la necesidad de mejorar la eficiencia del consumo de combustible en los automóviles y aumentar su potencia mediante la integración de los motores de gasolina y los motores eléctricos (Perez, 2014).

En general, esta combinación de un motor de combustión interna y un motor eléctrico en los vehículos híbridos gasolina-eléctricos permite una utilización más eficiente de la energía y un menor consumo de combustible. Además, la capacidad de recuperación de energía a través del motor eléctrico actuando como generador y la posibilidad de funcionar únicamente con el motor eléctrico contribuyen a reducir las emisiones contaminantes y mejorar la sostenibilidad medioambiental (Martínez).

1.9.5.1. Funcionamiento de los vehículos híbridos

El funcionamiento de un vehículo híbrido se basa en la combinación de un motor de combustión interna y un motor eléctrico, utilizando varios sistemas para optimizar la eficiencia y reducir el consumo de combustible. Uno de estos sistemas es el start-stop, el cual enciende y apaga el motor de combustión interna según sea necesario. En trayectos cortos y a velocidades bajas, el vehículo puede operar exclusivamente con el motor eléctrico, mientras que en trayectos más largos y a velocidades altas, ambos motores trabajan en conjunto (Camarillo, 2018).

El sistema de un vehículo híbrido se complementa con un engranaje central conectado a un generador que se encarga de cargar las baterías. Este generador es accionado por el motor de gasolina y proporciona potencia adicional al motor eléctrico. Esta configuración es fundamental para el funcionamiento eficiente del motor híbrido (Camarillo, 2018).

1.9.6. Configuración del vehículo híbrido

19.6.1. Configuración en serie

En los vehículos híbridos en serie, la potencia para mover el vehículo proviene v principalmente de un motor eléctrico. Este motor utiliza la electricidad generada por un generador que es accionado por un motor de combustión interna. Esta configuración ofrece ventajas significativas, especialmente en términos de rendimiento y autonomía, gracias al motor eléctrico que opera en la ciudad y se alimenta tanto de las baterías como del generador (Perez, 2014).

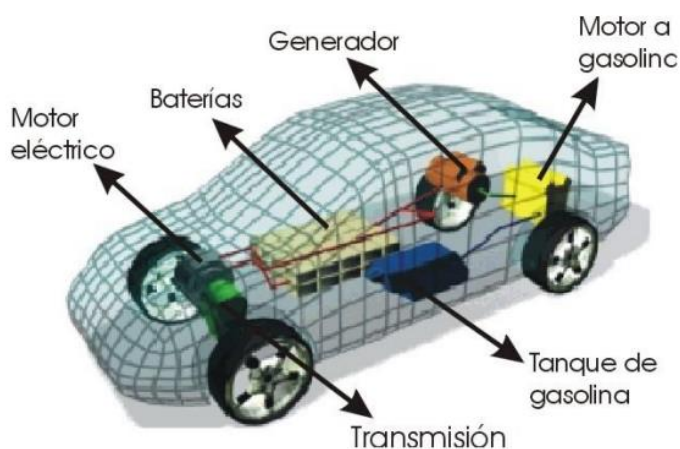


Figura 1.2.Configuración en serie

(Martínez)

En el diagrama anterior, se puede apreciar una disposición lineal de los componentes del sistema híbrido, que comienza con el tanque de gasolina y se conecta eventualmente con la transmisión del automóvil. Esta disposición en línea permite un flujo fluido de energía y movimiento a lo largo del sistema, desde la fuente de combustible hasta la transmisión, asegurando un funcionamiento eficiente y coordinado de los componentes híbridos (Martínez).

1.9.5.2. Configuración en paralelo

En los vehículos híbridos en paralelo, tanto el motor eléctrico como el motor de combustión interna colaboran simultáneamente para proporcionar la potencia necesaria a las ruedas del vehículo. El motor de combustión interna se activa cuando se requiere mayor potencia,

mientras que el motor eléctrico opera en situaciones de baja velocidad, utilizando la energía almacenada en las baterías para alimentarse. Esta configuración permite aprovechar la eficiencia y autonomía del motor eléctrico en condiciones urbanas, al tiempo que se cuenta con la potencia adicional del motor de combustión interna cuando es necesario (Pañero, 2019).

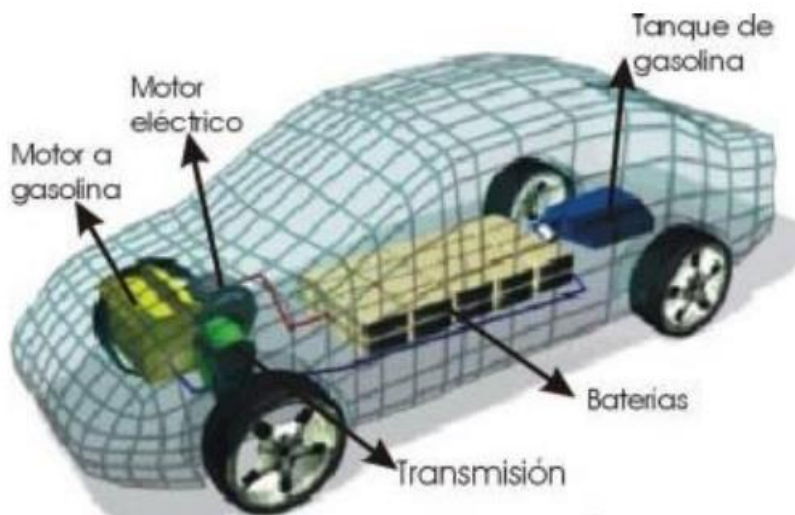


Figura 1.3. Configuración en paralelo

(Martínez)

En la figura se ilustra una configuración común en paralelo de un vehículo híbrido, donde se observa que el tanque de combustible y el motor de gasolina se conectan a la transmisión del automóvil. Al mismo tiempo, las baterías y el motor eléctrico se conectan de forma independiente a la transmisión. Esta configuración paralela permite que ambos motores contribuyan a la propulsión del automóvil. Como resultado, el motor de gasolina proporciona potencia en situaciones de mayor demanda, mientras que el motor eléctrico suministra energía en situaciones de menor velocidad o en entornos urbanos. La combinación de ambos motores en esta configuración híbrida paralela ofrece una mayor eficiencia y flexibilidad en el rendimiento del vehículo (Martínez).

1.9.5.3. Configuración combinado serie-paralelo

El sistema híbrido serie-paralelo ofrece la ventaja de aprovechar el régimen más eficiente de cada motor. En situaciones de baja velocidad, el motor eléctrico, respaldado por las baterías, proporciona suficiente potencia para propulsar el vehículo de manera eficiente. Sin embargo, cuando se necesita mayor velocidad, el motor de combustión interna se activa para suministrar potencia adicional. Esta configuración permite aprovechar las fortalezas de cada motor según las demandas de conducción, logrando un equilibrio óptimo entre eficiencia y rendimiento en diferentes condiciones (Pañero, 2019).

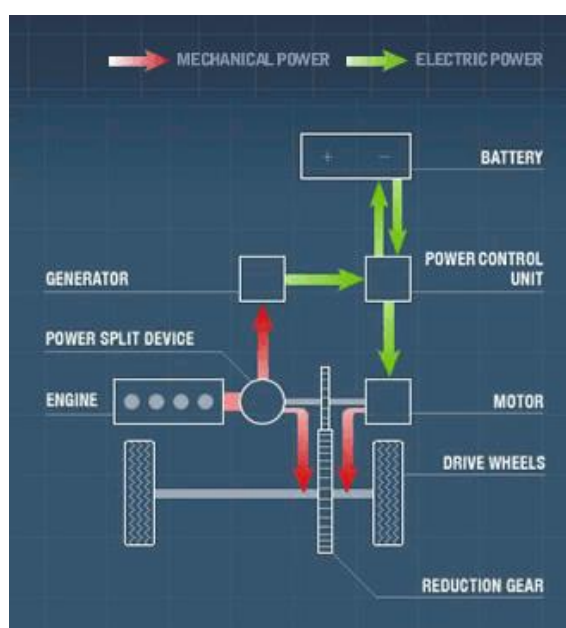


Figura 1.4. Configuración combinada serie-paralelo

(e-auto, 2023)

1.9.6. Componentes del vehículo híbrido

Los vehículos híbridos están compuestos de varios componentes para interactuar de manera coordinada y lograr una eficiencia en su desempeño, estos pueden tener conexión en paralelo, serie y combinado (serie-paralelo).

Algunos de los componentes comunes en los vehículos híbridos incluyen:

1.9.6.1. Motor de combustión

En un motor de combustión interna, se introduce una combinación de aire y combustible. En los motores de encendido por chispa, la mezcla solía prepararse en el carburador y luego se conducía al cilindro. Sin embargo, en la actualidad, este proceso se lleva a cabo mediante inyectores, lo que posibilita un ahorro de combustible y una mayor eficiencia en su utilización (Rafael & Hernández, 2014).

La eficacia máxima constante de un motor de combustión, junto con la recuperación de energía durante el frenado (particularmente beneficiosa en entornos urbanos), resulta en un rendimiento superior en comparación con los vehículos convencionales. Un sistema electrónico está disponible para discernir el motor a emplear y el momento oportuno para su utilización (Cajamarca & García, 2010).

El funcionamiento del motor de combustión interna se inicia al aumentar la velocidad o al requerir más potencia en el vehículo, o cuando la computadora de un automóvil híbrido detecta que el Estado de Carga de la Batería (SOC) ha alcanzado su nivel mínimo. El encendido del motor de combustión interna se realiza de manera automática, sin que el conductor perciba el cambio o el funcionamiento de uno u otro motor. Esta transición se visualiza únicamente en el monitor del vehículo, proporcionando información sobre los flujos de energía térmica y eléctrica, el estado de carga de la batería, y la recuperación de energía a través del freno regenerativo. La recuperación de energía ofrece notables ventajas al evitar el desperdicio de energía, ya que durante el frenado se recargan las baterías (Espinoza & Flores, 2019).

1.9.6.2. Moto generadores

El sistema híbrido cuenta con un motor eléctrico específico, se trata de un motor de inducción de jaula de ardilla diseñado para funcionar con alimentación trifásica. Este tipo de motor, también conocido como motor asíncrono, forma parte integral del sistema híbrido (Romo & Hidalgo, 2013).

Por otra parte, el motor generador debe tener la capacidad de generar energía eléctrica de manera rápida y ajustarse a las condiciones operativas del vehículo en el momento necesario, manteniendo una eficiencia elevada. Estos dispositivos transforman el trabajo del motor de combustión interna en electricidad y pueden desempeñar la función de motor de arranque

para el motor térmico. Es importante destacar que los moto generadores operan con corriente alterna trifásica (Espinoza & Flores, 2019).

1.9.6.3. Batería

Los vehículos híbridos tienen una batería recargable que almacena energía eléctrica para ser utilizada por los motores eléctricos. La batería se recarga mediante la recuperación de energía cinética durante el frenado regenerativo y también puede recargarse conectando el vehículo a una fuente de energía externa (Martínez).

1.9.6.4. Conversor/inversor

El inversor es un componente clave en el sistema de propulsión de los vehículos híbridos. Su función principal es convertir la corriente continua almacenada en las baterías en corriente alterna para alimentar el motor eléctrico. De esta manera, el motor eléctrico puede funcionar utilizando la energía suministrada por las baterías (Pañero, 2019).

1.9.6.5. Componentes importantes del Conversor/Inversor

Los siguientes componentes son los más importantes que conforman el inversor:

- **Condensadores:** En las fases en las que se emplea electrónica de potencia, resulta esencial recargar la batería de alta tensión (HV), y en este proceso, los condensadores desempeñan un papel crucial. Estos componentes están distribuidos en diversas partes del circuito, desempeñando un papel crucial en la gestión de la potencia y su disipación. Estos acumuladores nos permiten modular y controlar la potencia de manera efectiva (Barros, 2018).
- **Resistencias:** Dentro del circuito, las resistencias juegan un papel crucial al garantizar la protección de los elementos. Sin su presencia, existe el riesgo de que el circuito quede energizado incluso después de apagar el vehículo, generando tensiones que podrían representar peligros para el sistema y sus componentes (Espinoza & Flores, 2019).
- **Modulo IPM:** El módulo IPM desempeña la función de controlar los transistores IGBT. Estos transistores, mediante activación y desactivación en intervalos muy breves, generan las ondas senoidales. Cabe destacar que presentan características eléctricas que les permiten operar eficientemente a altas frecuencias y con cargas considerables. Este módulo no solo protege la memoria del circuito, sino que también

se encarga de completar la salida de potencia hacia los moto generadores (Barros, 2018).

- **Transistores IGBT:** Mediante la conmutación de los transistores IGBT, el inversor tiene la capacidad de transformar la corriente proveniente de la batería de alto voltaje. Este proceso se lleva a cabo gracias a la excitación del conjunto de 6 transistores internos que utilizan compuertas aisladas tipo MOSFET. Estas compuertas controlan la conmutación a través del voltaje, no de la corriente. Dado que la activación se realiza mediante MOSFET, la excitación se realiza en la base. En la llave electrónica, donde se emplea un dispositivo bipolar, el colector sirve como fuente y el emisor como la conexión al circuito a conmutar (Barros, 2018).

1.9.7. Unidad del transeje

En lugar de utilizar una transmisión con diferencial o transable por correas de empuje CVT (Transmisión Continuamente Variable), se decidió diseñar un transeje electrónico. Este diseño permitía juntar o dividir la potencia desde los motores eléctricos/generadores gemelos (MG1 y MG2) y el motor de combustión interna (MCI). (Druant, Vansompel, De Belie, & Sergeant, 2018)

El transeje electrónico utiliza un dispositivo divisor de potencia (PSD) o Power Split Division, conocido como "caja de engranajes divisores de potencia". Este transeje tiene un conjunto de engranajes planetarios, donde el orbital de los engranajes planetarios está conectado al eje del cigüeñal del motor de combustión interna (MCI), el engranaje central (engranaje solar) está conectado al motor generador 1 (MG1), y la corona dentada está conectada al motor generador 2 (MG2) (Druant, Vansompel, De Belie, & Sergeant, 2018).

El transeje PSD permite una distribución eficiente de la potencia entre el motor de combustión interna y los motores generadores. Esto permite que el vehículo funcione en diferentes modos de propulsión, aprovechando la combinación óptima de los distintos componentes para lograr la máxima eficiencia en la conducción (Druant, Vansompel, De Belie, & Sergeant, 2018).

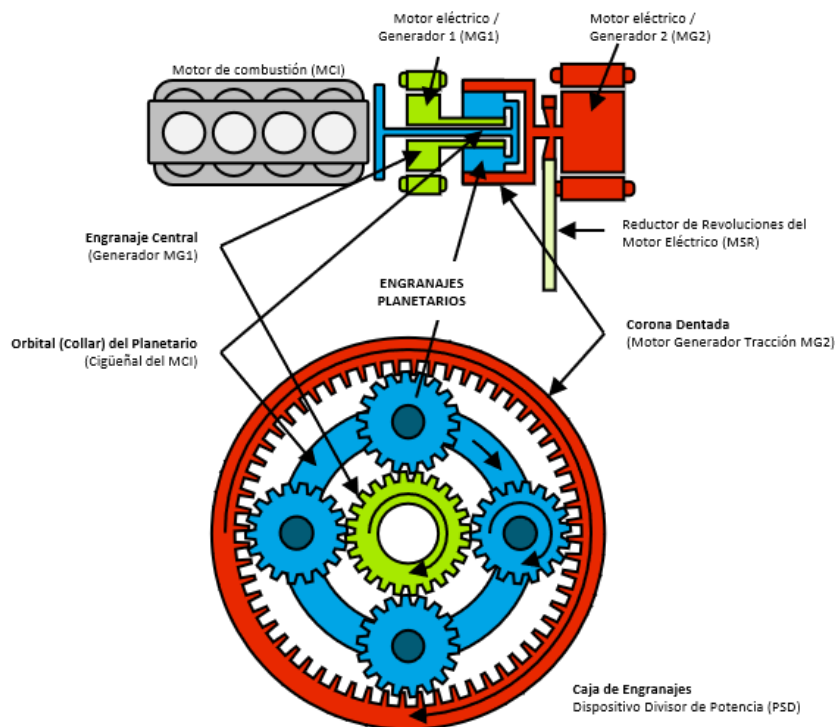


Figura 1.5. Unidad de transeje

(Barros, 2018)

El divisor de potencia (PSD) en el sistema de transmisión del Toyota Prius permite diferentes modos de funcionamiento, como la "circulación en serie de la potencia" y la "circulación en paralelo de la potencia" (Espinoza & Flores, 2019).

En la circulación en serie de la potencia, el PSD permite que solo el motor eléctrico de tracción (MG2) impulse al vehículo. En este modo, el motor de combustión interna (MCI) no está directamente conectado a las ruedas y su principal función es accionar el generador (MG1) para recargar la batería de alta tensión. Durante la circulación en serie, el PSD puede hacer que el MCI impulse al generador, lo que contribuye a la recarga de la batería de alta tensión (Espinoza & Flores, 2019).

En la circulación en paralelo de la potencia, el PSD permite que tanto el motor de combustión interna (MCI) como el motor eléctrico de tracción (MG2) contribuyan al impulso del vehículo. En este modo, el MCI y el MG2 pueden trabajar juntos para proporcionar potencia y aceleración al vehículo (Druant, Vansompel, De Belie, & Sergeant, 2018).

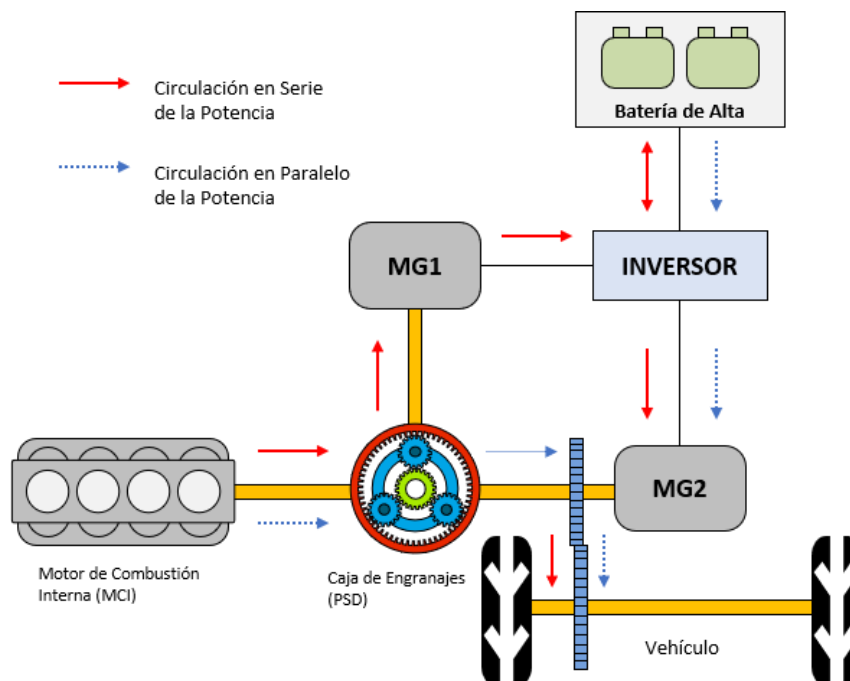


Figura 1.6. Esquema unidad de potencia y transmisión

(Madichetty, Mishra, & Basu, 2021)

Es importante destacar que el PSD controla la distribución de potencia entre los diferentes componentes del sistema híbrido del Prius, permitiendo una operación eficiente y optimizada en función de las condiciones de conducción. Al cambiar entre los modos de circulación en serie y en paralelo, el PSD ajusta la combinación de potencia del motor de combustión interna y los motores eléctricos para lograr la mejor eficiencia y rendimiento posible (Palafox, 2009).

El transeje con divisor de potencia (PSD) puede haber pasado por varias iteraciones y cambios de diseño a medida que se desarrollaba y refinaba a lo largo de los años. Estos cambios pueden haber sido impulsados por la búsqueda continua de mejoras y avances en la tecnología de vehículos híbridos (Flores & Mayorga, 2012).

EVOLUCIÓN DEL TRANSEJE DEL TOYOTA PRIUS	
Transeje P111 (modelo 1CM); Prius 1998-2000	
Potencia Motor Eléctrico (MG2): 30 kW	
Torque Motor Eléctrico (MG2): 300 N-m	
Transeje P111 (modelo 2CM); Prius 2001-2003	
Potencia Motor Eléctrico (MG2): 33 kW	
Torque Motor Eléctrico (MG2): 350 N-m	
Generador Eléctrico (MG1): 6 500 rpm máximas	
Motor Eléctrico (MG2): 6 500 rpm máximas	
	
Transeje P112 (modelo 3CM); Prius 2004-2009	
Potencia Motor Eléctrico (MG2): 50 kW	
Torque Motor Eléctrico (MG2): 400 N-m	
Generador Eléctrico (MG1): 10 000 rpm máximas	
Motor Eléctrico (MG2): 6 500 rpm máximas	
	
Transeje P410 (modelo 3JM); Prius 2010-2015	
Entrada/Salida: 201.6 V DC	
Salida/Entrada Trifásica: 650 V AC	
Generador Eléctrico (MG1): 10 000 rpm máximas	
Motor Eléctrico (MG2): 10 000 rpm máximas	
	
Transeje P410 (modelo 3JM); Prius/Prime 2016-2018	
Entrada/Salida: 207.2 V DC	
Salida/Entrada Trifásica: 600 V AC	
Generador Eléctrico (MG1): 17 000 rpm máximas	
Motor Eléctrico (MG2): 17 000 rpm máximas	

Figura 1.7. Evolución del transeje del Toyota Prius

(Hossain, Kumar, & Moinul, 2022)

1.9.8. Componentes del transeje

A continuación, se detalla cada uno de los componentes más comunes que conforman el transeje híbrido:

1.9.8.1. Motor generador (MG1)

La función del MG1 es ayudar en el proceso de arranque del motor de gasolina, lo que reduce el estrés en el motor y mejora la eficiencia en el arranque. Otra función es cargar la batería híbrida cuando está en Parking, no solo contribuye a la eficiencia global del vehículo al recargar las baterías durante la conducción también ayuda a empujar el vehículo cuando se requiere de mayor potencia.



Figura 1.7. Motor generador 1

La versatilidad y funcionalidad de MG1 contribuyen a la eficiencia y el rendimiento del sistema híbrido en el vehículo.

1.9.8.2. Motor generador (MG2)

MG2 es el motor de accionamiento eléctrico primario y es responsable de proporcionar la potencia para impulsar las ruedas del vehículo. Cuando se energiza, MG2 convierte la energía eléctrica de la batería en energía mecánica, lo que impulsa el vehículo de manera eficiente y silenciosa, sin generar emisiones contaminantes.

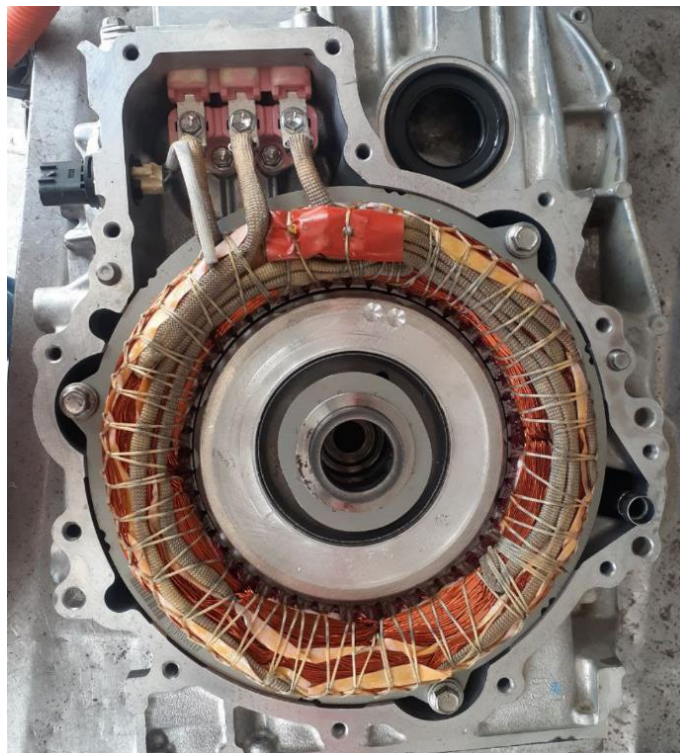


Figura 1.8. Motor generador 2

Además de su función como motor de accionamiento, MG2 también actúa en sentido inverso durante el frenado regenerativo. Durante este proceso, el motor de combustión interna y las ruedas se utilizan como generadores, convirtiendo la energía cinética en energía eléctrica. MG2 funciona como un generador y recupera esta energía cinética transformándola en energía eléctrica, que luego se almacena en la batería para su uso posterior.

1.9.8.3. Inversor/conversor

El inversor, también conocido como convertidor, es un componente esencial en los sistemas de propulsión eléctrica utilizados en vehículos híbridos y eléctricos. Su función principal es convertir la corriente continua (DC) en corriente alterna (AC) y viceversa (Carey, 2007).

En el caso de los vehículos híbridos, el inversor desempeña un papel crucial al permitir la transferencia de energía entre la batería y el motor eléctrico. Cuando la energía almacenada en la batería se utiliza para alimentar el motor eléctrico, el inversor convierte la corriente continua de la batería en corriente alterna para alimentar el motor. Por otro lado, durante el frenado regenerativo, el inversor convierte la corriente alterna generada por el motor en corriente continua para recargar la batería (Autodata, 2018).



Figura 1.9. Inversor

El inversor consta de una serie de componentes electrónicos, como transistores y circuitos de conmutación, que permiten realizar la conversión de corriente. Además de la conversión de corriente, el inversor también controla la velocidad y el torque del motor eléctrico mediante el ajuste preciso de la frecuencia y el voltaje de la corriente alterna suministrada al motor.

1.9.8.4. Transmisión conjunto de engranajes planetarios

El engranaje planetario desempeña un papel fundamental en la transmisión de potencia y permite la combinación de la energía proveniente de MG1 y el motor de combustión interna para impulsar el vehículo de manera eficiente. MG1 actúa como un centro de control del sistema, gestionando la distribución de energía entre MG2 y el motor de combustión interna (Flores & Mayorga, 2012).

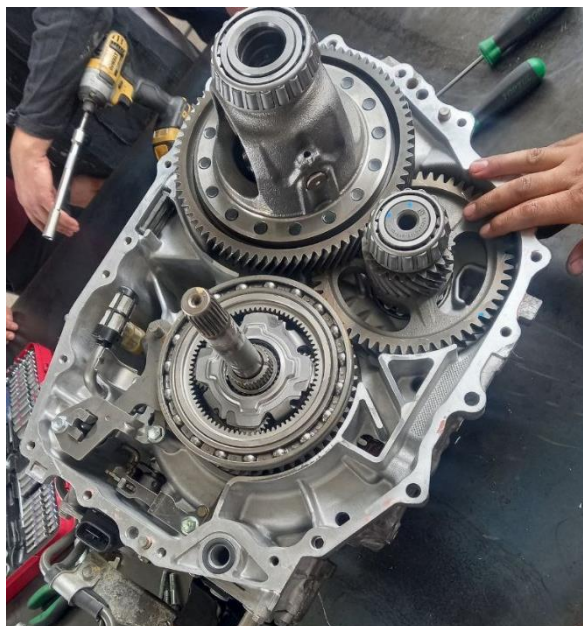


Figura 1.10. Transmisión conjunto de engranajes planetario

Para transmitir el movimiento hacia la salida, se utiliza una cadena que tiene como función reducir el ruido generado en el sistema. Esta cadena ayuda a transferir la potencia de manera suave y eficiente, minimizando la generación de ruido y vibraciones.

La combinación del sistema de transmisión continua, el engranaje planetario, MG1, MG2 y la cadena de transmisión, permite una operación fluida y eficiente del vehículo, optimizando el uso de energía y reduciendo el ruido en el proceso.

1.9.9. Configuración del conjunto de engranajes planetarios

1.9.9.1. Partes del conjunto de engranajes planetarios

El conjunto de engranajes planetarios está compuesto por varios componentes que trabajan en conjunto para transmitir y modificar la potencia en un sistema de transmisión. Estas son las partes principales de un conjunto de engranajes planetarios:

Planetario: Es el engranaje central y generalmente está ubicado en el centro del conjunto de satélites. El planetario es accionado por una fuente de energía, como el motor de combustión interna o el motor eléctrico, y transmite la potencia a los demás componentes del conjunto.



Figura 1.11. Conjunto de engranajes planetarios

Satélites: Son engranajes más pequeños que están dispuestos alrededor del planetario. Estos engranajes están conectados a un porta satélites y giran alrededor del planetario mientras se mantienen en contacto con él. Los satélites transmiten la potencia entre el planetario y la corona dentada.

Porta Satélites: Es una estructura que mantiene los satélites en su lugar y permite que giren alrededor del planetario.

Corona dentada: Es el engranaje externo y se encuentra en el exterior del conjunto de engranajes planetarios. La corona dentada está fija y no gira. Los satélites se engranan con la corona dentada, lo que permite transmitir la potencia hacia las salidas deseadas.

1.9.9.2. Corona bloqueada

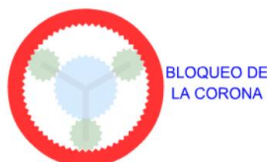


Figura 1.12. Bloqueo de corona

(Espinoza & Flores, 2019)

Cuando la corona dentada está bloqueada, impide que gire y actúa como una referencia fija. Los satélites están conectados al porta satélites y pueden girar libremente alrededor del

planetario, que está impulsado por una fuente de energía como el motor de combustión interna o el motor eléctrico.

1.9.9.3. Porta satélites bloqueado

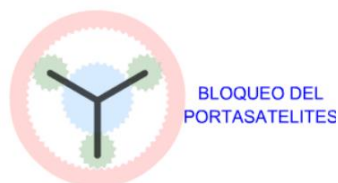


Figura 1.13. Bloque del porta satélites

(Espinoza & Flores, 2019)

En esta configuración, la entrada de potencia se aplica al planetario, que está conectado a los satélites a través de los ejes de los satélites. A medida que el engranaje solar gira, los satélites y la corona dentada también giran alrededor del portador bloqueado.

1.9.9.4. Planetario bloqueado

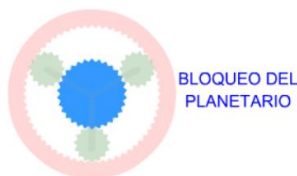


Figura 1.14. Bloqueo planetario

(Espinoza & Flores, 2019)

En esta configuración, la entrada de potencia se aplica al porta satélites, que está conectado a los satélites a través de los ejes de los satélites. A medida que el porta satélites gira, los satélites y la corona dentada también giran alrededor del planetario bloqueado.

1.9.9.5. Satélites bloqueados



Figura 1.15. Bloqueo de los satélites

(Espinoza & Flores, 2019)

En esta configuración, la entrada de potencia se aplica al planetario o al porta satélites, dependiendo del diseño específico. A medida que el planetario o el porta satélites giran, la corona dentada también gira alrededor de los satélites bloqueados.

1.10. Modo de operación del transeje

MODO DE OPERACIÓN			
CONDICIÓN	MG1	MG2	MCI
VEHÍCULO DETENIDO BATERÍA CARGADA	OFF	OFF	OFF
VEHÍCULO DETENIDO ARRANCA MCI	MOTOR	OFF	OFF
VEHÍCULO DETENIDO CARAGANDO BATERÍA	GENERADOR	OFF	MOTOR
VEHÍCULO MOVIMIENTO 100 % ELÉCTRICO	OFF	MOTOR	OFF
VEHÍCULO MOVIMIENTO BATERÍA MEDIA CARGA	GENERADOR	MOTOR	MOTOR
VEHÍCULO MOVIMIENTO POTENCIA ALTA	GENERADOR	MOTOR	MOTOR
VEHÍCULO MOVIMIENTO MÁXIMA POTENCIA	MOTOR	MOTOR	MOTOR
REVERSA BATERÍA HÍBRIDA CARGADA	OFF	MOTOR	OFF

REVERSA	GENERADOR	MOTOR	MOTOR
BATERÍA HÍBRIDA DESCARGADA			
FRENO REGENERATIVO	OFF	GENERADOR	OFF
BATERÍA HÍBRIDA DESCARGADA			
FRENO REGENERATIVO	OFF	OFF	COMPRESOR
BATERÍA HÍBRIDA CARGADA			
REVERSA PENDIENTE	MOTOR	MOTOR	MOTOR
BATERÍA HÍBRIDA DESCARGADA			

Tabla 1.1. Modo de operación del transeje

Capítulo II

Materiales y Métodos

2.1. Materiales

En este capítulo, se describen los materiales utilizados en el diseño y la construcción del transeje híbrido. Estos se emplearon con el fin de permitir el funcionamiento normal de la maqueta.

2.1.1. Transeje híbrido

El transeje seleccionado, es de la marca Toyota, del modelo Highlander II, año 2012, con una potencia de 270 CV, de acuerdo con la ficha técnica del vehículo.



Figura 2.1.Transeje híbrido

2.1.2. Motor generador 1 (MG1)

Este motor cuenta con una capacidad menor, ya que cumple diferentes funciones al MG2, por lo que su potencia es de 68 CV, además de sus 139 Nm, acoplado mediante el solar al MCI del vehículo.



Figura 2.2. Motor generador 1

2.1.3. Motor generador 2 (MG2)

Este motor trifásico de imán permanente cuenta con una capacidad de 167 CV @ 4500 rpm, generando un par máximo de 335 Nm @ 0 – 1500 rpm. Acoplado al sistema de transmisión y al MG1.



Figura 2.3. Motor generador 2

2.1.4. Sistema de transmisión

Este sistema está acoplado mediante engranajes entre cono, corona, satélites, planetarios, porta satélites, solar y engranaje auxiliar, que transmiten el movimiento generado por los motores eléctricos a su rotor y por el mecanismo a las ruedas.

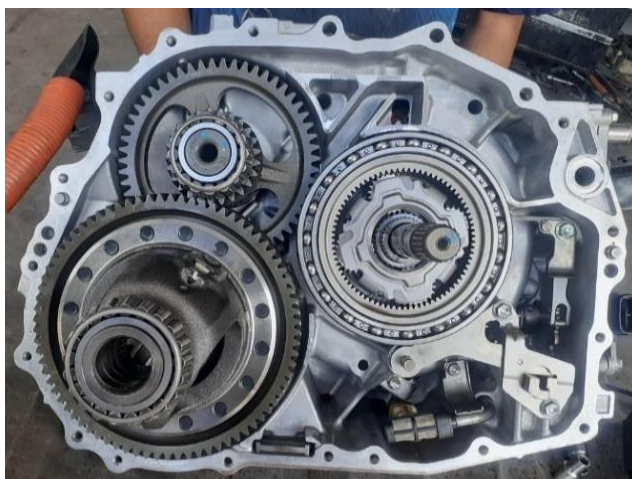


Figura 2.4. Sistema de transmisión

2.1.5. Banco de baterías

Para esta maqueta se cuenta con dos bancos de baterías que operan de manera independiente, cada banco de baterías consta de seis celdas de 7,2 voltios cada una, siendo este el voltaje nominal. El voltaje aproximado por banco es de 70 voltios. Las baterías tienen un consumo de 6,5 Ah. Estas baterías son del tipo hidruro de níquel-metal (NiMH).



Figura 2.5. Banco de baterías

2.1.6. Circuito de carga/descarga

Este circuito consta de un enchufe de conexión a corriente alterna de 110 voltios, seguido se encuentra un switch de seguridad que permite el paso de la corriente, luego tenemos un puente rectificador (puente de diodos), que transforma la corriente alterna a continua, a continuación un condensador, para luego encontrar una lámpara de luz alógena conectada en serie que ayuda a regular la tensión al momento de la carga, después encontramos un par de diodos que permiten el paso de corriente en una sola dirección, como medida de seguridad para proteger el inversor, conectado a la línea se tiene un amperímetro para verificar la cantidad de intensidad que entra a las baterías. El circuito está diseñado para realizar una cosa a la vez, cargar las baterías o alimentar a los motores eléctricos. Finalmente ubicamos un interruptor que conecta las baterías que suman 150 voltios, conectando los dos bancos en serie al momento de cargar.

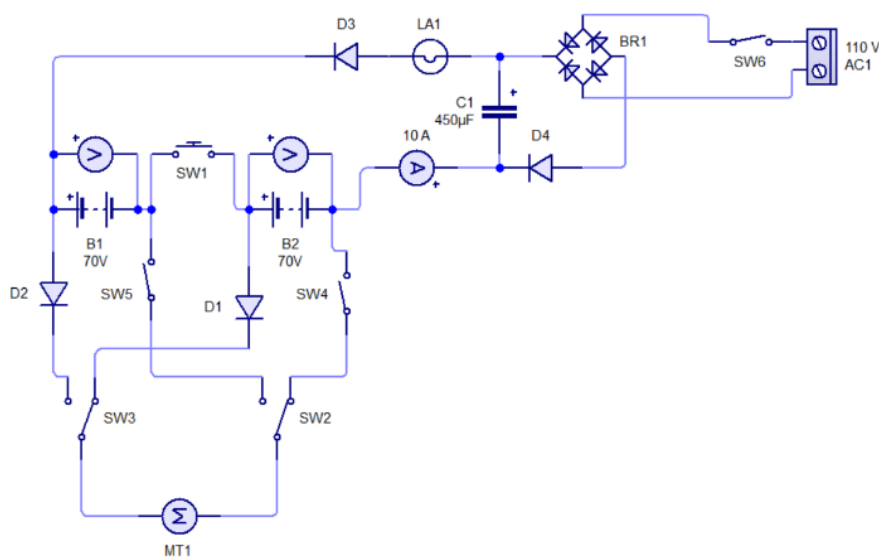


Figura 2.6. Circuito carga/batería

2.1.7. Inversor

El inversor usado en esta tesis es el mismo empleado en bicicletas y motos eléctricas, adaptado a para el funcionamiento con los motores eléctricos del transeje híbrido. Este tiene una entrada de 48 - 72 voltios de corriente continua que transforma a corriente alterna trifásica, controlada con un potenciómetro y cuenta con una potencia de 3000W.



Figura 2.7. Inversor

2.2. Métodos

En este apartado se hablará de las diferentes métodos que se usan para el funcionamiento del transeje híbrido, el cual podemos observar y estudiar el desempeño puesto en marcha en el banco de pruebas.

Se puede mencionar que el transeje híbrido es un componente clave en los vehículos híbridos que permite la coordinación y el control eficiente de la entrega de potencia entre el motor de combustión interna y los motores eléctricos. Su diseño y configuración especializada contribuyen a la eficiencia y al rendimiento mejorados de los sistemas de propulsión híbridos.

El método empleado en esta investigación es explorativa, ya que se utiliza para recopilar, organizar, resumir, presentar, generalizar y analizar los resultados de las observaciones en la investigación.

Este método implica la búsqueda de datos para presentar una idea clara y concisa de este estudio. El fin de este estudio es analizar y caracterizar el transeje híbrido; con la investigación descriptiva se satisface la necesidad de analizar las características mismo y se ajusta a la investigación planteada.

Esta investigación está formada por: recopilación de información basándose en datos técnicos mediante la revisión de citas bibliográficas, libros, internet, revistas, manuales, y artículos científicos que luego será organizada, resumida y analizada.

2.1.2. Enfoque de la investigación

En esta investigación se utiliza el método bibliográfico porque implica la adquisición de conocimientos aplicados en el diseño y construcción de una maqueta del transeje híbrido siendo este tema la autenticidad y certeza de la información obtenida en el capítulo anterior, que se refiere al marco teórico.

Este método se utiliza porque la investigación también utiliza archivos, libros, revistas, medios de referencia como Internet.

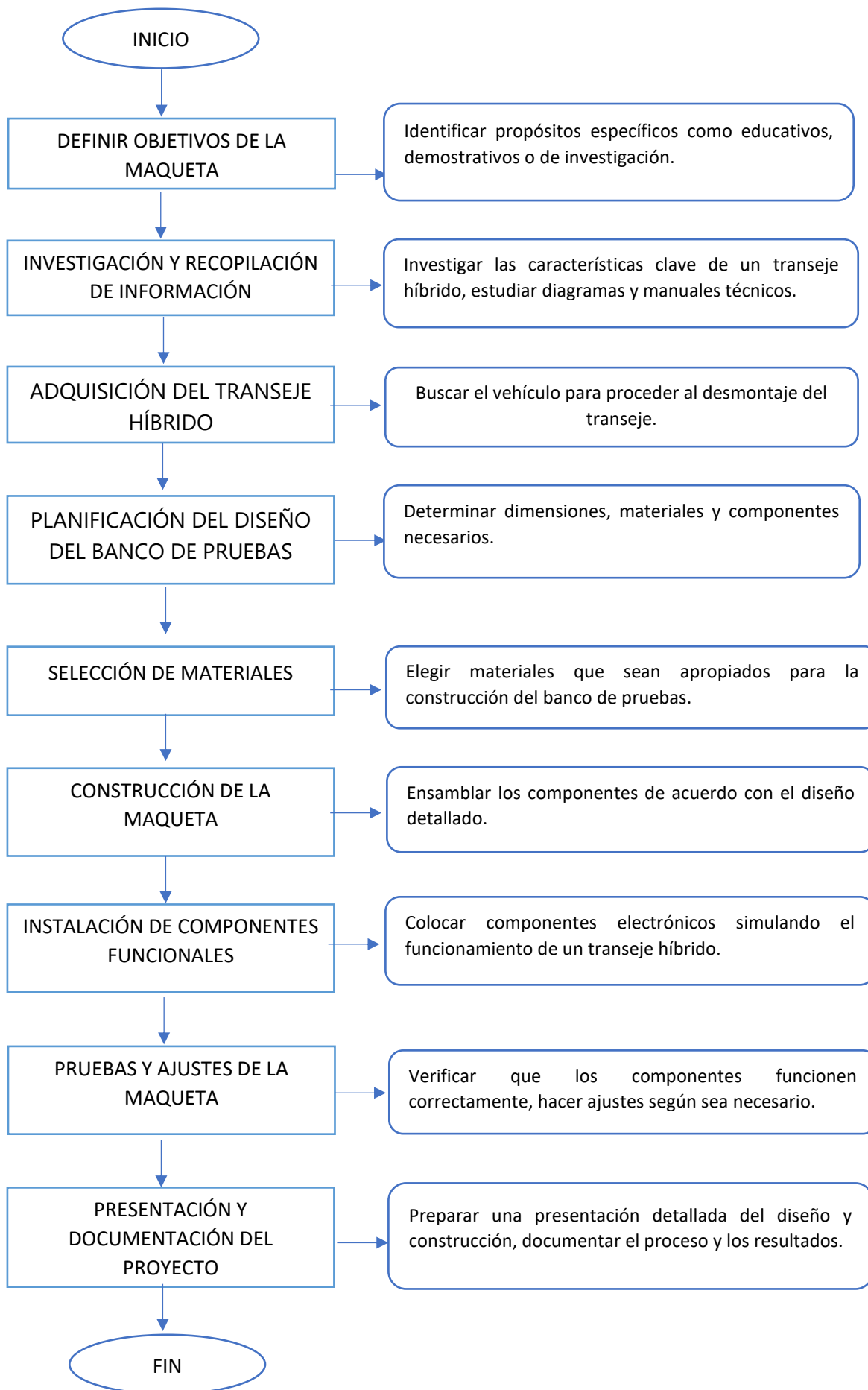
2.1.2.1. Experimental

Se aplicará este método de investigación denominada experimental ya que probará el funcionamiento adecuado de la maqueta del transeje híbrido. Este método nos ayuda a descubrir, comprobar y demostrar el buen funcionamiento de un vehículo.

2.1.2.2. Exploratoria

La investigación se considera de tipo exploratoria teniendo en cuenta que está permite documentar el objeto de estudio de la forma que sea posible, y cuya finalidad es describir las teorías existentes. Teniendo en cuenta teorías existentes en el objeto del estudio de dicha maqueta.

2.2. Flujograma



CAPITULO III

Resultados y Discusión

En este capítulo se presentan datos obtenidos de la maqueta, que permitieron generar guías de práctica para contribuir con el aprendizaje de este tipo de propulsión eléctrica.

Por lo que se detalla a continuación los resultados:

3.1. Celdas en cada banco de baterías.

Las mediciones en los bancos de baterías 1 y 2 se dieron en las mismas condiciones de funcionamiento, es decir con el MG1 y MG2 funcionando a la máxima capacidad que permite el inversor, así mismo con una carga del 80%, (alrededor de 60 voltios), esto debido a que a este porcentaje se obtiene la mayor eficiencia de las baterías.

3.1.1. Celdas del banco de baterías 1 con MG1.

Los datos de la tabla se obtuvieron durante una hora en intervalos de 10 minutos entre mediciones, el voltaje medido es individual de cada celda mientras el MG1 está en funcionamiento con este banco.

BANCO DE BATERÍAS 1 CON MG1 (V)							
Tiempo (min)	1ra Celda	2da Celda	3er Celda	4ta Celda	5ta Celda	6ta Celda	Voltaje total
0	10,00	10,00	9,99	9,99	9,99	10,01	59,98
10	9,92	9,91	9,90	9,90	9,90	9,92	59,45
20	9,86	9,85	9,83	9,83	9,84	9,86	59,07
30	9,82	9,81	9,79	9,79	9,80	9,82	58,83
40	9,79	9,78	9,76	9,77	9,77	9,80	58,67
50	9,75	9,74	9,72	9,72	9,73	9,75	58,41
60	9,71	9,70	9,68	9,68	9,69	9,71	58,17

Tabla 3.1. Mediciones de celdas en banco de baterías 1 con MG1.

El valor del voltaje total representa el voltaje del banco en cada intervalo de tiempo, teniendo en funcionamiento el MG1 a su máxima capacidad. Se observa que el consumo del MG1 cada 10 minutos es bajo, a pesar de estar a la máxima capacidad de funcionamiento permitido por el inversor. Esto se debe a que el motor generador solo transfiere movimiento al sol, sin ningún acople que requiera de mayor potencia.

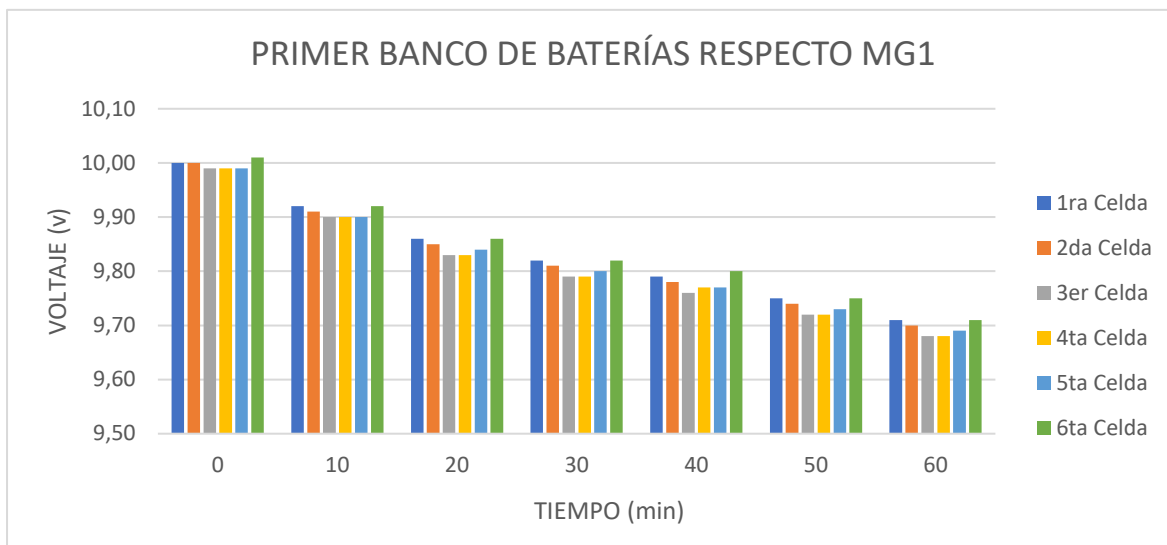


Figura 3.1. Voltaje por celdas de banco 1 con MG1

En la Figura 3.1 se compara de manera gráfica todas las celdas en cada intervalo de tiempo, mostrando cierta uniformidad en la entrega de energía de cada celda conforme pasa el tiempo, esto quiere decir que el banco de baterías se encuentra en buen estado de funcionamiento. En las celdas 3 y 4 se observa un voltaje ligeramente inferior a sus similares 1 y 6, lo que se considera normal debido al desgaste producido por el calor generado en las celdas centrales.

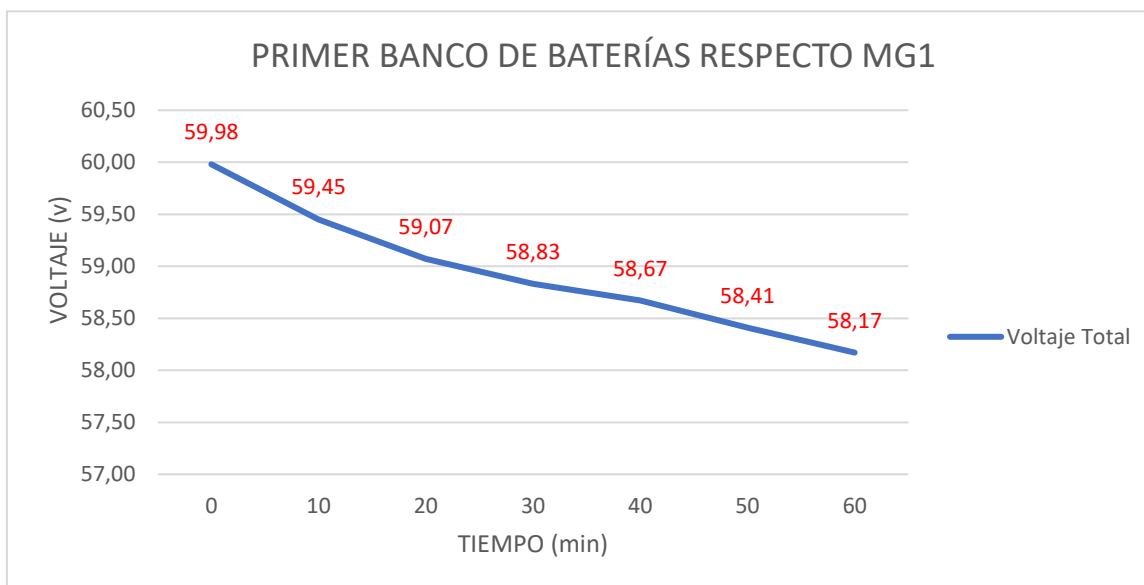


Figura 3.2. Voltaje respecto al tiempo del banco 1 con MG1

La curva muestra el consumo del MG1 en el banco de baterías 1, el voltaje total de todo el banco comparado en cada intervalo de tiempo, esto confirma de manera más breve el buen estado del banco, además estos valores son comprobables en el sistema de carga de la maqueta, ya que cuenta con 2 voltímetros que indican el voltaje de cada banco mientras están en funcionamiento. Este banco se descarga a razón de 1,81 voltios cada hora, por lo que se

estima que la entrega de energía duraría 39 horas, sabiendo que el 100% de carga es aproximadamente 72 voltios.

3.1.2. Diferencia de descarga de cada celda del banco de baterías 1.

Estos valores representan la diferencia entre los voltajes de cada intervalo de tiempo, dividido por celdas.

DIFERENCIA DE DESCARGA DEL BANCO 1 (V)						
Tiempo (min)	1ra Celda	2da Celda	3er Celda	4ta Celda	5ta Celda	6ta Celda
0-10	0,08	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09
10-20	0,06	0,06	0,07	0,07	0,06	0,06
20-30	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
30-40	0,03	0,03	0,03	0,02	0,03	0,02
40-50	0,04	0,04	0,04	0,05	0,04	0,05
50-60	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
Prom. Descarga	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05

Tabla 3.2. Diferencia descarga de celdas del primer banco de baterías

Se promedia cada conjunto de resultados, obteniendo el desfase de cada celda después de una hora de funcionamiento. Los valores encontrados en la columna de “Prom. Descarga” son todos iguales en este caso, esto indica que no existe desfase de voltaje entre celdas, lo comparamos con el proporcionado por el fabricante para este tipo de celdas, que es de 0,05 voltios entre estas, es decir las celdas se encuentran en óptimas condiciones.

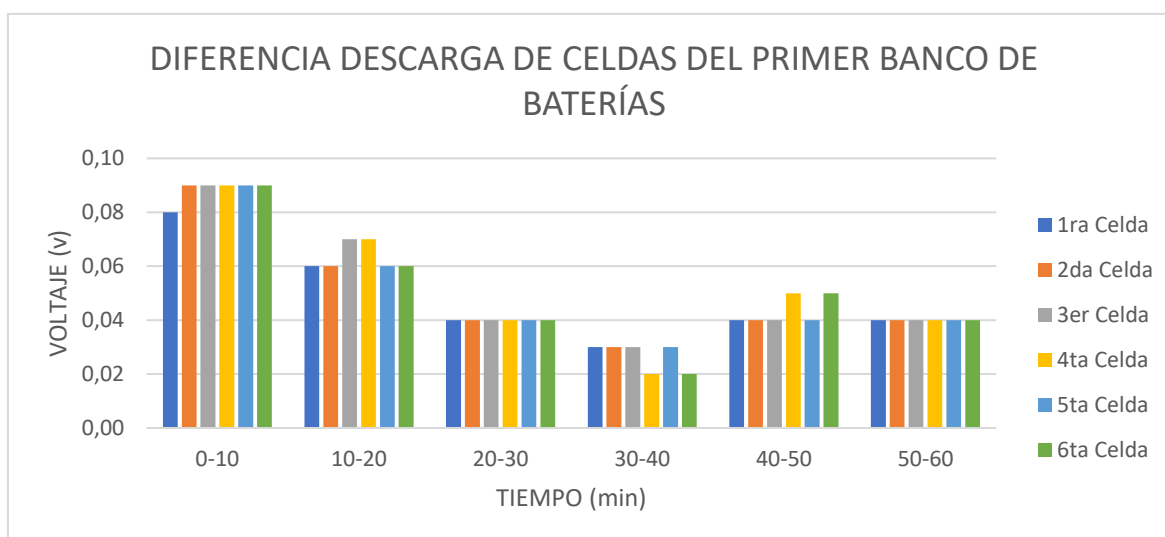


Figura 3.3. Diferencia descarga de celdas del primer banco de baterías

Aquí se evidencia el desfase de voltaje que existe entre celdas a través de los intervalos de tiempo. Las barras muestran claramente el desfase, pero al observar la escala del voltaje, se evidencia que están dentro de los parámetros normales.

3.1.3. Celdas del banco de baterías 2 con MG1.

Repetiendo el mismo proceso del primer banco, con las mismas condiciones de funcionamiento, alimentando al MG1, se obtuvo los voltajes de las celdas del banco de baterías 2.

BANCO DE BATERÍAS 2 CON MG1 (V)							
Tiempo (min)	1ra Celda	2da Celda	3er Celda	4ta Celda	5ta Celda	6ta Celda	Voltaje total
0	9,98	9,95	9,93	9,93	9,92	9,95	59,66
10	9,79	9,76	9,72	9,72	9,71	9,81	58,51
20	9,69	9,66	9,63	9,63	9,63	9,71	57,95
30	9,62	9,59	9,56	9,56	9,56	9,62	57,51
40	9,57	9,55	9,53	9,53	9,53	9,58	57,29
50	9,55	9,53	9,51	9,51	9,50	9,56	57,16
60	9,52	9,50	9,48	9,48	9,47	9,50	56,95

Tabla 3.3. Voltaje por celdas de banco 2 con MG1

El consumo en el banco de baterías 2 es similar al banco 1, pero se nota un mayor inestabilidad en la descarga de las celdas centrales (3, 4 y 5), además de que el voltaje al final de la prueba es 1,22 voltios menos que el voltaje final del banco 1, esto representa que el banco 2 ha perdido cierta capacidad de retención de energía.

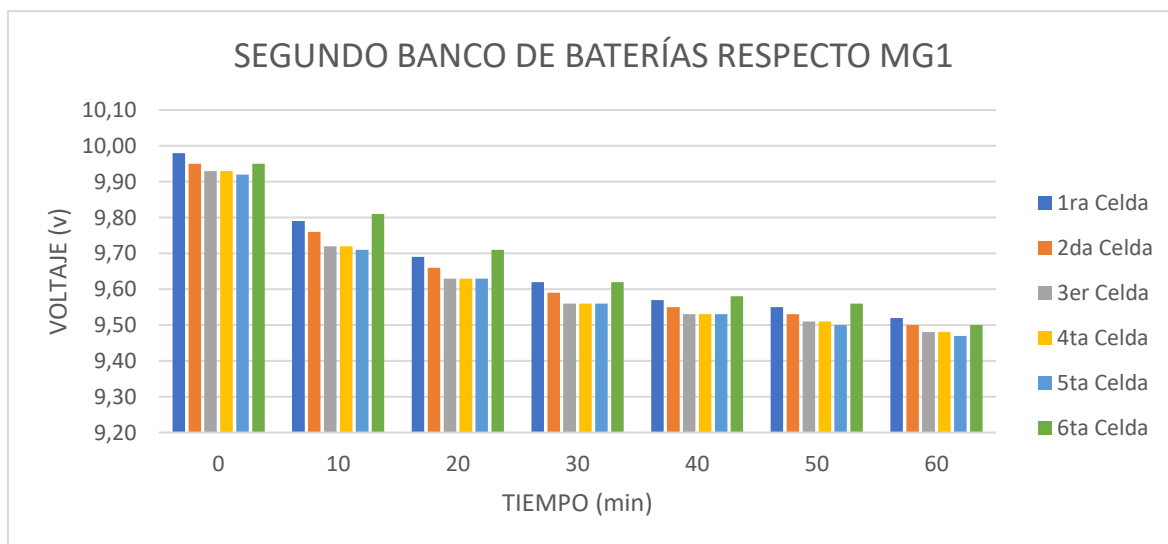


Figura 3.4. Voltaje por celdas de banco 2 con MG1

Se observa que el consumo de energía de las celdas del banco de baterías 2, acoplado al MG1, es similar al mostrado en la Figura 4.1, lo que reafirma es buen estado del banco en

general, a pesar de que el consumo es mayor. En las celdas intermedias (3, 4 y 5) el voltaje es menor, producido por los ciclos de carga, a pesar de esto no representa desgaste excesivo.

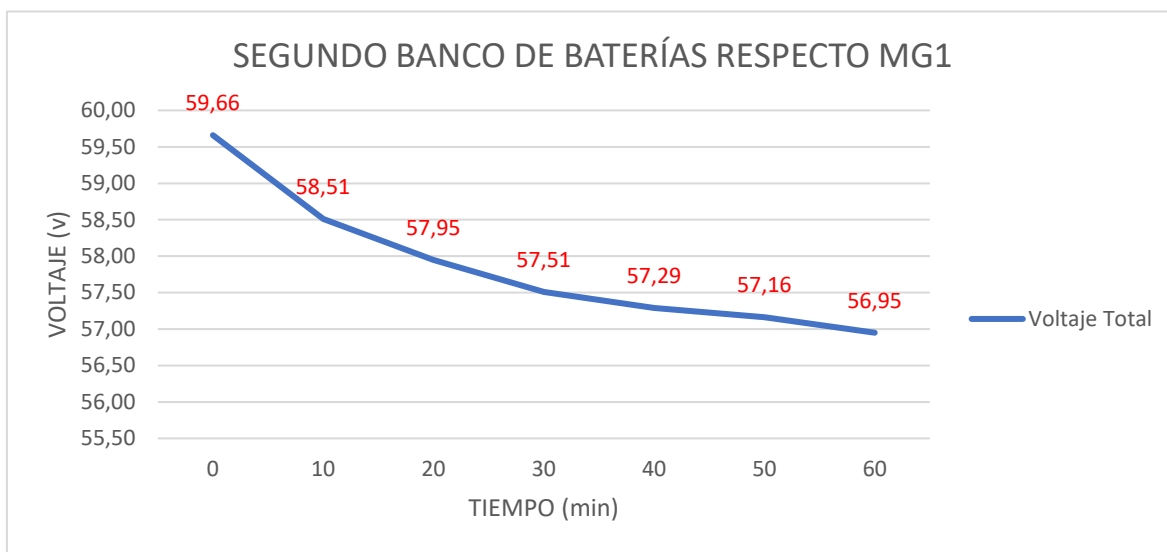


Figura 3.5. Voltaje respecto al tiempo del banco 2 con MG1

La curva de consumo de energía por parte del MG1 en el banco de baterías 2, se comporta de tal forma que representa el buen estado del banco. Además, el voltaje consumido a través del tiempo nos proporciona información para estimar el tiempo de descarga total, el cual es de 25 horas aproximadamente, este tiempo se reduce debido al estado del banco de baterías.

3.1.4. Diferencia de descarga de cada celda del banco de baterías 2.

Tiempo (min)	DIFERENCIA DE DESCARGA DEL BANCO 2 (V)					
	1ra Celda	2da Celda	3er Celda	4ta Celda	5ta Celda	6ta Celda
0-10	0,19	0,19	0,21	0,21	0,21	0,14
10-20	0,10	0,10	0,09	0,09	0,08	0,10
20-30	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,09
30-40	0,05	0,04	0,03	0,03	0,03	0,04
40-50	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,02
50-60	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,06
Prom.						
Descarga	0,08	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07

Tabla 3.4. Diferencia de descarga de celdas del banco 2 con MG1.

A pesar de que la diferencia entre celdas es mayor durante el tiempo de prueba, no supera el valor máximo de 0.05 voltios que sugiere el fabricante para considerarlas en mal estado. Aun así, es evidente que existe mayor desgaste entre las celdas de este banco.

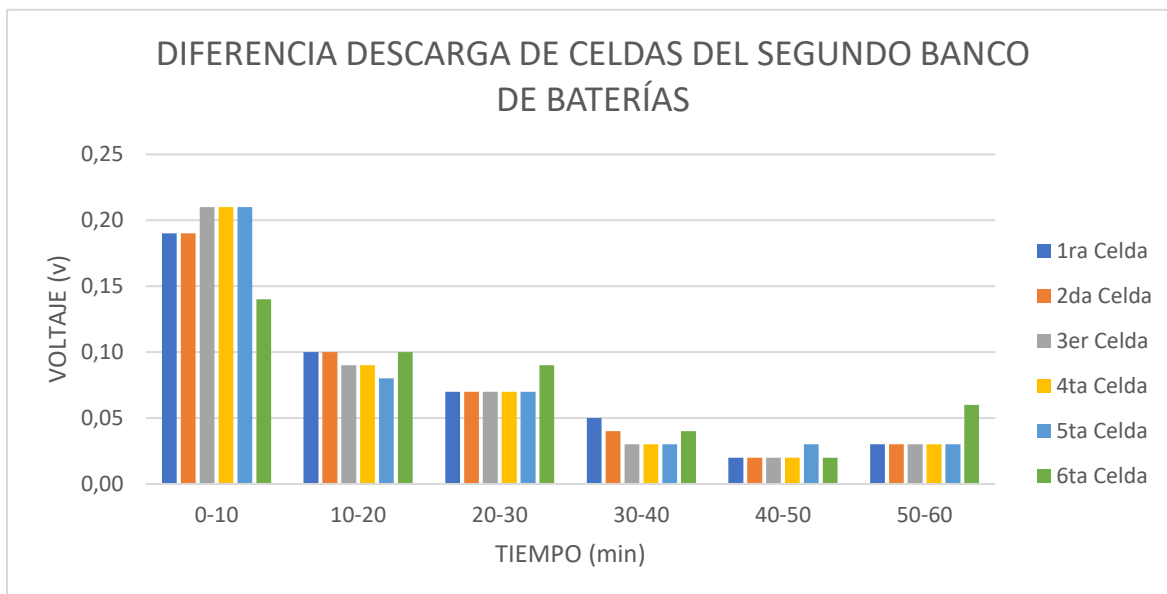


Figura 3.6. Diferencia descarga de celdas del segundo banco de baterías

De manera gráfica se observa que el desfase es más pronunciado que en el banco de baterías 1. Estos valores pueden ser más significativos si este banco se sometiera un mayor trabajo de descarga, los datos obtenidos nos intuyen a que este banco en funcionamiento normal dentro del vehículo no brindaría la eficiencia necesaria para trabajar correctamente.

3.1.5. Celdas del banco de baterías 1 con MG2.

BANCO DE BATERÍAS 1 CON MG2(V).							
Tiempo (min)	1ra Celda	2da Celda	3er Celda	4ta Celda	5ta Celda	6ta Celda	Voltaje total
0	9,68	9,67	9,66	9,66	9,66	9,69	58,02
10	9,66	9,65	9,63	9,64	9,64	9,66	57,88
20	9,60	9,59	9,58	9,58	9,58	9,61	57,54
30	9,57	9,57	9,55	9,55	9,56	9,58	57,38
40	9,55	9,53	9,51	9,5	9,50	9,53	57,12
50	9,50	9,49	9,46	9,47	9,47	9,50	56,89
60	9,47	9,46	9,42	9,43	9,44	9,47	56,69

Tabla 3.5. Diferencia de descarga de celdas del banco 1 con MG2.

Se repite la prueba de consumo y se cambia del MG1 al MG2 con el banco de baterías 1. El consumo del MG2 es mayor que el generado por el MG1, debido a que este está acoplado al sistema de engranajes que conforman la transmisión, esto hace que el motor generador requiera de mayor energía eléctrica para su funcionamiento, además de ser más grande y requerir de mayor potencia para su funcionamiento.

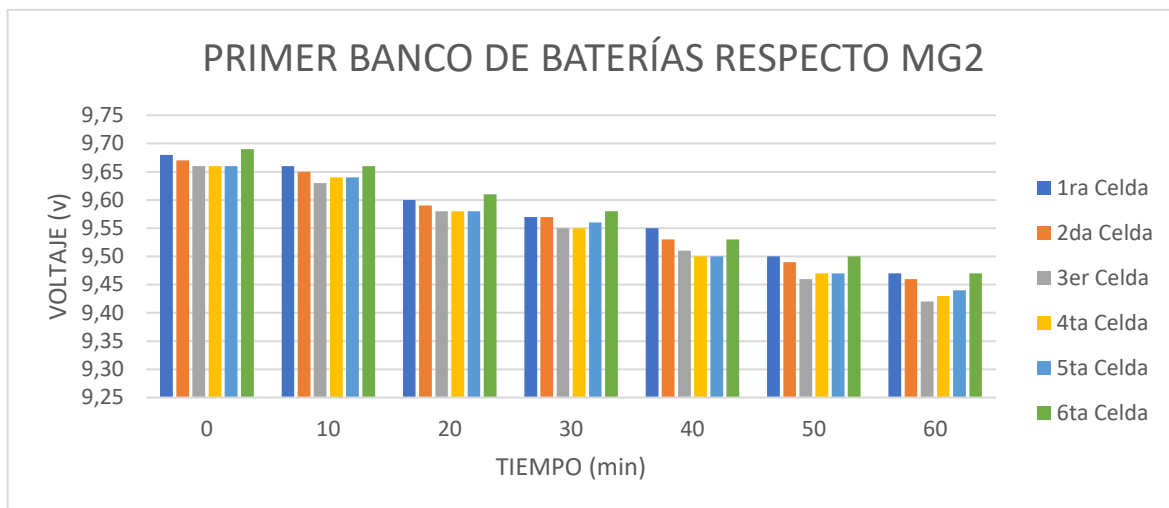


Figura 3.7. Voltaje por celdas de banco 1 con MG2

A pesar de someterlo a mayor trabajo al banco 1, su gráfica es similar a la de la **Figura 3.1**, con esta prueba se comprueba que el banco de baterías 1 se encuentra en excelente estado de funcionamiento, ya que la entrega de voltaje se mantiene constante en cada intervalo de tiempo.

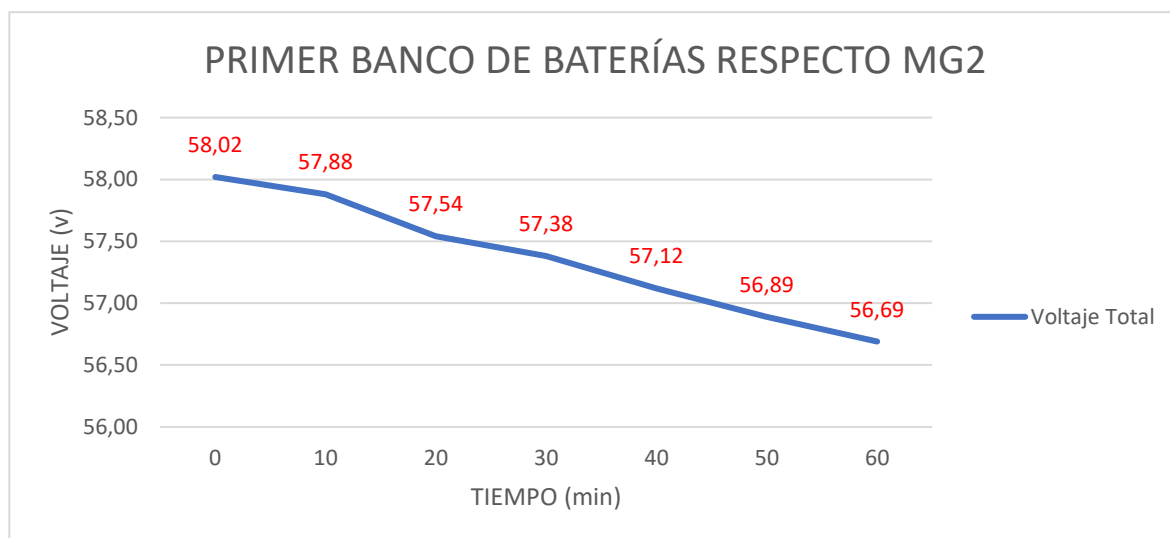


Figura 3.8. Voltaje respecto al tiempo del banco 1 con MG2

En esta gráfica se observa de manera general como el voltaje va reduciendo su valor, de manera que nos genera una gráfica casi lineal. Además de que el periodo de funcionamiento con el MG2 sería de 54 horas, con un promedio de descarga por hora de 1,33 voltios.

3.1.6. Diferencia de descarga de cada celda del banco de baterías 2.

DIFERENCIA DE DESCARGA						
Tiempo (min)	1ra Celda	2da Celda	3er Celda	4ta Celda	5ta Celda	6ta Celda
0-10	0,02	0,02	0,03	0,02	0,02	0,03
10-20	0,06	0,06	0,05	0,06	0,06	0,05
20-30	0,03	0,02	0,03	0,03	0,02	0,03
30-40	0,02	0,04	0,04	0,05	0,06	0,05
40-50	0,05	0,04	0,05	0,03	0,03	0,03
50-60	0,03	0,03	0,04	0,04	0,03	0,03
Prom. Descarga	0,03	0,03	0,04	0,04	0,04	0,04

Tabla 3.6. Diferencia de descarga de celdas del banco 1 con MG2.

Al igual que en la primera prueba de este banco, el desfase de voltaje entre celdas es mínimo, entre 0.02 y 0.03 voltios, estos valores están por debajo del límite establecido por el fabricante, es decir, este conjunto de celdas está apto para el uso normal en un vehículo híbrido.

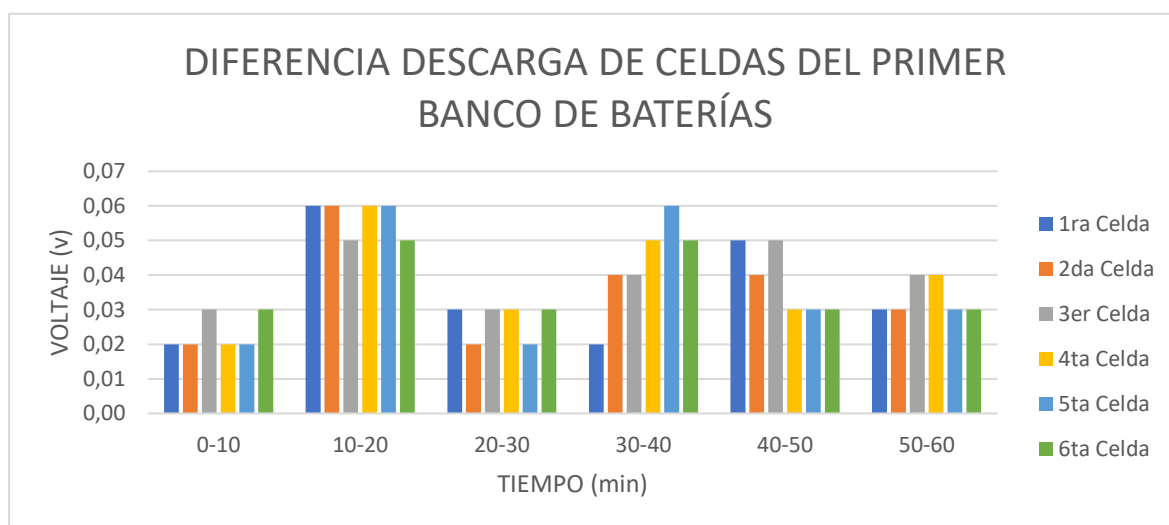


Figura 3.9. Diferencia de descarga de celdas del primer banco de baterías con MG2.

De manera gráfica estos valores se presentan no equilibrados, pero al analizar la escala se observa que está dentro del rango permitido para el buen funcionamiento.

3.1.7. Celdas del banco de baterías 2 con MG2.

BANCO DE BATERÍAS 2 CON MG2 (V)							
Tiempo (min)	1ra Celda	2da Celda	3er Celda	4ta Celda	5ta Celda	6ta Celda	Voltaje Total
0	9,50	9,48	9,45	9,45	9,45	9,52	56,85
10	9,46	9,43	9,39	9,39	9,38	9,48	56,53
20	9,39	9,36	9,31	9,31	9,30	9,42	56,09
30	9,33	9,29	9,22	9,22	9,22	9,36	55,64
40	9,29	9,24	9,16	9,16	9,14	9,31	55,30
50	9,22	9,17	9,07	9,07	9,06	9,26	54,85
60	9,17	9,13	9,04	9,04	9,03	9,21	54,62

Tabla 3.7. Diferencia de descarga de celdas del banco 2 con MG2.

El MG2 al demandar de más potencia debido a su tamaño, además de estar acoplado al sistema de transmisión, pone en evidencia el estado de las celdas de este banco, teniendo así un desgaste mayor entre las celdas del medio, esto se ha visto de manera constante durante todas las pruebas realizadas, siempre las celdas centrales son las más afectadas en los bancos de baterías, este fenómeno se da a partir del desgaste producido por el calor generado por las celdas y la falta de mantenimiento de estas.

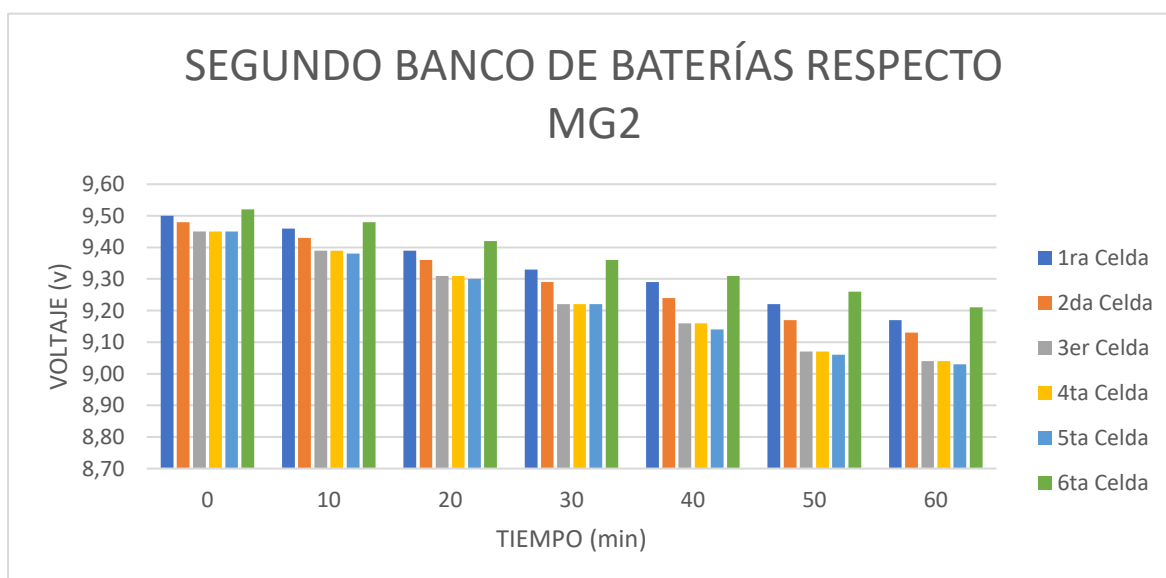


Figura 3.10. Voltaje por celdas de banco 2 con MG2

El gráfico muestra de manera clara el desgaste mencionado anteriormente, según va pasando el tiempo, más se evidencia el desgaste de las celdas centrales (3, 4 y 5). Esto a mayor tiempo de funcionamiento, solo se contaría con carga en las celdas de los extremos, lo que no es suficiente ni efectivo para el buen funcionamiento de ninguno de los motores generadores.

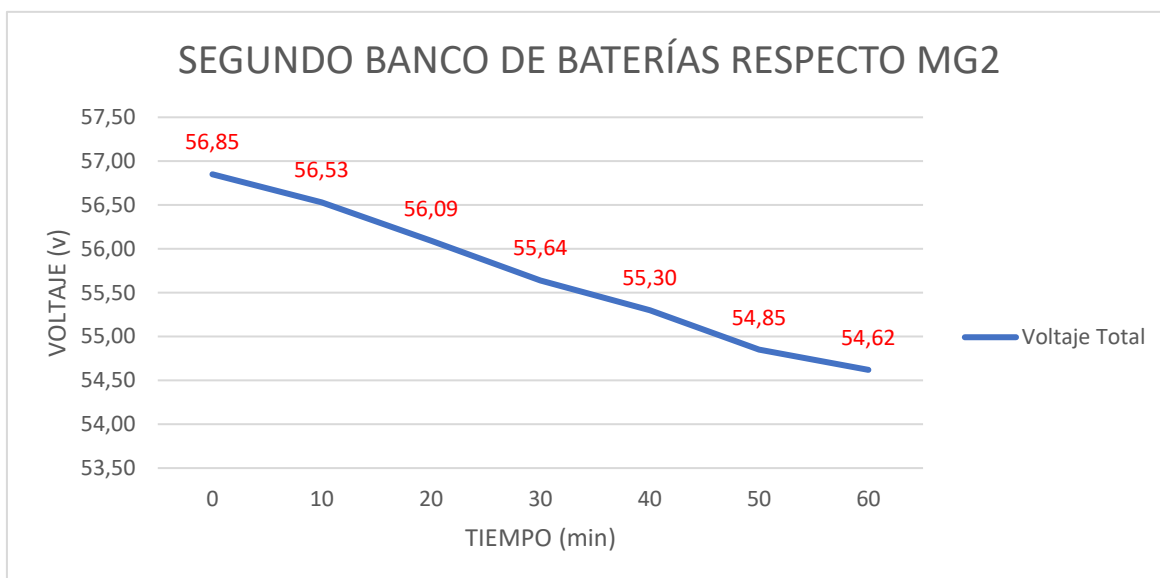


Figura 3.11. Voltaje respecto al tiempo del banco 2 con MG2

La curva obtenida a partir de los datos proporcionados muestra un desgaste casi lineal de todo el banco, por lo que no deja evidencia del estado real de las baterías, entonces es importante realizar pruebas más precisas sobre sus componentes, como las realizadas anteriormente.

3.1.8. Diferencia de descarga de cada celda del banco de baterías 2.

DIFERENCIA DE DESCARGA						
Tiempo (min)	1ra Celda	2da Celda	3er Celda	4ta Celda	5ta Celda	6ta Celda
0-10	0,04	0,05	0,06	0,06	0,07	0,04
10-20	0,07	0,07	0,08	0,08	0,08	0,06
20-30	0,06	0,07	0,09	0,09	0,08	0,06
30-40	0,04	0,05	0,06	0,06	0,08	0,05
40-50	0,07	0,07	0,09	0,09	0,08	0,05
50-60	0,05	0,04	0,03	0,03	0,03	0,05
Prom.Descarga	0,06	0,06	0,07	0,07	0,07	0,05

Tabla 3.8. Diferencia de descarga de celdas del banco 2 con MG2.

El desfase entre celdas es más pronunciado, llegando a superar el voltaje de desfase normal de desgaste, se tiene una diferencia de 0.02 voltios por encima del límite sugerido para afirmar que las celdas de este banco se encuentra en buen estado.

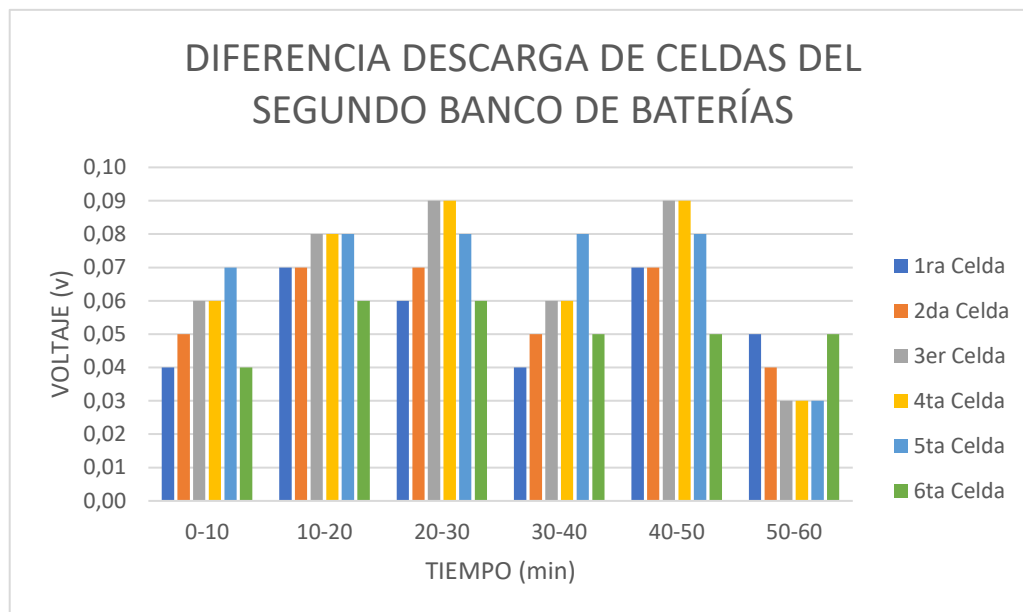


Figura 3.12. Diferencia descarga de celdas del segundo banco de baterías

Gráficamente se nota de manera más clara que el desfase es muy desequilibrado comparado con el banco de baterías 1, donde el desfase no supera los 0.03 voltios. Entonces se evidencia el mal estado de este banco de baterías.

3.2. Amperaje durante la carga de los bancos de baterías.

El amperímetro instalado en el sistema de carga muestra cuánta corriente entrega la energía comercial al momento de activar el cargador, estos valores se tomaron en intervalos de 2 minutos entre ellos, durante 1 hora de carga.

Corriente en carga de bancos de baterías	
Tiempo (min)	Amperaje
0	1,51
2	1,45
4	1,56
6	1,64
8	1,59
10	1,47
12	1,41
14	1,38
16	1,35
18	1,40
20	1,10
22	1,14
24	1,12

26	1,16
28	1,11
30	1,09
32	1,36
34	1,32
36	1,32
38	1,25
40	1,30
42	1,30
44	1,17
46	1,23
48	1,20
50	1,19
52	1,20
54	1,17
56	1,14
58	1,15
60	1,13
Promedio carga	1,33
Tiempo carga completa	4,53 h

Tabla 3.9. Corriente comercial consumida por el sistema de carga.

Los datos adquiridos durante el tiempo de carga (1hora), proporcionan un promedio de corriente al cargar las baterías, por medio de esto se estima el tiempo de carga en 4,53 horas, sabiendo que la intensidad de corriente soportado por los bancos de baterías es de 6,5 Ah.

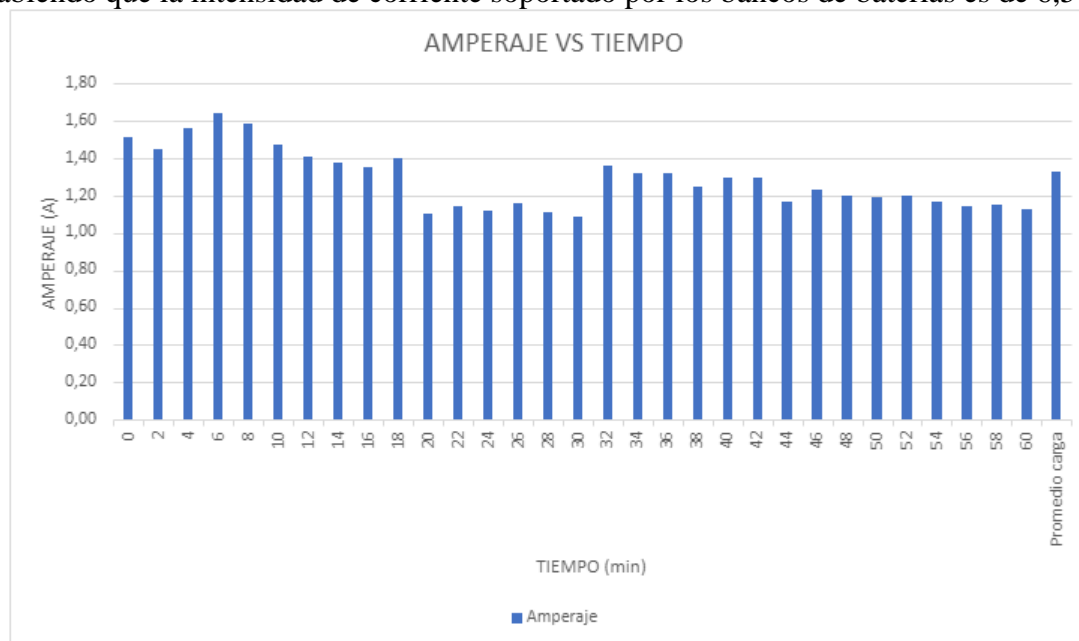


Figura 3.13. Corriente en carga de bancos de baterías

La carga de los bancos de baterías depende de la corriente proporcionada por la energía comercial que como se aprecia en la gráfica no representa gran estabilidad, por lo que el tiempo de carga puede variar al calculado con los datos de la tabla 3.9.

CAPITULO IV

Conclusiones y Recomendaciones

4.1. Conclusiones

- La investigación bibliográfica sentó las bases teóricas para el desarrollo de la maqueta del transeje híbrido, además proporcionó información sobre los diferentes componentes necesarios y su integración efectiva en el diseño final de la maqueta, asegurando un diseño coherente y eficiente que cumpliera con los objetivos del proyecto.
- El diseño del banco de pruebas permitió el desarrollo de un sistema de carga mediante la energía comercial. Además, se reemplazó el inversor original del vehículo por un inversor de moto eléctrica, utilizando únicamente las conexiones de entrada de corriente continua y salida de corriente alterna trifásica, logrando una adaptación que permita el funcionamiento de los motores generadores en la maqueta. También se utilizó dos bloques centrales del banco de baterías original del Toyota Highlander que proporciona la energía necesaria para alimentar el sistema con eficacia. Asimismo, el diseño del banco de pruebas incluyó la integración de todos los componentes que conforman la maqueta, pudiendo simular de manera realista el comportamiento y la interacción de los componentes en un transeje híbrido, lo que la convierte en una herramienta de apoyo para la enseñanza y la investigación en el campo de la Ingeniería Automotriz.
- La implementación de la maqueta proporciona una plataforma versátil para la realización de experimentos y pruebas, permitiendo a los estudiantes explorar y comprender mejor los diferentes aspectos del transeje híbrido, desde la interacción entre el motor de combustión interna y el motor eléctrico hasta el funcionamiento del sistema de gestión de energía y el sistema de recarga de baterías. Además, el monitoreo continuo del estado de las baterías y el rendimiento del sistema de carga permite el análisis del transeje híbrido en condiciones simuladas. Este circuito ofrece una solución práctica para mantener la carga de las baterías, lo cual es fundamental para el rendimiento óptimo del transeje híbrido.
- Las guías de práctica desarrolladas ofrecen un recurso valioso para los estudiantes de Ingeniería Automotriz, facilitando la comprensión y el manejo adecuado de la maqueta. La aplicación de las guías de práctica permitió conocer datos importantes sobre el estado de funcionamiento del transeje, considerando que todas las pruebas se realizaron durante 1 hora cada una, obteniendo que el banco de baterías 1 alimentando el MG1, teniendo una tasa de descarga de 2.51%, en cambio el banco de baterías 2 respecto al mismo MG1, su descarga fue de 3.76%, evidenciando que el segundo presenta peor estado de funcionamiento. Por otro lado, se realizó la misma

prueba de descarga de los bancos de baterías alimentando el MG2, teniendo un 1.85% de descarga para el banco 1, y un 3.10% de descarga del banco 2.

Además, se tiene que el MG1 descargó un 1.25% más al banco de baterías 2, respecto al banco 1. Así mismo, el MG2 descargó un 1.25% más al banco 2 que al banco 1. Por lo que se reafirma el estado de mayor deterioro del banco de baterías 2.

Al analizar el desfase de voltaje entre celdas de cada banco, se tiene un desfase del 60% en los 2 bancos de baterías, este porcentaje está dentro del rango permitido por el fabricante, si este valor fuera superior al 90% se debería tomar acciones para equilibrar este desbalance.

El sistema de carga luego de funcionar por un periodo de una hora se obtuvo que alimenta a los dos bancos de baterías en un 20.46% de la carga total, por lo que la carga completa de las baterías estaría completa en alrededor de 5 horas aproximadamente, hay que tener en cuenta que este sistema al depender de la corriente comercial puede variar el porcentaje de carga por en este tiempo.

4.2. Recomendaciones

- **Implementación de Control del Tiempo de Carga:**

Se recomienda implementar un control del tiempo de carga en la maqueta de transeje híbrido. Con un sistema de este tipo, se puede gestionar el proceso de carga de un modo más eficiente, evitando sobrecargas que pueden ser perjudiciales para la batería a largo plazo. Basta con incluir un temporizador ajustable en el circuito de carga para asegurarse de que las baterías solo alcancen un nivel de carga seguro, lo cual aumentará su vida útil, además mejorará el rendimiento general de la maqueta.

- **Diseño e Integración de un Sistema de Ventilación:**

Se sugiere la implementación de un sistema adecuado de ventilación que pueda disipar el calor producido por los bancos de baterías durante su funcionamiento en la maqueta. La inclusión de un sistema de ventilación ayudará a mantener una temperatura constante en toda la maqueta, lo que a su vez impedirá el sobrecalentamiento en los bancos de baterías y reducirá el riesgo de que estos sufran daños a causa del calor. La inclusión de un buen sistema de ventilación también ayudará a garantizar la confiabilidad y seguridad futura al funcionar la maqueta.

- **Familiarización con la Guía de Uso del Sistema de Carga:**

Antes de manipular la maqueta del transeje híbrido, es fundamental que todos los operarios estén familiarizados con la guía de uso del sistema de carga. Esta guía proporciona instrucciones detalladas sobre cómo operar el sistema de carga de manera segura, incluyendo los procedimientos para la conexión, desconexión y monitoreo de la carga de las baterías. Se recomienda encarecidamente revisar y seguir todas las indicaciones proporcionadas en la guía para evitar posibles riesgos o daños tanto a la maqueta como a los operarios.

Bibliografía

- Amaguaya, B., & Solano, R. (2010). *Estudio de nuevas tecnologías, aplicadas al diseño y control del sistema eléctrico en un vehículo impulsado eléctricamente*. Latacunga.
- Asociación de Empresas Automotrices del Ecuador. (26 de Enero de 2021). Obtenido de <https://www.aeade.net/wp-content/uploads/2021/02/Sector-en-Cifras-Resumen.pdf>
- Autodata. (27 de Diciembre de 2018). Obtenido de <https://www.autodata.pe/el-auto-hibrido/>
- Barros, A. (2018). Estudio y análisis de la operación del inversor del vehículo híbrido Toyota Prius.
- Cabrera, A., & Calle, R. (2016). Selección del motor eléctrico, controlador y batería para el vehículo fórmula SAE de la Universidad Politécnica Salesiana. 19-23.
- Cajamarca, D., & García, E. (2010). Determinación de las ventajas ambientales que presenta un vehículo híbrido respecto a un vehículo normal de similares características. 25.
- Camarillo, D. (2018). *Comisión Nacional para el uso eficiente de la energía*. Obtenido de Vehículo Híbrido: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/187220/vehiculohibrido_1_260117.pdf
- Carey, D. (14 de Mayo de 2007). *EETimes*. Obtenido de <https://www.eetimes.com/special-issue-inside-the-toyota-prius-part-5-inverter-converter-is-prius-power-broker/>
- Carrillo, D. (2018). *COMISIÓN NACIONAL PARA EL USO EFICIENTE DE LA ENERGÍA*. Obtenido de https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/187220/vehiculohibrido_1_260117.pdf
- Colado, N. (6 de Octubre de 2015). Obtenido de <https://es.slideshare.net/nicolascalado/el-motor-otto-de-4-tiempos>
- Contreras, E., & Sánchez, R. (2010). *Diseño y construcción de un banco de prácticas en motores eléctricos, como apoyo a la asignatura diseño de máquinas II*. Bucaramanga.
- Cuevas, D. (2020). La combustión. En D. Cuevas, *El motor de combustión interna y su impacto ambiental* (págs. 41-45). Córdoba: Editorial Científica Universitaria.
- Druant, J., Vansompel, H., De Belie, F., & Sergeant, P. (2018). Eficiencia de un EVT operado por CVT evaluada experimentalmente frente a un semitoroidal y CVT con correa de empuje. *TRANSACCIONES IEEE SOBRE ELECTRÓNICA INDUSTRIAL*, 1.
- e-auto*. (2023). Obtenido de Sistemas Híbridos de Toyota: <https://www.e-auto.com.mx/enev/index.php/85-boletines-tecnicos/2236-sistemas-hibridos-de-toyota>
- Escobar, D. (2010). El motor de combustión interna. 1-9.
- Espinoza, J., & Flores, A. (2019). investigación de los parámetros de funcionamiento del sistema inversor para vehículos híbridos a través de la construcción de un módulo didáctico. 50-57.

- Fanelli, D. (17 de Mayo de 2020). *Patio de Autos*. Obtenido de <https://patiodeautos.com/general/la-historia-del-motor-de-combustion-interna/>
- Farinango, W. (2020). *Análisis eléctrico y mecánico en los modos de operación en el sistema transeje del vehículo híbrido Toyota Lexus*. Latacunga.
- Fidalgo, R. (20 de Septiembre de 2023). *Autocasión*. Obtenido de <https://www.autocasion.com/diccionario/ciclo-otto>
- Flores, H., & Mayorga, J. (2012). *Elaboración de un módulo didáctico para la enseñanza, de un mecanismo de transmisión basado en un tren epicicloidal y una cadena de arrastre del vehículo Toyota Prius*. Ibarra.
- Fundación Red de Energía - BUN-CA. (Marzo de 2009). Obtenido de <https://www.bun-ca.org/wp-content/uploads/2019/02/Motores.pdf>
- Gautam, A., Tariq, M., Urooj, S., Prakash, J., & Verma, K. (2022). Hybrid Sources Powered Electric Vehicle Configuration and Integrated Optimal Power Management Strategy. *IEEE Access*, 121684-121686.
- Gaviria, J., Mora, J., & Agudelo, J. (2001). Historia de los motores de combustión interna. *Revista Facultad de Ingeniería*, 69-78.
- Grupo WEG . (Diciembre de 2016). Obtenido de https://frq.cvg.utn.edu.ar/pluginfile.php/6862/mod_resource/content/1/WEG-guia-de-especificacion-50039910-manual-espanol.pdf
- Holguín, C. (2015). *Estudio y análisis de la transmisión del vehículo Toyota Prius híbrido modelo A, año 2010*. Guayaquil.
- Hossain, S., Kumar, L., & Moinul, M. (2022). A Comprehensive Review on the Integration of Electric Vehicles for Sustainable Development. *Journal of Advanced Transportation*, 1-3.
- Madichetty, S., Mishra, S., & Basu, M. (2021). New trends in electric motors and selection for electric vehicle propulsion systems. *IET Electrical Systems in Transportation*, 186-187.
- Martínez, J. (s.f.). *Vehículos Híbridos*. Obtenido de http://jeuazarru.com/wp-content/uploads/2014/10/Autos_Hibridos.pdf
- Navarrete, R. (2022). *Análisis de la evolución, situación actual y perspectivas para dinamizar la comercialización del vehículo eléctrico en el Ecuador, periodo 2018-2020*. Quito: Creative Commons.
- Offer, G., Plant, D., Silversides, R., Smith, T., Goodwill, R., Kanabar, P., & Martinez-Botas, R. (2013). Control and energy management strategies for a novel. *World Electric Vehicle Journal*, 1-2.
- Palafox, G. (2009). Diseño y construcción de un vehículo eléctrico con variador de velocidad mediante un convertidos CD-CD. 4-5.
- Pañero, E. (Julio de 2019). *Centro Zaragoza*. Obtenido de Presente y futuro de los vehículos híbridos: http://www.centro-zaragoza.com:8080/web/sala_prensa/revista_tecnica/hemeroteca/articulos/R81_A7.pdf

- Perez, M. (20 de Agosto de 2014). *ThinkBig*. Obtenido de <https://blogthinkbig.com/funcionamiento-del-motor-hibrido>
- Rafael, M., & Hernández, A. (2014). CARACTERIZACIÓN DE UN MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA CON DOS TIPOS DE COMBUSTIBLE. 3-9.
- Romo, L., & Hidalgo, P. (2013). Diseño y construcción del sistema de propulsión térmico - electrónico de un vehículo híbrido. 41-43.
- Troya, D. (2020). *Análisis de Polea (Dámper) y búsqueda de origen de falla*. *unlp.edu.ar*. (15 de Julio de 2022). Obtenido de <https://unlp.edu.ar/wp-content/uploads/32/33732/cbe4aba99c3a4eccc904dd2c666d1f03.pdf>
- Villegas, A. M. (2007). *Motores de combustión interna*.
- Waliño, P. (2020). Vehículos híbridos. Pasado, presente y futuro. 20-22.

ANEXOS

ANEXO 1 – INFORME INTRODUCCIÓN

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS
INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

1.- TEMA DE LA PRÁCTICA

INTRODUCCIÓN DEL TRANSEJE HÍBRIDO

2.- DATOS INFORMATIVOS

# Práctica: 1	Semestre:	Período Académico:	Laboratorio/Taller:	
Docente:		Fecha de Ejecución:	Fecha de Entrega:	

3.- OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

- Estudiar y comprender a fondo el transeje híbrido como componente crucial en sistemas de propulsión híbridos de vehículos.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Adquirir conocimientos prácticos que faciliten el diagnóstico, mantenimiento y reparación eficientes de estos sistemas.
- Examinar y comprender los diferentes sistemas de transmisión presentes en el transeje híbrido.

4.- EQUIPO REQUERIDO

- Transeje híbrido.
- Juego de llaves mixtas.
- Destornilladores.
- Juego de herramientas en general.

5.- MARCO TEÓRICO

Fundamento Teórico

Un transeje híbrido, también conocido como transmisión híbrida o transmisión de vehículo híbrido, es un tipo de transeje utilizado en vehículos híbridos que combinan un motor de combustión interna con uno o más motores eléctricos. Su función principal es coordinar y gestionar la entrega de potencia de ambos tipos de motores hacia las ruedas del vehículo

PRINCIPALES COMPONENTES

Motor generador: Este motor eléctrico es fundamental para el funcionamiento del sistema híbrido. Puede actuar como motor para propulsar el vehículo o como generador para recuperar energía durante el frenado y recargar la batería.

Sistema de transmisión: Regula la distribución de potencia entre el motor de combustión interna y el motor eléctrico.

Inversor: Convierte la corriente continua de la batería en corriente alterna para alimentar el motor eléctrico.

Batería de alta tensión: Almacena la energía eléctrica necesaria para el funcionamiento del motor eléctrico y puede ser recargada mediante la recuperación de energía durante el frenado.

Estos componentes trabajan en conjunto para proporcionar un rendimiento eficiente y una mayor eficacia en el consumo de combustible en los vehículos híbridos.

6.- PROCEDIMIENTO

Paso 1:

Reconocer cada una de las partes que conforman el transeje híbrido.

Paso 2:

Identificar que función realiza cada parte.

Paso 3:

Tener en cuenta las recomendaciones e instrucciones del modo de uso del equipo para no tener inconvenientes.

Paso 4:

Apagar la alimentación de corriente continua de las baterías hacia el inversor, teniendo en cuenta que este debe estar apagado.

Paso 5:

Desconectar las líneas de alta tensión de corriente alterna trifásica.

Paso 6:

Desmontar la maqueta del banco para proceder al despiece de cada una de sus partes.

Paso 7:

Retirar los pernos de la tapa frontal y retirar.

**Paso 6:**

Una vez retirada la tapa frontal se procede a desmontar el Motor Generador 1 (MG1).

**Paso 8:**

Retirar los pernos que sujetan la parte central de la carcasa para poder llegar al sistema de transmisión.

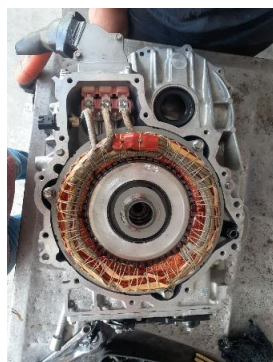


Paso 9:

Se procede a desmontar cada uno de los componentes de la transmisión como son: satélites, porta satélites, cono-corona, planetarios, sol.

**Paso 10:**

Desmontado la parte de la transmisión, se procede a retirar el Motor Generador 2 (MG2).

**Paso 11:**

Terminado la parte de despiece, se procede de la misma manera al armado, cuando ya se completa se vuelve a montar el transeje en el banco de pruebas.



7.- PREGUNTAS

1. ¿Qué es el transeje híbrido?

El transeje híbrido actúa como la interacción entre el motor de combustión interna y el motor eléctrico. La capacidad de alternar entre modos de conducción, como el impulso eléctrico puro en bajas velocidades o el uso conjunto de ambos motores en momentos de mayor demanda de potencia, permite una flexibilidad que se traduce en una mayor eficiencia en el consumo de combustible.

2. ¿Qué función realiza el Motor Generador 1 (MG1)?

El MG1 puede funcionar como motor de arranque para el motor de combustión interna del vehículo. Inicia y proporciona energía adicional para encender el motor de gasolina cuando sea necesario, contribuyendo así a la gestión eficiente de la energía en el sistema híbrido.

3. ¿Cuál es la función del inversor?

Su función es la bidireccionalidad del flujo de energía entre la batería y el motor eléctrico, asegurando que la energía almacenada en la batería se utilice eficientemente para propulsar el vehículo y que la energía generada durante la regeneración se almacene de nuevo en la batería. Esta capacidad de conversión de corriente es esencial para el funcionamiento eficiente y dinámico de los sistemas de propulsión híbridos y eléctricos.

8.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

Se realizó un conocimiento a fondo sobre el transeje y sus componentes.
Conocer el funcionamiento de cada una de las partes que lo componen el transeje.

RECOMENDACIONES

Tener cuidado al momento de manipular el transeje, ya que hay componentes eléctricos delicados que pueden sufrir averías graves.
Cuando se esté cargando el transeje no poner en funcionamiento.

ANEXO 2- INFORME INSTRUCCIONES

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS
INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

1.- TEMA DE LA PRÁCTICA

INSTRUCCIONES PARA CARGA Y USO DEL TRANSEJE HÍBRIDO

2.- DATOS INFORMATIVOS

# Práctica: 2	Semestre:	Período Académico:	Laboratorio/Taller:	
Docente:		Fecha de Ejecución:	Fecha de Entrega:	

3.- OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

- Proporcionar instrucciones detalladas para la carga y uso eficiente del transeje híbrido, garantizando la operación segura y el rendimiento óptimo del sistema.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Detallar los pasos para cargar la batería híbrida, destacando la importancia de seguir las recomendaciones del fabricante.
- Proporcionar pautas para un manejo eficiente que optimice el uso de la energía almacenada y maximice la eficiencia del sistema híbrido.
- Sugerir mantenimiento y revisiones periódicas específicas para el transeje híbrido, asegurando un funcionamiento prolongado y fiable.

4.- EQUIPO REQUERIDO

- Transeje híbrido.
- Juego de llaves mixtas.
- Destornilladores.
- Juego de herramientas en general.

5.- MARCO TEÓRICO

Fundamento Teórico

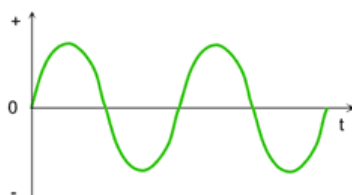
Un transeje híbrido, también conocido como transmisión híbrida o transmisión de vehículo híbrido, es un tipo de transeje utilizado en vehículos híbridos que combinan un motor de combustión interna con uno o más motores eléctricos. Su función principal es coordinar y gestionar la entrega de potencia de ambos tipos de motores hacia las ruedas del vehículo

PRINCIPALES COMPONENTES

Voltímetro: Es un instrumento de medición utilizado para medir la diferencia de potencial eléctrico, también conocida como voltaje, entre dos puntos en un circuito eléctrico. Se conecta en paralelo al dispositivo o componente del circuito cuyo voltaje se está midiendo y tiene una alta resistencia interna para minimizar su impacto en el circuito. El resultado se expresa en voltios.

Amperímetro: Es un dispositivo de medición diseñado para medir la corriente eléctrica en un circuito. Se conecta en serie con el componente o dispositivo del circuito a través del cual fluye la corriente que se quiere medir. Tiene una baja resistencia interna para evitar una interferencia significativa con la corriente del circuito. La unidad de medida de la corriente eléctrica es el amperio, y los resultados se expresan en amperios.

Corriente alterna: Se hace referencia a la corriente alterna (CA o AC, por sus siglas en inglés Alternating Current) como aquella corriente eléctrica en la que la intensidad y la dirección experimentan cambios de manera periódica. La forma de oscilación más frecuentemente empleada en la corriente alterna es la oscilación sinusoidal, la cual se utiliza para lograr una transmisión más eficiente de la energía.



Corriente continua: Se trata de la corriente eléctrica que circula de manera constante en una única dirección, como la que se encuentra en una linterna o en cualquier dispositivo alimentado por baterías; esta se conoce como corriente continua. Una de las ventajas de la corriente alterna radica en su capacidad para cambiar de voltaje de manera relativamente económica.

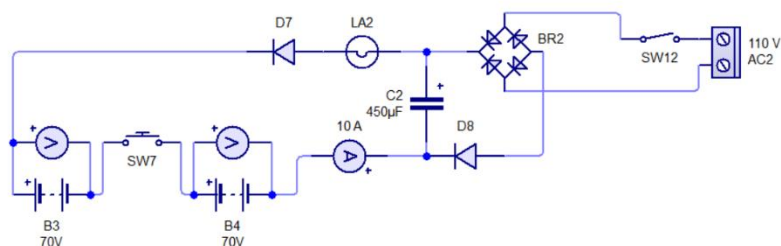


Circuito de carga: En el siguiente circuito de corriente de 110V AC, el interruptor (SW12) enciende y apaga el paso al puente rectificador (BR2), transforma la corriente alterna (CA) a corriente continua (DC) (no permite el paso de la parte negativa), para tener una corriente directa rectificada pasa por el condensador aproximadamente 150v (DC), cuando las baterías están descargadas se enciende la lámpara alógena (LA2), como testigo de la carga, para seguridad los diodos (D7) (D8) permiten el paso de corriente en una sola dirección, estos conectan con el amperímetro (10A) por el cual se verifica la cantidad de corriente que entra a las baterías, las baterías están conectadas en serie, cada batería aproximadamente 70v dando un total aproximado de 140v, el tiempo de carga depende de la corriente:

Datos del circuito:

Batería: 6,5 A/h

Celdas: 8 de 1,2v c/u



Batería de alta tensión: Almacena la energía eléctrica necesaria para el funcionamiento del motor eléctrico y puede ser recargada mediante la recuperación de energía durante el frenado.

6.- PROCEDIMIENTO

Paso 1:

Verificar que todos los componentes estén en buenas condiciones antes de poner en contacto.

Paso 2:

Para poner en carga el pulsador tiene que estar posición hacia arriba.

Paso 3:

Poner en contacto el interruptor, se enciende el amperímetro y conectar a 110v para generar la carga.

Paso 4:

Calcular el tiempo de carga de las baterías.

Paso 5:

Una vez que las baterías estén en carga completa procedemos a desconectar.

Paso 6:

Se apaga el interruptor conjunto con el amperímetro.

Paso 7:

Para quitar el modo de carga presionamos el pulsador y queda en posición hacia abajo.

Paso 8:

Deshabilitado los componentes del modo de carga se procede a realizar el funcionamiento del transeje híbrido.

7.- PREGUNTAS

1. **¿Qué pasa si se está cargando las baterías y se pone en funcionamiento el transeje híbrido?**

El peligro de estar cargando y en funcionamiento es que se queme el inversor.

2. **¿En qué tiempo se cargan completamente las baterías de la maqueta?**

Para tener una carga completa al 100% dependerá de la entrada de amperaje al transeje, pero normalmente se carga en un tiempo de 6 a 7 horas.

3. ¿Cuál es el componente más importante que toca tener más cuidado?

El componente más importante del transeje híbrido es el inversor.

8.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

La comprensión detallada del transeje híbrido es crucial para garantizar un rendimiento óptimo y una vida útil prolongada del sistema.

La correcta carga y el uso eficiente del transeje híbrido pueden significar una mejora significativa en la eficiencia del consumo de energía.

La programación regular de mantenimiento es esencial para prevenir problemas y garantizar un funcionamiento continuo y confiable del sistema híbrido.

RECOMENDACIONES

No poner en funcionamiento la maqueta cuando las baterías estén en tiempo de carga.

Vaciar regularmente la batería y evitar recargarla al 100% de su capacidad.

Abstenerse de usar la carga rápida a menos que sea completamente necesario.

ANEXO 3 – INFORME BATERÍA

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS *INGENIERÍA
AUTOMOTRIZ*

1.- TEMA DE LA PRÁCTICA

BATERÍAS DEL VEHÍCULO HÍBRIDO

2.- DATOS INFORMATIVOS

# Práctica: 3	Semestre:	Período Académico:	Laboratorio/Taller:	
Docente:		Fecha de Ejecución:	Fecha de Entrega:	

3.- OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

- Comprender el funcionamiento, tipos, tecnologías y características de las baterías utilizadas en vehículos híbridos, desarrollar un conocimiento sobre su importancia en el rendimiento y sostenibilidad de estos vehículos.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Investigar y analizar los principios fundamentales de operación de las baterías en vehículos híbridos, incluyendo los aspectos relacionados con la carga y descarga.
- Analizar los procesos de mantenimiento y cuidado necesarios para prolongar la vida útil de las baterías en vehículos híbridos, identificando prácticas recomendadas.
- Analizar los procesos de mantenimiento y cuidado necesarios para prolongar la vida útil de las baterías en vehículos híbridos.

4.- EQUIPO REQUERIDO

- Transeje híbrido.
- Baterías de vehículo híbrido.
- Juego de llaves mixtas.
- Destornilladores.
- Juego de herramientas en general.

5.- MARCO TEÓRICO

Baterías de vehículos híbridos y eléctricos

Las baterías o conjunto de baterías son elementos fundamentales en los sistemas de vehículos híbridos y eléctricos. En el caso de los automóviles híbridos, el sistema de batería y motor eléctrico trabaja en conjunto con el motor de combustión interna. Por otro lado, en los vehículos eléctricos, la batería desempeña un papel central, y su mal funcionamiento puede afectar el rendimiento integral del automóvil. Las baterías utilizadas en estos vehículos varían según su origen de fabricación, siendo las más conocidas las de iones de litio. Otros tipos comunes incluyen las baterías de níquel-metal (NiMH) y las baterías de ácido de plomo selladas.

Tipos de baterías

a) Batería de Ión de Litio

La Batería de Ión de Litio, empleada en aplicaciones automotrices, también encuentra uso en laptops y teléfonos celulares. Su principal ventaja radica en su ligereza y en la capacidad de retener la carga incluso cuando no se utiliza durante largos períodos. A diferencia de otros tipos de baterías, estas no requieren mantenimiento constante. No obstante, es necesario sustituir o regenerar este tipo de baterías cada 2 o 3 años para asegurar el óptimo rendimiento de vehículos híbridos y eléctricos.



b) Baterías de Níquel-Metal Hidruro (NiMH)

Las baterías de níquel-metal hidruro (NiMH) se emplean al colocar múltiples celdas de forma simultánea para lograr la capacidad de operación necesaria en un vehículo. Cada celda generalmente tiene un voltaje de 1.2 voltios. Sin embargo, un inconveniente asociado con este tipo de baterías es su propensión a la autodescarga, lo que significa que alrededor del 5% de la energía se pierde durante su fase de almacenamiento.



Ley de Ohm

La Ley de Ohm es un principio fundamental en la teoría eléctrica que establece la relación entre la corriente eléctrica (I), la diferencia de potencial o voltaje (V), y la resistencia eléctrica (R) en un circuito eléctrico. Esta ley lleva el nombre del físico alemán Georg Simon Ohm, quien la formuló.

La expresión matemática de la Ley de Ohm es:

$$V=I \cdot R$$

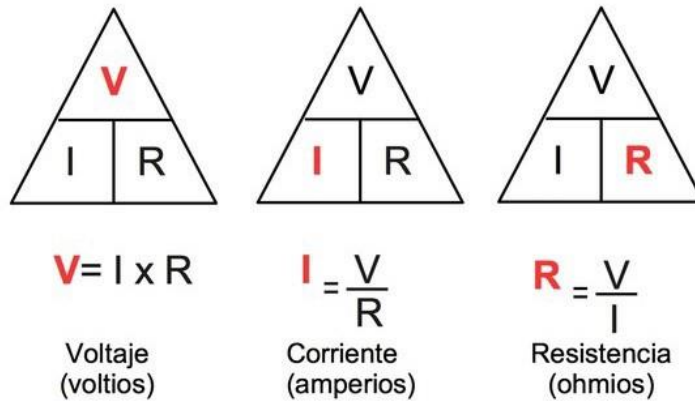
Donde:

V es el voltaje en voltios (V).

I es la corriente en amperios (A).

R es la resistencia en ohmios (Ω).

En palabras sencillas, la Ley de Ohm establece que la corriente que fluye a través de un conductor entre dos puntos está directamente proporcional al voltaje aplicado y es inversamente proporcional a la resistencia del conductor. Esto se puede entender como una relación lineal entre voltaje, corriente y resistencia en un circuito eléctrico.



6.- PROCEDIMIENTO

- **Cálculo del potencial de las baterías del TOYOTA HIGHLANDER**

Datos:

Baterías TOYOTA HIGHLANDER: 6 celdas por banco.

En cada celda 8 células de 1,2v

Total, en celda: (1,2v) (8) = 9,6v

$$V_n = 9.6v \quad I = 6,5 Ah$$

Cálculos:

$$V_{m\acute{a}x} = V_n + 20\% V_n$$

$$V_{m\acute{a}x} = 9,6v + (9,6v \cdot 0,2)$$

$$V_{m\acute{a}x} = (9,6v + 1,9v)$$

$$V_{m\acute{a}x} = \mathbf{11,52v \text{ en cada celda}}$$

$$V_{m\acute{a}x \text{ total}} = V_{m\acute{a}x} \cdot \# \text{ de celdas}$$

$$V_{m\acute{a}x \text{ total}} = 11,52v \cdot 6$$

$$V_{m\acute{a}x \text{ total}} = \mathbf{69.12v \text{ en cada banco}}$$

$$V_{n \text{ total}} = V_n \cdot \# \text{ de celdas}$$

$$V_{n \text{ total}} = 9,6v \cdot 6$$

$$V_{n \text{ total}} = \mathbf{57.6v \text{ en cada banco}}$$

$$P = V_n \cdot I$$

$$P = 9,6v \cdot 6,5 Ah$$

$$P = \mathbf{62,4 Kw}$$

$$P_{total} = P \cdot \# \text{ de celdas}$$

$$P_{total} = 62,4 Kw \cdot 6$$

$$P_{total} = \mathbf{0.377 Kw \text{ en cada banco}}$$

7.- PREGUNTAS

1. ¿Cuánto duran las baterías de un coche híbrido?

La mayoría de los fabricantes informan de que la duración de la batería de un coche híbrido es de unos 125.000 km – 160.000 km.

2. ¿Son reciclables las baterías de los coches híbridos?

Sí, las baterías de los coches híbridos son reciclables y se espera que se reciclen después de su uso. La mayoría de los talleres profesionales deben tener un proceso para reciclar correctamente las baterías de iones de litio como parte de su proceso de eliminación de baterías híbridas.

3. ¿Qué se debe tener en cuenta para que las baterías tengan más vida útil?

Para que las baterías tengan mayor vida útil se recomienda cargar el tiempo adecuado y no generar sobre carga, también realizar un balance de baterías y con el tiempo de uso tengan un desgaste parejo.

8.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

La durabilidad de las baterías híbridas es esencial, y su vida útil depende de diversos factores, como la gestión adecuada de la carga y descarga, así como las condiciones ambientales.

Las baterías en los vehículos híbridos son componentes clave que impulsan la eficiencia del sistema.

La gestión adecuada de las baterías al final de su vida útil es crucial para minimizar el impacto ambiental. Estrategias de reciclaje y reutilización son fundamentales para un enfoque sostenible.

RECOMENDACIONES

Realice un mantenimiento periódico, incluyendo revisiones de la batería, para identificar y abordar problemas potenciales antes de que afecten significativamente el rendimiento.

Evitar temperaturas extremas, ya que estas pueden afectar la eficiencia y la vida útil de las baterías.

Brindar información y capacitación a los estudiantes sobre el cuidado adecuado de las baterías, fomentando prácticas que prolonguen su vida útil y maximicen la eficiencia del sistema híbrido.

ANEXO 4 – INFORME VOLTAJE

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS *INGENIERÍA
AUTOMOTRIZ*

1.- TEMA DE LA PRÁCTICA

CONSUMO DE VOLTAJE DE MG1 CON EL BANCO DE BATERÍAS

2.- DATOS INFORMATIVOS

# Práctica: 4	Semestre:	Período Académico:	Laboratorio/Taller:
Docente:		Fecha de Ejecución:	Fecha de Entrega:

3.- OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

- Analizar y comprender el consumo de voltaje de las baterías en vehículos híbridos, con el fin de optimizar la eficiencia energética y garantizar un rendimiento eléctrico óptimo del sistema.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Medir y analizar la variación del voltaje en las baterías durante los procesos de carga y descarga para comprender su comportamiento en diferentes situaciones.
- Definir procedimientos y herramientas para la monitorización regular del voltaje de las baterías, así como sugerir acciones de mantenimiento preventivo para asegurar un rendimiento eléctrico óptimo.
- Desarrollar recomendaciones y prácticas que permitan a los estudiantes gestionar de manera eficiente el voltaje de las baterías, maximizando la autonomía y el rendimiento del transeje híbrido.

4.- EQUIPO REQUERIDO

- Transeje híbrido.
- Baterías de vehículo híbrido.
- Juego de llaves mixtas.
- Destornilladores.
- Multímetro.

5.- MARCO TEÓRICO

Motor Generador 1 (MG1)

El motor generador 1 en un vehículo híbrido es una parte fundamental del sistema de propulsión. Su función principal es generar electricidad para cargar la batería del vehículo y, en algunos casos, proporcionar energía adicional para el motor eléctrico y/o ayudar al motor de combustión interna.

Cuando el vehículo está en movimiento, el motor generador 1 es accionado por el motor de combustión interna. En lugar de impulsar las ruedas directamente, su función principal es actuar como un generador de electricidad. La energía mecánica producida por el motor de combustión interna se convierte en electricidad a través del motor generador 1. Esta electricidad se utiliza para recargar la batería del sistema híbrido.

Por otro lado, también contribuye a mejorar la eficiencia general del sistema híbrido al recuperar energía durante la desaceleración y frenado. En lugar de disipar la energía cinética en forma de calor (como en los frenos convencionales), el sistema híbrido la convierte en electricidad que se almacena en la batería.



Banco de Baterías

Baterías de Níquel-Metal Hidruro (NiMH)

Las baterías de níquel-metal hidruro (NiMH) se emplean al colocar múltiples celdas de forma simultánea para lograr la capacidad de operación necesaria en un vehículo. Cada celda generalmente tiene un voltaje de 1.2 voltios. Sin embargo, un inconveniente asociado con este tipo de baterías es su propensión a la auto descarga, lo que significa que alrededor del 5% de la energía se pierde durante su fase de almacenamiento.



6.- PROCEDIMIENTO

- **Medición de voltajes con el primer banco de baterías.**

PRIMER BANCO DE PRUEBAS						
Tiempo (min)	1ra Celda	2da Celda	3er Celda	4ta Celda	5ta Celda	6ta Celda
0	10,00	10,00	9,99	9,99	9,99	10,01
10	9,92	9,91	9,9	9,9	9,9	9,92
20	9,86	9,85	9,83	9,83	10	9,86
30	9,82	9,81	9,79	9,79	9,8	9,82
40	9,79	9,78	9,76	9,77	9,77	9,8
50	9,75	9,74	9,72	9,72	9,73	9,75
60	9,71	9,70	9,68	9,68	9,69	9,71
Prom. Descarga	9,84	9,83	9,81	9,81	9,82	9,84

DIFERENCIA DE DESCARGA							
Tiempo (min)	1ra Celda	2da Celda	3er Celda	4ta Celda	5ta Celda	6ta Celda	
0-10	0,08	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	
10-20	0,06	0,06	0,07	0,07	0,06	0,06	
20-30	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	
30-40	0,03	0,03	0,03	0,02	0,03	0,02	
40-50	0,04	0,04	0,04	0,05	0,04	0,05	
50-60	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	
Prom. Descarga	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,30

- **Medición de voltajes con el segundo banco de baterías.**

SEGUNDO BANCO DE PRUEBAS						
Tiempo (min)	1ra Celda	2da Celda	3er Celda	4ta Celda	5ta Celda	6ta Celda
0	9,98	9,95	9,93	9,93	9,92	9,95
10	9,79	9,76	9,72	9,72	9,71	9,81
20	9,69	9,66	9,63	9,63	9,63	9,71
30	9,62	9,59	9,56	9,56	9,56	9,62
40	9,57	9,55	9,53	9,53	9,53	9,58
50	9,55	9,53	9,51	9,51	9,5	9,56
60	9,52	9,50	9,48	9,48	9,47	9,5
Prom. Descarga	9,67	9,65	9,62	9,62	9,62	9,68

DIFERENCIA DE DESCARGA							
Tiempo (min)	1ra Celda	2da Celda	3er Celda	4ta Celda	5ta Celda	6ta Celda	
0-10	0,19	0,19	0,21	0,21	0,21	0,14	
10-20	0,10	0,10	0,09	0,09	0,08	0,10	
20-30	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,09	
30-40	0,05	0,04	0,03	0,03	0,03	0,04	
40-50	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,02	
50-60	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,06	
Prom. Descarga	0,08	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,45

7.- PREGUNTAS

1. ¿Qué tiempo duran las baterías de un coche híbrido?

2. ¿Son reciclables las baterías de los coches híbridos?

Sí, las baterías de los coches híbridos son reciclables y se espera que se reciclen después de su uso. La mayoría de los talleres profesionales deben tener un proceso para reciclar correctamente las baterías de iones de litio como parte de su proceso de eliminación de baterías híbridas.

8.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

El nivel de voltaje de las baterías en vehículos híbridos tiene un impacto directo en el rendimiento del sistema, afectando la eficiencia y la autonomía del sistema eléctrico híbrido.

Diversos factores externos, como la temperatura y la forma de manipular el transeje, pueden influir significativamente en el consumo de voltaje.

La monitorización regular del voltaje es esencial para identificar posibles problemas y prevenir la degradación prematura de las baterías.

RECOMENDACIONES

Establezca programas de mantenimiento periódico que incluyan la revisión regular del voltaje de las baterías, identificando y abordando cualquier anomalía a tiempo.

Evite condiciones extremas de temperatura que puedan afectar negativamente el rendimiento de las baterías.

Proporcionar información educativa a los estudiantes sobre la importancia de la gestión del voltaje y prácticas que contribuyan a un consumo eficiente.

ANEXO 5 – INFORME CONSUMO

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS
INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

1.- TEMA DE LA PRÁCTICA

CONSUMO DE VOLTAJE DE MG2 CON EL BANCO DE BATERÍAS

2.- DATOS INFORMATIVOS

# Práctica: 5	Semestre:	Período Académico:	Laboratorio/Taller:
Docente:		Fecha de Ejecución:	Fecha de Entrega:

3.- OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

- Analizar y comprender el consumo de voltaje de las baterías en vehículos híbridos, con el fin de optimizar la eficiencia energética y garantizar un rendimiento eléctrico óptimo del sistema.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Medir y analizar la variación del voltaje en las baterías durante los procesos de carga y descarga para comprender su comportamiento en diferentes situaciones.
- Definir procedimientos y herramientas para la monitorización regular del voltaje de las baterías, así como sugerir acciones de mantenimiento preventivo para asegurar un rendimiento eléctrico óptimo.
- Desarrollar recomendaciones y prácticas que permitan a los estudiantes gestionar de manera eficiente el voltaje de las baterías, maximizando la autonomía y el rendimiento del transeje híbrido.

4.- EQUIPO REQUERIDO

- Transeje híbrido.
- Baterías de vehículo híbrido.
- Juego de llaves mixtas.
- Destornilladores.
- Multímetro.

5.- MARCO TEÓRICO

Motor Generador 2 (MG2)

El motor generador 2 en un vehículo híbrido generalmente cumple funciones similares al motor generador 1, pero puede estar diseñado para operar en situaciones específicas o en conjunto con el sistema de propulsión principal.

En algunos vehículos híbridos, el motor generador 2 puede proporcionar potencia adicional al motor de combustión interna para mejorar el rendimiento y la eficiencia, especialmente en situaciones de aceleración rápida o en carreteras empinadas. La gestión inteligente de la potencia en un sistema híbrido puede coordinar el funcionamiento del motor generador 1 y 2 para optimizar la eficiencia del vehículo en diversas situaciones de conducción.

Al igual que el motor generador 1, el motor generador 2 puede aprovechar el frenado regenerativo para convertir la energía cinética en electricidad durante la desaceleración y el frenado. Esta energía se utiliza para recargar la batería.



Banco de Baterías

Baterías de Níquel-Metal Hidruro (NiMH)

Las baterías de níquel-metal hidruro (NiMH) se emplean al colocar múltiples celdas de forma simultánea para lograr la capacidad de operación necesaria en un vehículo. Cada celda generalmente tiene un voltaje de 1.2 voltios. Sin embargo, un inconveniente asociado con este tipo de baterías es su propensión a la auto descarga, lo que significa que alrededor del 5% de la energía se pierde durante su fase de almacenamiento.



6.- PROCEDIMIENTO

- **Medición de voltajes con el primer banco de baterías.**

PRIMER BANCO DE PRUEBAS						
Tiempo (min)	1ra Celda	2da Celda	3er Celda	4ta Celda	5ta Celda	6ta Celda
0	9,68	9,67	9,66	9,66	9,66	9,69
10	9,66	9,65	9,63	9,64	9,64	9,66
20	9,60	9,59	9,58	9,58	10	9,61
30	9,57	9,57	9,55	9,55	9,56	9,58
40	9,55	9,53	9,51	9,5	9,5	9,53
50	9,50	9,49	9,46	9,47	9,47	9,5
60	9,47	9,46	9,42	9,43	9,44	9,47
Prom. Descarga	9,58	9,57	9,54	9,55	9,55	9,58

DIFERENCIA DE DESCARGA							
Tiempo (min)	1ra Celda	2da Celda	3er Celda	4ta Celda	5ta Celda	6ta Celda	
0-10	0,02	0,02	0,03	0,02	0,02	0,03	
10-20	0,06	0,06	0,05	0,06	0,06	0,05	
20-30	0,03	0,02	0,03	0,03	0,02	0,03	
30-40	0,02	0,04	0,04	0,05	0,06	0,05	
40-50	0,05	0,04	0,05	0,03	0,03	0,03	
50-60	0,03	0,03	0,04	0,04	0,03	0,03	
Prom.Descarga	0,03	0,03	0,04	0,04	0,04	0,04	0,22

- **Medición de voltajes con el segundo banco de baterías.**

SEGUNDO BANCO DE PRUEBAS						
Tiempo (min)	1ra Celda	2da Celda	3er Celda	4ta Celda	5ta Celda	6ta Celda
0	9,50	9,48	9,45	9,45	9,45	9,52
10	9,46	9,43	9,39	9,39	9,38	9,48
20	9,39	9,36	9,31	9,31	9,30	9,42
30	9,33	9,29	9,22	9,22	9,22	9,36
40	9,29	9,24	9,16	9,16	9,14	9,31
50	9,22	9,17	9,07	9,07	9,06	9,26
60	9,17	9,13	9,04	9,04	9,03	9,21
Prom. Descarga	9,34	9,30	9,23	9,23	9,23	9,37

DIFERENCIA DE DESCARGA							
Tiempo (min)	1ra Celda	2da Celda	3er Celda	4ta Celda	5ta Celda	6ta Celda	
0-10	0,04	0,05	0,06	0,06	0,07	0,04	
10-20	0,07	0,07	0,08	0,08	0,08	0,06	
20-30	0,06	0,07	0,09	0,09	0,08	0,06	
30-40	0,04	0,05	0,06	0,06	0,08	0,05	
40-50	0,07	0,07	0,09	0,09	0,08	0,05	
50-60	0,05	0,04	0,03	0,03	0,03	0,05	
Prom.Descarga	0,06	0,06	0,07	0,07	0,07	0,05	0,37

7.- PREGUNTAS

4. ¿Qué tiempo duran las baterías de un coche híbrido?

5. ¿Son reciclables las baterías de los coches híbridos?

Sí, las baterías de los coches híbridos son reciclables y se espera que se reciclen después de su uso. La mayoría de los talleres profesionales deben tener un proceso para reciclar correctamente las baterías de iones de litio como parte de su proceso de eliminación de baterías híbridas.

8.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

El nivel de voltaje de las baterías en vehículos híbridos tiene un impacto directo en el rendimiento del sistema, afectando la eficiencia y la autonomía del sistema eléctrico híbrido.

Diversos factores externos, como la temperatura y la forma de manipular el transeje, pueden influir significativamente en el consumo de voltaje.

La monitorización regular del voltaje es esencial para identificar posibles problemas y prevenir la degradación prematura de las baterías.

RECOMENDACIONES

Establezca programas de mantenimiento periódico que incluyan la revisión regular del voltaje de las baterías, identificando y abordando cualquier anomalía a tiempo.

Evite condiciones extremas de temperatura que puedan afectar negativamente el rendimiento de las baterías.

Proporcionar información educativa a los estudiantes sobre la importancia de la gestión del voltaje y prácticas que contribuyan a un consumo eficiente.