



**UNIVERSIDAD
DEL AZUAY**

Facultad de Ciencia y Tecnología
Tecnología Superior en Electrónica Automotriz

Título del Trabajo de Titulación:
Despiece y Análisis Detallado del Transeje de un Toyota
Highlander Híbrido.

Trabajo de titulación previo a la obtención del título de Tecnólogo
Superior en Electrónica Automotriz.

Autores:

Alejandro Misael Solis Almeida
Jeffry Leonardo Aguilar Espinoza

Director:

Ing. Cristian Jaramillo

Cuenca – Ecuador

2024

Agradecimientos

De antemano quiero expresar mi gratitud a Dios por brindar salud y vida para que sea ejecutado este proyecto de titulación.

Agradecer a todas las autoridades que conforman la carrera de Tecnología en Electrónica Automotriz, en especial al Ing. Cristian Jaramillo quien ha sido designado como nuestro director de este proyecto, por el valioso aporte para el desarrollo de este proyecto.

También quiero expresar mis profundos agradecimientos a mis padres y familia, amigos que fueron indispensable con su aliento e inspiración que impulsaron a llevar acabo esta meta y logro.



Resumen:

El trabajo de titulación principalmente está focalizado en la construcción de una maqueta didáctica donde se pueda apreciar todos los elementos de funcionamiento de un transeje híbrido Toyota, con el fin de satisfacer las crecientes necesidades de aprendizaje de los futuros estudiantes de la carrera de Tecnología Superior en Electrónica Automotriz e Ingeniería Automotriz.

La elaboración de un prototipo didáctico para analizar un transeje híbrido del Toyota Highlander implica investigación, diseño, ensamblaje, demostración y ajustes para proporcionar una comprensión profunda de la tecnología híbrida en los vehículos. Este proceso es fundamental para educar a estudiantes y entusiastas sobre los sistemas de propulsión híbridos y su funcionamiento.

Análisis de los elementos de un vehículo híbrido como motores, inversor, batería, Tren motriz entre otros más, los diferentes modos de accionamiento de todo el conjunto del transeje.

Los beneficios de utilizar un vehículo híbrido en ámbitos de contaminación, eficiencia, ruido e incentivos fiscales entre otros más.

Palabras clave: MG1, MG2, Motogeneradores, Modos, Transeje.

Abstract:

The degree work is mainly focused on the construction of a didactic model where all the operating elements of a Toyota hybrid transaxle can be appreciated, in order to satisfy the growing learning needs of future students of Automotive Electronics Technology and Automotive engineering.

Prototyping a Toyota Highlander hybrid transaxle involves research, design, assembly, demonstration and adjustments to provide a deep understanding of hybrid technology in vehicles. This process is essential to educate students and enthusiasts about hybrid powertrains and how they work.

Understanding the elements of a hybrid vehicle such as motors, inverter, battery, powertrain, among others, the different drive modes of the entire transaxle assembly.

The benefits of using a hybrid vehicle in areas of pollution, efficiency, noise and tax incentives, among others.

Keywords: MG1, MG2, Motorgenerators, Modes Transaxle.

Índice de contenidos

Agradecimientos.....	i
Resumen:	ii
Abstract:.....	ii
Índice de contenidos	iii
Índice de figuras	v
1. Introducción.....	1
2. Marco Teórico.....	3
2.1 Los componentes de un vehículo híbrido	3
2.1.1 Motor de combustión interna.....	3
2.1.2 Motor eléctrico	3
2.1.3 Generador	3
2.1.4 Baterías	3
2.1.5 Sistema de gestión	4
2.2 Beneficios de un vehículo híbrido	4
2.2.1 Ecológicos	4
2.2.2 Menor ruido	4
2.2.3 Ventajas normativas.....	4
2.2.4 Apoyo de la industria.....	4
2.2.5 Carga automática del motor eléctrico.....	4
2.2.6 Incentivos fiscales.....	4
2.2.7 Amplia autonomía	5
2.2.8 Conducción más eficiente.....	5
2.3 Sistema híbrido Toyota Hybrid Synergy Drive (HSD).....	5
2.4 Modos de accionamiento	5
2.4.1 Modo 1.....	5
2.4.2 Modo 2.....	5
2.4.3 Modo 3.....	6
2.4.4 Modo 4.....	6
2.4.5 Modo 5.....	6
2.4.6 Modo 6.....	6
2.4.7 Modo 7.....	6
2.4.8 Modo 8.....	7
2.5 Mg1 y Mg2	7

2.6	Tren Motriz.....	7
2.6.1	Sistema de engranes planetarios	7
2.6.2	Engranes de sistemas solares	7
2.6.3	Conjunto de engrane MG1	8
2.6.4	Conjunto de engrane MG2	8
3.	Objetivo general	9
4.	Objetivos específicos.....	9
5.	Procedimientos y herramientas.....	9
5.1	Desmontaje de tapa.....	9
5.2	Desmontaje de tapa.....	10
5.3	Desmontaje de carcasa.....	10
5.4	Desmontaje de motores eléctricos	11
5.5	Trazo de Medidas para el corte.....	11
5.6	Cortes de tubos y ángulos.....	12
5.7	Proceso de soldado de la estructura	12
5.8	Proceso de soldado de la estructura	13
5.9	Proceso de soldado de la estructura	13
5.10	Toma de mediciones para los soportes	14
5.11	Proceso de fabricación de soportes.....	14
5.12	Desmontaje del rotor	15
5.13	Proceso de pintura de soportes	15
5.14	Proceso de pintura de la estructura	15
5.15	Etapa final.....	16
6.	Resultados y Conclusiones	16
7.	Lista de referencias	17

Índice de figuras

Figura 1. Conjunto planetario MG1 y MG2 -----	7
Figura 2. Solar de MG1 YMG2-----	8
Figura 3. Conjunto de engrane MG1 Y MCI-----	8
Figura 4 Conjunto de engranes de MG2-----	9
Figura 5. Desmontaje de tapa -----	9
Figura 6. Desmontaje de tapa -----	10
Figura 7. Desmontaje de carcasa -----	10
Figura 8. Desmontaje de motores eléctricos -----	11
Figura 9. Trazo de Medidas para el corte-----	11
Figura 10. Cortes de tubos y ángulos -----	12
Figura 11. Proceso de soldado de la estructura -----	12
Figura 12. Proceso de soldado de la estructura -----	13
Figura 13. Proceso de soldado de la estructura -----	13
Figura 14. Toma de mediciones para los soportes-----	14
Figura 15. Proceso de fabricación de soportes-----	14
Figura 16. Desmontaje del rotor-----	15
Figura 17. Lijamiento de soportes-----	15
Figura 18. Estructura terminada -----	16
Figura 19. Proyecto terminado -----	16

1. Introducción

El transeje híbrido es un componente clave en los vehículos híbridos y eléctricos ya que facilita la integración y coordinación entre el motor de combustión interna y el motor eléctrico. Este tipo de transmisión combina las características de una transmisión automática convencional con la funcionalidad de un sistema de propulsión eléctrica.

La introducción de transmisiones híbridas es un paso importante en el desarrollo de la tecnología automotriz, que permite una conducción más eficiente al optimizar la entrega de potencia y mejorar la eficiencia del combustible. Además, el transeje híbrido ofrece la posibilidad de utilizar un modo de conducción puramente eléctrico, reduciendo las emisiones y el consumo de combustible en entornos urbanos.

Los transejes híbridos combinan eficiencia, rendimiento y sostenibilidad y representan una innovación importante en la industria automotriz. Su aplicación ayuda a permitir viajes más limpios y eficientes.

El problema de esta investigación se centra en la falta de recursos de estudio didácticos prácticos para facilitar y mejorar la enseñanza y aprendizaje. La creación de este prototipo educativo puede llenar la satisfacción de fácil aprendizaje demostrativo y práctico. En resumen, desarrollar un prototipo instructivo para analizar los componentes y el funcionamiento del transeje requiere un conocimiento detallado de los elementos del sistema, así como habilidades de diseño, y educación para crear un modelo rico en información y que sea útil para estudiantes o fácil de entender para los estudiantes de la tecnología automotriz.

El desarrollo de un prototipo educativo para analizar los componentes y el funcionamiento de la transmisión híbrida Toyota Highlander se realizó de la siguiente manera: el primer paso es investigar y comprender los componentes principales de la transmisión híbrida utilizada en el Toyota Highlander esto incluirá elementos como los motores eléctricos, grupo diferencial y engranajes que componen la transmisión.

Con una comprensión clara de los componentes, se diseñará un prototipo educativo que represente los elementos principales del tren motriz híbrido Toyota Highlander. El prototipo puede incluir modelos a escala de componentes, diagramas explicativos y posiblemente simulaciones funcionales para demostrar cómo interactúan los diferentes elementos.

Se realizará una demostración para explicar cómo funciona el sistema de propulsión híbrido Toyota Highlander. Esto incluirá una descripción detallada de cada componente,

su función dentro del sistema y cómo interactúan para brindar una experiencia de conducción potente y eficiente.

Se realizó los ajustes necesarios para mejorar la precisión y la comprensibilidad esto puede incluir ajustes a los modelos de componentes, simulaciones funcionales y demostraciones didácticas de prototipos.

2. Marco Teórico

A un auto se le denomina "híbrido" cuando es impulsado por dos motores que pueden ser de distinta naturaleza: por ejemplo, un motor de combustión interna y un (hasta dos) motor eléctrico. Con esta configuración, un auto híbrido puede aprovechar ambas fuentes para obtener energía y moverse de forma económica y con un excelente rendimiento. Cabe mencionar que los vehículos híbridos pueden circular tanto en combinación de ambos motores o en forma puramente eléctrica. (Volkswagen de México, S.A de C.V., 2022)

2.1 Los componentes de un vehículo híbrido

2.1.1 Motor de combustión interna

En la mayoría de los coches híbridos, el motor de combustión interna, conocido también como motor térmico, es de gasolina, aunque también puede llegar a ser de diésel. Dicho motor está conectado al depósito de combustible y funciona con normalidad como cualquier otro vehículo, sin embargo, el consumo de un coche híbrido es inferior al de cualquier vehículo común de combustión. (Volkswagen de México, S.A de C.V., 2022)

2.1.2 Motor eléctrico

Según el modelo de coche o camioneta híbrida, cabe la posibilidad de que existan uno o dos motores eléctricos en el vehículo. En cualquiera de los casos, el motor eléctrico va siempre conectado a la transmisión o de forma directa a un eje de las ruedas. (Volkswagen de México, S.A de C.V., 2022)

2.1.3 Generador

“Al frenar, acelerar o retener el vehículo, el motor de combustión interna ofrece energía sobrante que se acumula en la batería, el generador cumple la función de recuperar dicha energía.” (Volkswagen de México, S.A de C.V., 2022)

2.1.4 Baterías

Las baterías aportan la energía que el motor eléctrico requiere para funcionar. Suelen colocarse en la parte de atrás del coche o bien, en el suelo bajo los asientos traseros y se complementan con la batería de 12V que el automóvil lleva para su arranque, dichas baterías pueden ser de diferentes materiales como plomo-ácido, níquel-metal hidruro, níquel-cadmio o ion litio. (Volkswagen de México, S.A de C.V., 2022)

2.1.5 Sistema de gestión

“Se trata de una computadora o sistema informático que, a través de sensores y con base en las preferencias preprogramadas del conductor, decide qué comportamiento es más adecuado en cada situación de manejo.” (Volkswagen de México, S.A de C.V., 2022)

2.2 Beneficios de un vehículo híbrido

2.2.1 Ecológicos

“Al emplear un motor eléctrico, emiten un menor número de gases contaminantes a la atmosfera, ayudando a minimizar el efecto invernadero.” (Blog Motor MAPFRE, 2022)

2.2.2 Menor ruido

“La ciudad está llena de ruidos molestos. El propulsor eléctrico no emite sonido cuando funciona, por lo que un coche híbrido disminuye la contaminación acústica en las zonas urbanas.” (Blog Motor MAPFRE, 2022)

2.2.3 Ventajas normativas

“Al ser un automóvil calificado como responsable con el medio ambiente, dispone de ciertos beneficios cuando se aplican los protocolos de contaminación en las grandes ciudades.” (Blog Motor MAPFRE, 2022)

2.2.4 Apoyo de la industria

Al contrario que otros avances como la pila de hidrógeno o los motores que usan como materia prima el gas, diversos fabricantes han apostado por la creación de coches híbridos y por lo tanto existe una amplia oferta de oportunidades. Como ocurría hace años, ahora no es preciso recurrir al ya clásico Toyota Prius si se quiere este tipo de motorización, pues actualmente existen alternativas híbridas en cada segmento del mercado. (Blog Motor MAPFRE, 2022)

2.2.5 Carga automática del motor eléctrico

Un gran número de automóviles híbridos tienen como ventaja que el motor eléctrico se carga solo. Este avance es posible gracias al denominado KERS, una tecnología propia de la Fórmula 1 que permite aprovechar la energía cinética del coche en las frenadas. (Blog Motor MAPFRE, 2022)

2.2.6 Incentivos fiscales

Reducción de hasta un 75% del impuesto de circulación. Actualmente existen ayudas estatales y autonómicas que permiten que el coste total del coche o el pago de tasas sean mejores que sus equivalentes. Además, aquellos vehículos que tengan un distintivo ambiental tienen rebajas en el pago de las tasas de matriculación. (Blog Motor MAPFRE, 2022)

2.2.7 Amplia autonomía

“El motor de gasolina hace que una de las ventajas de los coches híbridos es que puedan recorrer cientos de kilómetros sin tener que parar en una gasolinera o a cargar la batería de un vehículo eléctrico.” (Blog Motor MAPFRE, 2022)

2.2.8 Conducción más eficiente

La electricidad es uno de los combustibles más económicos, por ello, los propulsores movidos por electricidad son más eficientes que los que usan combustibles fósiles y tienen una respuesta más rápida. Un beneficio que comparten tanto los coches eléctricos como los híbridos (Blog Motor MAPFRE, 2022)

2.3 Sistema híbrido Toyota Hybrid Synergy Drive (HSD)

Toyota Highlander adopta el sistema Hybrid Synergetic Drive (HSD), que es una tecnología híbrida desarrollada por Toyota.

El sistema combina un motor de combustión interna normalmente un motor de cuatro cilindros con uno o más motores eléctricos y una batería de alto voltaje.

La transmisión híbrida es el componente principal que coordina la potencia del motor de combustión interna y el motor eléctrico.

Durante la aceleración, la transmisión híbrida puede funcionar en modo eléctrico, modo híbrido o modo combinado según las condiciones de conducción y los requisitos de potencia.

2.4 Modos de accionamiento

2.4.1 Modo 1

En este caso, el vehículo se encuentra encendido en modo READY, pero ninguno de los tres motores se encuentra en movimiento ya que no existe demanda de carga por parte de la batería y también podemos tener bloqueada la corona que al girar lo hace solidaria con las ruedas, por el mecanismo de parqueo. (Farinango Toro, Wilmer Fabian, 2020)

2.4.2 Modo 2

Al colocar el vehículo en modo READY, la ECU HV, censa el nivel de carga de la batería de alta tensión y de ser necesario se accionarán los elementos encargados de generar energía. En este caso el vehículo se encuentra con el mecanismo de parqueo accionado, lo que significa que las coronas no giran y al existir demanda de carga, el MG1 genera movimiento al solar y este de la misma forma los satélites, los cuales obligan a girar a la base de los satélites, la cual es un solo cuerpo con el eje que acopla al MCI, logrando encender este último, el cual en adelante se encargara de transmitir movimiento al MG1 para generar energía. (Farinango Toro, Wilmer Fabian, 2020)

2.4.3 Modo 3

Al tener una carga completa de las baterías de alta tensión y no un alto requerimiento de torque y velocidad, es decir, si se requiere conducir a velocidad normal (Crucero), los componentes que entran en acción son: MG2 consume energía eléctrica generando movimiento el cual es transmitido al solar-planetario y por último la corona la que, por medio de un engranaje exterior acoplado en la corona, transmite el movimiento al diferencial. (Farinango Toro, Wilmer Fabian, 2020)

2.4.4 Modo 4

Cuando el vehículo en movimiento enciende el MCI quiere decir que tenemos baja carga de la batería y alta demanda de potencia, por lo que la ECU envía la orden de energizar el MG1 provocando el frenado del mismo ya que se encontraba girando en sentido contrario, este frenado hace que la base de los satélites de MG1, la cual está unida al eje que conecta al MCI, gire y encienda al MCI, entonces el MG1 toma un rápido papel de motor de arranque y el MCI ya encendido ahora se encargara de transmitir movimiento al MG1 para abastecer de energía a la batería de alto voltaje. (Farinango Toro, Wilmer Fabian, 2020)

2.4.5 Modo 5

Este caso se da cuando se requiere rebasar o nos encontramos en una pendiente, por lo que operan los tres motores como en el caso anterior. Pero hora el MCI permanecerá activado mientras dure esta demanda y el MG1 girará de forma positiva si la batería necesita carga, de lo contrario lo hará negativamente. (Farinango Toro, Wilmer Fabian, 2020)

2.4.6 Modo 6

Para este modo de operación el vehículo podría estar bajando una pendiente o estando en una carretera que no presenta gran demanda, empezamos a frenar de manera consecutiva. En este caso antes de iniciar el frenado, únicamente el MG2 es el que proporciona el movimiento, MG1 se encuentra girando de manera negativa para evitar el encendido del MCI, entonces para iniciar el frenado regenerativo el MG2 aprovecha el movimiento de las ruedas oponiéndose a él y girando de manera positiva, pero esta vez el MG2 al ser impulsado se convierte en generador de carga para las baterías. (Farinango Toro, Wilmer Fabian, 2020)

2.4.7 Modo 7

En esta configuración actúa un motor más que en el caso anterior. Al colocar la palanca en la posición B, el MCI se enciende con la ayuda de MG1 y ahora las ruedas arrastraran

al MCI el cual ayuda al frenado del vehículo. Es aquí donde interviene el sistema planetario del MG2 el cual ayuda a que no se produzca sobre revoluciones en el MCI. (Farinango Toro, Wilmer Fabian, 2020)

2.4.8 Modo 8

En este caso es necesario que MG2 gire de manera negativa ya que es el que transmite el directamente el movimiento a las ruedas, esto se logra cuando el inversor inyecta corriente en un orden de las fases en las que se dé el giro negativo de MG2. Este modo se da de manera completamente eléctrica ya que el MCI no gira negativamente, pero si opera para la generación de carga cuando aumenta la demanda de potencia en este modo. (Farinango Toro, Wilmer Fabian, 2020)

2.5 Mg1 y Mg2

Estos son los elementos fundamentales del sistema, ya que de ellos depende generar la energía para lograr el movimiento del vehículo. El bobinado de MG2 es de mayor dimensión y es el encargado de generar el movimiento a las ruedas del vehículo o a su vez generar energía para abastecer las baterías. El bobinado de MG1 es el encargado del arranque del MCI y de abastecer de energía a la batería de alta tensión. (Farinango Toro, Wilmer Fabian, 2020)

2.6 Tren Motriz

2.6.1 Sistema de engranes planetarios

Desempeña la función de transmitir el movimiento proveniente de MG1, MG2 y del motor de combustión interna.

Figura 1. *Conjunto planetario MG1 y MG2*



Fuente: Elaboración propia (2024)

2.6.2 Engranajes de sistemas solares

Engranajes centrales o también conocidos con el nombre de Solar estos son los encargados de transmitir directamente el movimiento de los MG.

Figura 2. Solar de MG1 YMG2



Fuente: Elaboración propia (2024)

2.6.3 Conjunto de engrane MG1

El conjunto de engranes satélites MG1 se mueve en a la par con el MCI se enlazan por medio de un eje.

Figura 3. Conjunto de engrane MG1 Y MCI



Fuente: Elaboración propia (2024)

2.6.4 Conjunto de engrane MG2

Los engranajes de MG2 están diseñados para recibir exclusivamente el movimiento generado por MG2. Estos engranajes están equipados con muescas que se enganchan en la carcasa para evitar cualquier movimiento no deseado. Se descubrió que los pernos de la tapa que cubre la ubicación de MG1, donde el eje se acopla al motor de combustión interna, habían sido retirados. Al retirar la tapa, se expuso el MG1.

Figura 4 Conjunto de engranes de MG2



Fuente: Elaboración propia (2024)

3. Objetivo general

Elaborar una maqueta del despiece de un transeje híbrido de un Toyota Highlander.

4. Objetivos específicos

- Analizar el funcionamiento interno del transeje.
- Reconocer e indicar los componentes que son parte del transeje.
- Elaboración de la estructura para montar los componentes del transeje.

5. Procedimientos y herramientas

5.1 Desmontaje de tapa

Los pernos de la tapa que cubre la ubicación de MG1, donde se acopla el eje al motor de combustión interna, fueron removidos, lo que permitió retirar la tapa y visualizar MG1. Del mismo modo, en la zona destinada para MG2, se extrajo la tapa y se retiraron los pernos.

Figura 5. Desmontaje de tapa



Fuente: Elaboración propia (2024)

5.2 Desmontaje de tapa

En la zona destinada para MG2, se extrajo la tapa y se retiraron los pernos. Además, se sustrajeron los cables, sensores, sockets y medidores de voltaje. De igual manera, se eliminaron todos los pernos de la carcasa para permitir la visualización de los componentes del tren motriz, como los satélites, el sistema planetario y los engranajes del grupo diferencial, que transfieren el movimiento a las ruedas del vehículo.

Figura 6. *Desmontaje de tapa*



Fuente: Elaboración propia (2024)

5.3 Desmontaje de carcasa

Se extrajo los cables, sensores, Sockets y medidores de voltaje. Se retira todos los pernos de la carcasa, aquí es donde ya se puede visualizar los componentes de piñonera como satélites, planetario y los engranajes del grupo diferencial que transmite el movimiento a las ruedas del vehículo. para retirar los motogeneradores de las carcasas posteriormente se desmonta todo el tren motriz, grupo diferencial, y demás elementos mecánicos.

Figura 7. *Desmontaje de carcasa*



Fuente: Elaboración propia (2024)

5.4 Desmontaje de motores eléctricos

Se inició con la extracción de los componentes mecánicos, seguido por la remoción de los motogeneradores (MG1, MG2). Para extraer los motogeneradores de la carcasa, se utilizó un extractor de golpe, desmontándolos con cuidado. Posteriormente, se procedió al análisis de las medidas y materiales para la construcción de la estructura del transeje.

Figura 8. *Desmontaje de motores eléctricos*



Fuente: Elaboración propia (2024)

5.5 Trazo de Medidas para el corte

Para la construcción de la estructura del transeje, se realizaron análisis de medidas y selección de materiales adecuados. Posteriormente, se procedió a adquirir los siguientes materiales: tubo cuadrado con un espesor de 3 mm, que se empleó para los soportes de la estructura y se cortó a una medida de 70 cm. Además, se obtuvieron ángulos para sostener la plancha de hierro, con cortes de 1.20 cm y 70 cm de longitud.

Figura 9. *Trazo de Medidas para el corte*



Fuente: Elaboración propia (2024)

5.6 Cortes de tubos y ángulos

Se adquirieron los siguientes materiales: tubo cuadrado con un espesor de 3 mm, utilizado para los soportes de la estructura, cortado a una medida de 70 cm; y ángulos para apoyar la plancha de hierro, con cortes de 1.20 m y 70 cm de longitud. Se llevaron a cabo todos los cortes necesarios, seguido por el ensamblado de la estructura. Para la soldadura, se empleó una máquina de soldar MIG (Metal Inert Gas).

En cuanto al proceso de ensamblado, se inició con los soportes de la estructura. Utilizando una escuadra, se nivelaron y se realizaron dos puntos de soldadura en el tubo y en el ángulo. Una vez nivelados correctamente, se procedió a soldar por completo para asegurar una fijación al 100%.

Figura 10. Cortes de tubos y ángulos



Fuente: Elaboración propia (2024)

5.7 Proceso de soldado de la estructura

Se procede a soldar los ángulos laterales. Posteriormente, a una distancia de 35 cm desde la parte superior de los soportes, se suelda un tubo cuadrado de lado a lado para reforzar la estructura y aumentar su resistencia al peso y al movimiento.

Figura 11. Proceso de soldado de la estructura



Fuente: Elaboración propia (2024)

5.8 Proceso de soldado de la estructura

Se realiza la soldadura de los ángulos laterales de igual manera que los soportes es el proceso de soldadura, luego soldamos a 35cm de la altura de los soportes un tubo cuadrado de lado a lado para que la estructura sea más resistente al peso y al movimiento.

Figura 12. Proceso de soldado de la estructura



Fuente: Elaboración propia (2024)

5.9 Proceso de soldado de la estructura

Se centra la plancha de hierro en la estructura y se procede a soldar todo su contorno para fijarla. Luego, se instalan las ruedas en la estructura para facilitar el movimiento de la maqueta. Posteriormente, se colocan los elementos sobre la estructura para analizar los espacios y medidas necesarias para fabricar los soportes del transeje.

Figura 13. Proceso de soldado de la estructura



Fuente: Elaboración propia (2024)

5.10 Toma de mediciones para los soportes

Se colocaron los elementos sobre la estructura para analizar los espacios y medidas necesarios para fabricar los soportes de los componentes del transeje. Se elaboraron los soportes para los motogeneradores, carcasas, engranajes, entre otros. Utilizando una platina, se fabricaron los soportes de acuerdo con las medidas requeridas de cada elemento para su fijación en la estructura.

Figura 14. Toma de mediciones para los soportes



Fuente: Elaboración propia (2024)

5.11 Proceso de fabricación de soportes

Se fabricaron los soportes para los elementos del transeje, tales como los motogeneradores, carcasas y engranajes, utilizando una platina y ajustándolos a las medidas requeridas para su fijación en la estructura. Posteriormente, se desmontó el rotor del estator de MG1 y MG2 para permitir una mejor visualización del despiece de la maqueta. El rotor de MG1 se colocó en el eje que también acopla el motor de combustión interna (MCI).

Figura 15. Proceso de fabricación de soportes



Fuente: Elaboración propia (2024)

5.12 Desmontaje del rotor

Se procedió a desmontar el rotor del estator de MG1 y MG2 con el fin de permitir una visualización más detallada del despiece de la maqueta. Posteriormente, se colocó el rotor de MG1 en el mismo eje que acopla el motor de combustión interna (MCI).

Figura 16. Desmontaje del rotor



Fuente: Elaboración propia (2024)

5.13 Proceso de pintura de soportes

Por otro lado, se empezó lijando los soportes para que así tenga buena adherencia al momento de pintar.

Figura 17. Lijamiento de soportes



Fuente: Elaboración propia (2024)

5.14 Proceso de pintura de la estructura

Una vez obtenido el color de acuerdo a la disposición que solicito las autoridades de la Universidad del Azuay, se procede a lijar toda la estructura para que la superficie quede libre de impurezas y el acabo de la pintura sea de buena calidad.

Figura 18. *Estructura terminada*



Fuente: Elaboración propia (2024)

5.15 Etapa final

Para concluir la última etapa de fabricación de la maqueta didáctica se procedió a colocar todos los soportes y elementos externos e internos empernándolos a la estructura y así concluye el proceso del proyecto de titulación.

Figura 19. *Proyecto terminado*



Fuente: Elaboración propia (2024)

6. Resultados y Conclusiones

Se cumplió con el objetivo de análisis y construcción de la maqueta didáctica para futuros estudiantes.

Los parámetros para realizar la maqueta fueron claros y precisos para cumplir con el propósito de demostración práctica mostrando todos los elementos del transeje.

Facilitar el método de enseñanza con recursos didácticos para los estudiantes de la tecnología electrónica automotriz.

Una vez terminado el estudio de funcionamiento y el análisis del transeje híbrido concluimos los beneficios que nos puede brindar un vehículo híbrido.

En conclusión, del análisis del transeje se pudo conocer los beneficios y eficacia que brinda un vehículo híbrido.

7. Lista de referencias

Blog Motor MAPFRE. (20 de febrero de 2022). Motor MAPFRE.

<https://www.motor.mapfre.es/coches/noticias-coches/ventajas-y-desventajas-de-los-coches-hibridos/>

Farinango Toro, Wilmer Fabian. (2020). Análisis eléctrico y mecánico en los modos de operación en el sistema transeje del vehículo híbrido Toyota Lexus. Universidad del las fuerzas armadas.

VILADESIGN ENGINEERING S.L. (s.f.). VILADESIGN ENGINEERING S.L.

<https://www.vld-eng.com/blog/soldadura-mig-mag-tig/>

Volkswagen de México, S.A de C.V. (2022 de junio de 2022). Volkswagen.

<https://www.vw.com.mx/es/experiencia/innovacion/que-es-un-auto-hibrido.html>